

**MORFOMETRIA, CRECIMIENTO RELATIVO Y FECUNDIDAD DE  
LA JAIBA DEL GOLFO, *Callinectes similis* WILLIAMS, 1966  
(DECAPODA: PORTUNIDAE)**

**MORPHOMETRY, RELATIVE GROWTH AND FECUNDITY OF THE  
GULF CRAB, *Callinectes similis* WILLIAMS, 1966  
(DECAPODA: PORTUNIDAE)**

Juán F. García-Montes  
Adolfo Gracia  
Luis A. Soto

Laboratorio de Ecología del Bentos  
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM  
Apdo. Postal 70-305 México 04510, DF, México

García-Montes Juan F., Gracia, A. y Soto, L.A. Morfometría, crecimiento relativo y fecundidad de la jaiba del Golfo, *Callinectes similis* Williams, 1966 (Decapoda: Portunidae). Morphometry, Relative Growth and Fecundity of the Gulf Crab, *Callinectes similis* Williams, 1966. Ciencias Marinas 13(4):137-161, 1987.

**RESUMEN**

Se analiza la morfometría, crecimiento relativo y fecundidad de la jaiba del Golfo, *Callinectes similis* Williams, 1966 en el área del suroeste del Golfo de México. El crecimiento relativo entre el ancho y largo del caparazón presenta alometría expresada por la relación potencial  $LC = aAC^b$ . Sexo y madurez afectan en forma determinante esta relación. La tasa de incremento en peso respecto al ancho y largo del caparazón de los organismos juveniles y adultos se expresa por las ecuaciones  $P = aAC^b$  y  $P = aLC^b$  respectivamente. Las hembras juveniles presentaron mayor peso que los machos de talla similar en el mismo estadio; esta característica se invirtió en los organismos sexualmente maduros. Se sugiere la utilización del ancho entre la base de las espinas anterolaterales y/o largo del caparazón como una medida confiable de la composición de tallas de la población. La fecundidad varió de 125,734 huevos en un individuo de 62mm de ancho del caparazón (19.9g) a 986,393 huevos en una hembra de 102mm (83.5g). El tamaño promedio de los huevecillos fue de 298 micras de diámetro, con un intervalo de 266 a 400 micras. La fecundidad mantiene una relación lineal con el ancho, largo del caparazón y peso. La fecundidad relativa no mostró una correlación significativa con el peso del organismo ( $r = -0.37$ ,  $P > 0.05$ ). En la población muestreada, las clases comprendidas en el intervalo de 80 a 100mm de ancho de caparazón contribuyen con el 76% de la producción de huevo.

**ABSTRACT**

Morphometry, relative growth, and fecundity of the Gulf crab *Callinectes similis* Williams, 1966 distributed in the southwestern Gulf of Mexico is analyzed. An allometric condition was determined on the relative growth observed between the carapace width and length which fits the power relation  $LC = aAC^b$ ; sex and maturity condition may affect this relation. The increase in weight in juveniles and adults in relation to carapace width and length is expressed by the equation  $PT = aAC^b$  and  $PT = aLC^b$  respectively. Juvenile females had greater weight than males of the same size, though the contrary occurs when the individuals reach maturity. The carapace width, considered between the base of the anterolateral spines, and/or the carapace length are recognized as a reliable measurements of the population structure. Fecundity fluctuated from

125,734 eggs in individuals of 62mm of carapace width (19.9g) to 986,393 eggs in females of 102mm (83.5g). Average egg size diameter was  $298\mu$  with a range from 266 to  $400\mu$ . Fecundity maintains a linear relationship with the length, width, and weight of the carapace. Relative fecundity did not show a significant correlation with individual's weight ( $r=0.37$ ,  $P>0.05$ ). In the studied population, individuals whose carapace width ranged from 80 to 100mm contributed with 76% to the population fecundity.

## INTRODUCCION

El crecimiento relativo en crustáceos es generalmente descrito por ecuaciones de crecimiento alométrico e isométrico (Teissier, 1960; Hartnoll, 1976; 1982). En algunas especies los datos morfométricos han sido empleados con el fin de distinguir organismos machos de hembras y especímenes juveniles de los sexualmente maduros. Esto se ha efectuado relacionando la discontinuidad en la curva de crecimiento o bien el cambio en el coeficiente de crecimiento alométrico o isométrico descrito (Newcombe, 1949a; Teissier, 1960; Haley, 1973; Olmi y Bishop, 1983; García-Montes, 1985). No obstante, el crecimiento de ciertas partes del cuerpo no puede ser representado por una curva simple, sino por una serie de ecuaciones que pueden ser alométricas o isométricas (Du Preez y McLachlan, 1984; Haefner, 1985; Quijano, 1985). Las especies del género *Callinectes* presentan semejanzas en la forma del cuerpo, cuyas variaciones aunadas a las modificaciones en tallas de los organismos, pueden revelar diferencias específicas relacionadas con los hábitats ocupados por las mismas especies. Asimismo, brindan criterios para la evaluación taxonómica y el establecimiento de tallas legales de captura para especies de interés comercial. Este es el caso de la jaiba del Golfo, un recurso alimenticio disponible en la plataforma continental del suroeste del Golfo de México, particularmente en el Banco de Campeche (García-Montes, 1985).

Por otro lado, el estudio de la fecundidad en poblaciones con potencial pesquero reviste un interés especial en vista de su relación con la intensidad de renovación de las mismas. Además, representa un aspecto básico en el conocimiento de la estrategia reproductiva y la evolución de la población, por lo cual constituye un elemento esencial en la dinámica de las poblaciones.

## INTRODUCTION

The relative growth in crustaceans is generally described by allometric and isometric growth equations (Taissier, 1960; Hartnoll, 1976; 1982). In some species the morphometric data have been used to differentiate male from female organisms and juvenile specimens from the sexually mature. This has been obtained by relating the discontinuity in the growth curve or by changing the allometric or isometric growth coefficient described. (Newcombe, 1949a; Teissier, 1960; Haley, 1973; Olmi and Bishop, 1983; García Montes, 1985). Nevertheless, the growth of certain parts of the body cannot be represented by a simple curve but by a series of equations which can be either allometric or isometric (Du Preez and Mc Lachlan, 1984; Haefner, 1985; Quijano, 1985). The *Callinectes* genus have similarities in body shape, which in conjunction with the modifications in size of the organisms, can reveal specific differences related to their habitats. At the same time, they give criteria for the taxonomic evaluation and establishment of legal catch size for the commercial species. This is the case of the Gulf crab, a food resource available in the continental platform of the southeast of the Gulf of Mexico, particularly in the Banco de Campeche (García-Montes, 1985).

On the other hand, the study of fecundity in populations with a fishing potential is of particular interest in relation to the renewal intensity of these populations. Moreover, its study represents a basic aspect of knowledge of the reproduction strategy and the evolution of the population. That is why it constitutes an essential element in the population dynamics.

Nowadays, there is no information about the relative morphometric growth and fecundity characteristics of *C. similis*. This study analyzes these characteristics for this species in the southwest area of the Gulf of Mexico.

Actualmente no se cuenta con información sobre las características morfométricas de crecimiento relativo y fecundidad de *C. similis*. El presente estudio analiza estas características de la población de esta especie en el área suroeste del Golfo de México.

## MATERIALES Y METODOS

La muestra poblacional analizada en el presente estudio fue obtenida durante la campaña PROGMEX-I (Prospección Oceanográfica del Golfo de México), efectuada en los meses de marzo y abril de 1983 a bordo del B/0 Justo Sierra.

La información referente al método de captura empleado ha sido descrito en detalle por García-Montes, (1985).

Para cada uno de los individuos identificados se obtuvo la siguiente información: sexo y madurez, de acuerdo a la forma del abdomen y telson (Williams, 1974); peso total (PT), mediante una balanza granataria con 0.1 gramos de aproximación (en todas las hembras grávidas se separó la masa ovígera previamente a su pesado); ancho total del caparazón (AC), considerado como la distancia entre las espinas anterolaterales; longitud total del caparazón (LC), obtenida a partir del extremo anterior del caparazón, entre la escotadura media del margen frontal, hasta el extremo posterior. Todas las medidas morfométricas se efectuaron con un Vernier, con precisión de 0.1 milímetro.

Con el fin de obtener los parámetros morfométricos y estimar el crecimiento relativo de la jaiba del Golfo, se procesaron estadísticamente los datos biométricos para calcular las regresiones entre: AC vs LC; AC vs PT y LC vs PT. Se aplicaron pruebas de "t" Student Fisher (Zar, 1974; Bhattacharyya, 1977), para determinar diferencias significativas en los valores del coeficiente de crecimiento "b", y el índice de crecimiento inicial "a", entre organismos juveniles y maduros por sexo.

Para la determinación de la fecundidad en la jaiba del Golfo se escogieron 37 hembras grávidas, las cuales comprendieron el mayor

## MATERIALS AND METHODS

The population sample analyzed in this study was obtained during the PROGMEX-I (Oceanographic Prospection of the Gulf of Mexico) project, in March and April, 1983 on board the B/0 Justo Sierra ship.

The information referring to the catch method has been described in detail by García-Montes, (1985).

For each of the identified individuals, the following information was obtained: sex and maturity according to the abdomen and telson shape (Williams, 1974); total weight (PT), using a platform balance  $\pm 0.1g$  (the ovigerous mass was taken apart from the gravid females before weighing them); total weight of the carapace (AC), considering the distance between the anterolateral spines; total length of the carapace (LC), starting with the anterior end of the carapace, in between the notch of the frontal margin and the rear end. All the morphometric measurements were taken with a Vernier  $\pm 0.1mm$ .

To obtain the morphometric parameters and to estimate the relative growth of the Gulf crab, the biometric data were statistically processed in order to calculate the regressions between: AC vs LC; AC vs PT and LC vs PT. "t" Student Fisher tests were applied (Zar, 1974; Bhattacharyya, 1977) in order to determine the significant differences between the growth coefficient "b" and the initial growth index "a" between juvenile and mature organisms by sex.

In order to determine the fecundity in the Gulf crab, 37 gravid females were chosen. They belonged to the biggest size intervals (62.0 - 102.0mm) of ovigerous females. The fecundity estimation, considered in this paper as the potential reproductive capacity of a female (number of eggs produced by spawning), was done by means of the gravimetric method described by Bagenal (1978), modified by the application of the Sampling Method, according to Gracia (1985). The number and size of the sampling units were obtained by the Cochran (1971) and Snedecor and Cochran (1971) formulas, using the ovigerous

intervalo de tallas (62.0-102.0mm) de hembras ovígeras. La estimación de la fecundidad, considerada en el presente estudio como la capacidad reproductiva potencial de una hembra (número de huevos producidos por desove), se efectuó por medio del método gravimétrico descrito por Bagenal (1978), modificado con la aplicación de la Teoría del Muestreo, según Gracia (1985). El número y tamaño de las unidades de muestreo se obtuvo mediante las fórmulas indicadas por Cochran, (1971) y Snedecor y Cochran, (1971) a partir del análisis de las masas ovígeras de tres hembras de diferente talla. En cada una de estas masas se examinaron muestras de diferente peso para determinar el tamaño de muestra óptima.

Se obtuvieron las regresiones entre peso total (PT), ancho del caparazón (AC) y largo del caparazón (LC) de fecundidad y peso total (PT) vs fecundidad relativa.

Todos los análisis de regresión empleados en el presente estudio se ajustaron al modelo más adecuado por medio del método de mínimos cuadrados, con base en el más alto grado de correlación, así como en el análisis de residuales de las relaciones propuestas (Snedecor y Cochran, 1971; Battacharyya, 1977). Para tal propósito se utilizó el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), versión 8 (Nie *et al.*, 1978).

## RESULTADOS

### Morfometría y crecimiento relativo.

Las mediciones de crecimiento relativo de individuos juveniles y adultos por sexo, divididos en clases de 2mm son incluidas en las Tablas I y II. El macho y la hembra de mayor talla tuvieron un AC de 129 y de 102mm, respectivamente. Las ecuaciones de regresión que expresan las relaciones del crecimiento relativo se presentan en la Tabla III. Las relaciones mostraron crecimiento alométrico, expresado por un modelo potencial (ANDEVA  $P < 0.001$ ). Se determinó una diferencia significativa ( $P < 0.001$ ), entre el crecimiento relativo del LC entre machos y hembras. En todas las regresiones se registraron diferencias signi-

masses analysis from three females of different size. In each of these masses, samples of different weight were examined in order to determine the size of the optimum sample.

The following regressions were obtained: total weight (PT), carapace width (AC) and carapace length (LC) vs fecundity and total weight (PT) vs relative fecundity.

All the regression analysis used in this study were adjusted to the most adequate model by the least square method, based on the highest degree of correlation, as well as the residual analysis of the suggested relations (Snedecor and Cochran, 1971; Battacharyya, 1977). For this purpose, the Statistical Package for the Social Science (SPSS), 8th version (Nie *et al.*, 1978) was used.

## RESULTS

### Morphometry and Relative Growth

The relative growth measurements of juvenile and adult individuals by sex, divided in 2mm class are included in Tables I and II. The biggest male and female measured 129 and 102mm AC respectively. The regression equations that express the relative growth relations are shown in Table III. The relations showed an allometric growth, expressed by a potential model (ANDEVA  $P < 0.001$ ). A significant difference ( $P < 0.001$ ) was determined in the relative LC growth between males and females. In all regressions, significant differences ( $P < 0.05$ ) were recorded in the initial growth index "a" values as in the growth coefficient "b" for juveniles, adults and the total sample (juvenile and adult individuals) by sex. This analysis showed significant differences in the three mentioned cases ( $P < 0.001$ ). The "a" index and the "b" coefficient were greater for the female juveniles (Figs. 1 and 2; Table III). This difference is inverted when the organisms reach their maturity stage. The relative growth of the carapace length was greater in the case of males ( $P < 0.001$ ) (Figs. 3 and 4). When analyzing the total sample by sex (Figs. 5 and 6), a significant difference

**Tabla I.** Mediciones del crecimiento relativo para machos de *Callinectes similis*.  
**Table I.** Measurements of the relative growth of the males of *Callinectes similis*.

Clase de ancho del caparazón (mm)	Ancho del caparazón	Largo del caparazón	Peso total (g)
<b>Juveniles</b>			
20-29 (5)	27.2 ± 1.48	11.4 ± 0.89	1.34 ± 0.17
30-39 (44)	35.4 ± 2.97	15.0 ± 1.90	2.80 ± 0.69
40-39 (36)	43.3 ± 2.61	18.6 ± 1.50	5.06 ± 0.99
50-59 (10)	51.2 ± 1.13	22.3 ± 0.67	7.78 ± 0.62
<b>Maduros</b>			
40-49 (3)	48.6 ± 0.57	20.6 ± 0.58	10.06 ± 1.23
50-59 (23)	56.0 ± 3.46	24.0 ± 1.55	13.77 ± 3.14
60-69 (13)	65.0 ± 2.51	28.3 ± 1.10	21.67 ± 3.28
70-79 (16)	72.4 ± 3.14	32.1 ± 1.14	29.42 ± 4.53
80-89 (21)	84.1 ± 3.24	37.3 ± 1.19	44.36 ± 5.63
90-99 (29)	93.4 ± 2.35	41.9 ± 1.33	59.44 ± 7.44
100-109 (28)	105.2 ± 2.59	44.3 ± 1.64	84.35 ± 6.10
110-119 (18)	112.0 ± 2.87	49.1 ± 0.99	103.42 ± 9.98
120-129 (4)	122.8 ± 4.27	54.3 ± 2.87	143.90 ± 9.93

Nota: El número en paréntesis representa el número de organismos medidos.

Note: The number between parenthesis represents the number of organisms measured.

**Tabla II.** Mediciones del crecimiento relativo para hembras de *Callinectes similis*.  
**Table II.** Measurements of the relative growth of the females of *Callinectes similis*.

Clase de ancho del caparazón (mm)	Ancho del caparazón	Largo del caparazón	Peso total (g)
<b>Juveniles</b>			
20-29 (5)	28.4 ± 0.54	11.0 ± 0.70	1.28 ± 0.04
30-39 (25)	34.9 ± 2.33	14.6 ± 1.32	2.36 ± 0.48
40-49 (20)	44.4 ± 2.28	18.7 ± 1.25	4.85 ± 0.99
50-59 (39)	54.5 ± 3.16	23.5 ± 1.64	9.76 ± 1.59
60-69 (25)	63.6 ± 2.92	27.9 ± 1.68	16.40 ± 2.70
70-79 (6)	71.2 ± 1.60	31.5 ± 1.37	22.71 ± 1.75
<b>Maduros</b>			
60-69 (2)	65.0 ± 1.41	29.5 ± 0.70	20.85 ± 0.42
70-79 (17)	77.1 ± 2.47	35.2 ± 1.25	33.98 ± 3.72
80-89 (45)	84.0 ± 2.97	38.1 ± 1.50	42.43 ± 4.56
90-99 (25)	92.0 ± 2.32	42.0 ± 1.45	53.52 ± 4.39

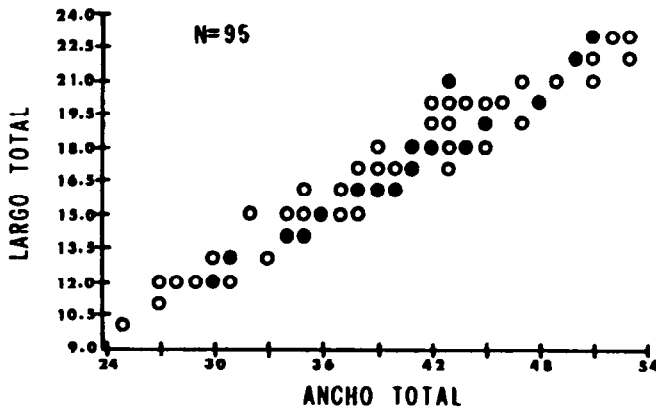
Nota: El número en paréntesis representa el número de organismos medidos.

Note: The number between parenthesis represents the number of organisms measured.

**Tabla III.** Resumen de las ecuaciones de regresión para las relaciones ancho (AC) - largo del caparazón (LC) de *Callinectes similis*.

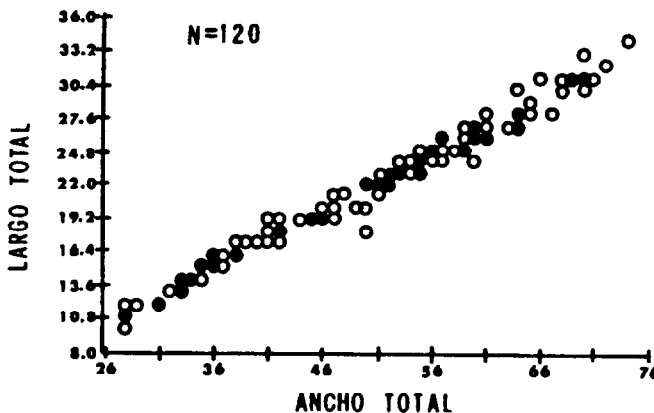
**Table III.** Abstract of the regression equations for the relations between width (AC) and length (LC) of the carapace of *Callinectes similis*.

Parámetros	Estado	Sexo	N	Regresión	r	P
AC (X)	Juvenil	♂	95	$Y=0.5182X^{1.090}$	0.94	<0.001
	Juvenil	♀	120	$Y=0.5578X^{1.112}$	0.98	<0.001
VS	Maduro	♂	155	$Y=0.4175X^{1.031}$	0.99	<0.001
	Maduro	♀	89	$Y=0.3807X^{1.020}$	0.95	<0.001
LC (Y)	Totales	♂	250	$Y=0.4519X^{1.049}$	0.99	<0.001
	Totales	♀	209	$Y=0.5557x^{1.111}$	0.99	<0.001



**Figura 1.** Relación ancho-largo del caparazón de los machos juveniles de *Callinectes similis*.

**Figure 1.** Relation between the width and the length of the carapace of the juvenile males of *Callinectes similis*.



**Figura 2.** Relación ancho-largo del caparazón de las hembras juveniles de *Callinectes similis*.

**Figure 2.** Relation between the width and the length of the carapace of the juvenile females of *Callinectes similis*.

ficativas ( $P < 0.05$ ) tanto en los valores del índice de crecimiento inicial "a" como el coeficiente de crecimiento "b" para juveniles, adultos y la muestra total (individuos juveniles y adultos) por sexo. Este análisis reveló diferencias significativas en los tres casos anteriores ( $P < 0.001$ ). Tanto el índice "a" y el coeficiente "b" resultaron ser mayores en las hembras juveniles. (Figs. 1 y 2; Tabla III); esta diferencia se invierte al alcanzar los organismos su etapa de madurez, cuando el crecimiento relativo del largo del caparazón es mayor en machos ( $P < 0.001$ ) (Figs. 3 y 4). Al analizar la muestra total por sexo (Figs. 5 y 6), se detectó una diferencia significativa ( $P < 0.001$ ), entre el crecimiento relativo del largo del caparazón de los individuos y el ancho del mismo, el cual resultó ser mayor en el caso de las hembras.

Las tasas de incremento en peso con respecto al AC y LC para los individuos juveniles, adultos y la muestra total por sexo, se presentan en la Figuras 7 a 18. Las ecuaciones de regresión correspondientes se incluyen en las Tablas IV y V. Las relaciones AC-PT y LC-PT para los tres conjuntos se ajustaron a un modelo potencial (ANDEVA  $P < 0.001$ ). Las relaciones AC-PT para hembras juveniles presentaron heterogonía positiva (Fig. 8), mientras que en organismos adultos esta relación se invirtió ( $P < 0.001$ ). En contraste los individuos machos de *C. similis* en fases juveniles y adultas presentaron una relación negativa (Figs. 7 y 9) ( $P < 0.001$ ). El análisis de la muestra total en ambos sexos indicó una relación positiva (Figs. 11 y 12). En las relaciones AC-PT se reconocieron diferencias significativas entre juveniles, adultos y muestra total por sexo, en el coeficiente de crecimiento "b" y el índice de crecimiento inicial "a" ( $P < 0.001$ ).

En las relaciones LC-PT se observan condiciones de crecimiento heterogónico negativo en las tres categorías por sexo (Figs. 13 a 18), y las pruebas de diferencia entre los coeficientes de crecimiento para todas las relaciones mostraron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ). Asimismo, el índice de crecimiento inicial presentó diferencias entre machos y hembras en todas las relaciones descritas ( $P < 0.001$ ).

( $P < 0.001$ ) between the length and width relative growth of the carapace of the individuals was found and was greater in the case of the females.

The increase weight rates regarding AC and LC for juvenile and adult individuals and the total sample by sex are shown in figures 7 to 18; the regression equations are included in Tables IV and V. The AC-PT and LC-PT relation of the three groups were adjusted to a potential model (ANDEVA  $P < 0.001$ ). In contrast, the male organisms of *C. similis* in the juvenile and adult phase showed a negative relation (Fig. 7 and 9) ( $P < 0.001$ ). The analysis of the total sample for both sexes showed a positive relation (Fig. 11 and 12). In the AC-PT relations, significant differences were detected between juveniles, adults and total sample by sex in the growth coefficient "b" and the initial growth index "a" ( $P < 0.001$ ).

In the LC-PT relations, negative heterogonous growth conditions were observed in the three categories by sex (Fig. 13 to 18, and the difference proves among the growth coefficients for all relations showed significant differences ( $P < 0.001$ ). The initial growth index showed differences between males and females in all the described relations ( $P < 0.001$ ).

### Fecundity

Table VI shows an estimation of the total number of eggs spawn by a *C. similis* female, as well as the total width (AC) measurements of the carapace, total length (LC), total weight (PT) and average number of eggs of a 0.03g sample for each of the 37 individuals analyzed. The average number of eggs by sample unit (0.03g), by specimen, varied from a lower limit of 1,082 eggs in one organism of 74mm AC, to an upper limit of 1,114 eggs for the 69mm individual. The variation observed in the average number of eggs in a 0.03g weight sample is illustrated in Figure 19.

The fecundity for the 37 specimens occurred in intervals from 125,734 to 986,393 eggs for the 62 and 102mm individuals respectively. The number of eggs by spawning showed a positive linear relation with the and total weight; these correlations (0.95, 0.93

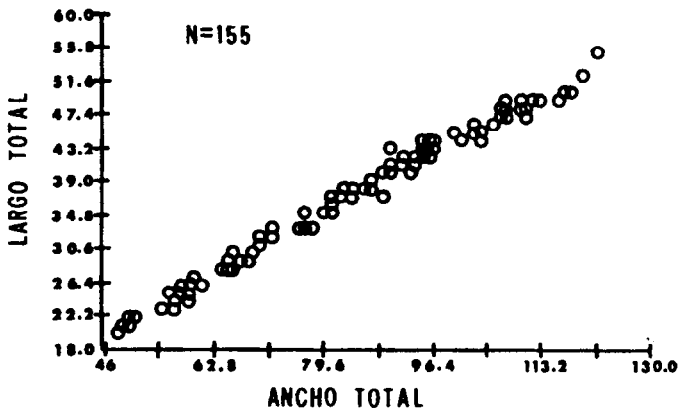


Figura 3. Relación ancho-largo del caparazón de los machos maduros de *Callinectes similis*.  
Figure 3. Relation between the width and the length of the carapace of the adult males of *Callinectes similis*.

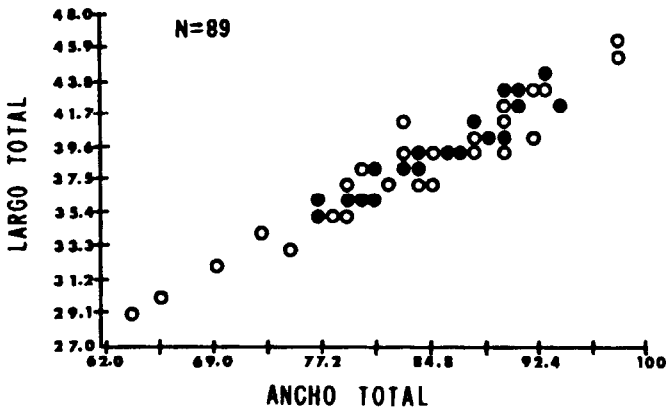


Figura 4. Relación ancho-largo del caparazón de las hembras maduras de *Callinectes similis*.  
Figure 4. Relation between the width and the length of the carapace of the adult females of *Callinectes similis*.

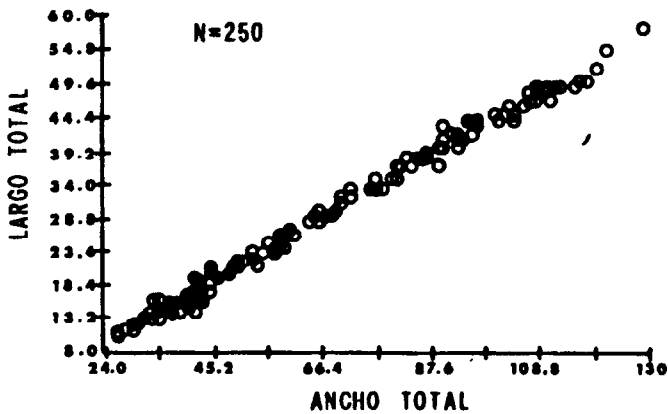
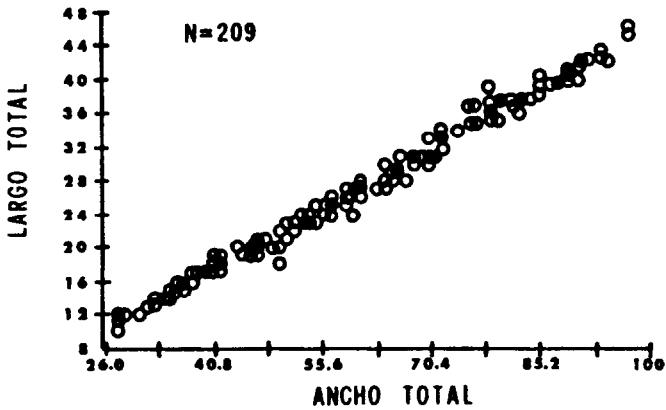
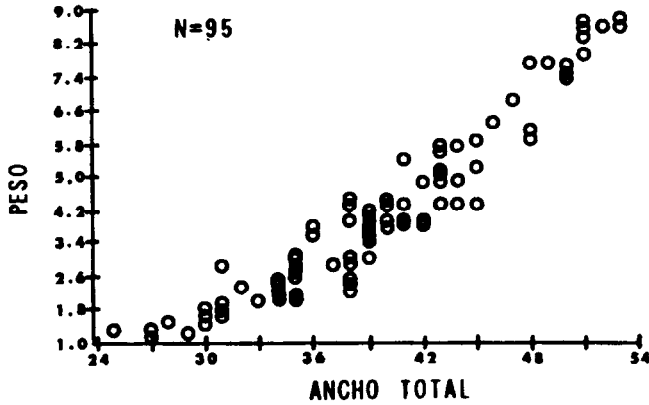


Figura 5. Relación ancho-largo del caparazón de los totales de machos de *Callinectes similis*.  
Figure 5. Relation between the width and the length of the carapace of the total number of males of *Callinectes similis*.

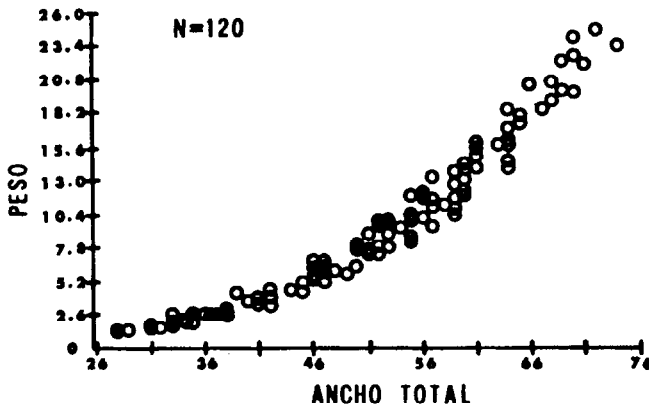




**Figura 6.** Relación ancho-largo del caparazón de los totales de las hembras de *Callinectes similis*.  
**Figure 6.** Relation between the width and the length of the carapace of the totals of females of *Callinectes similis*.



**Figura 7.** Relación ancho del caparazón-peso total de los machos juveniles de *Callinectes similis*.  
**Figure 7.** Relation between the carapace width and total weight of the juvenile males of *Callinectes similis*.



**Figura 8.** Relación ancho del caparazón-largo de las hembras juveniles de *Callinectes similis*.  
**Figure 8.** Relation between the carapace length and total weight of the juvenile females of *Callinectes similis*.

**Tabla IV.** Resumen de las ecuaciones de regresión para las relaciones ancho del caparazón (AC) - peso total (PT) de *Callinectes similis*.

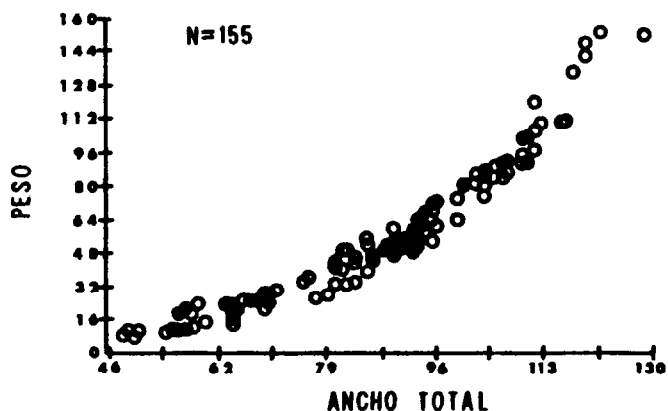
**Table IV.** Abstract of the regression equations for the relations between width of the carapace (AC) and total weight (PT) of *Callinectes similis*.

Parámetros	Estado	Sexo	N	Regresión	r	P
AC (X)	Juvenil		95	$Y = 3.9649X^{2.845}$	0.97	<0.001
	Juvenil		120	$Y = 4.5469X^{2.185}$	0.99	<0.001
VS	Maduro		155	$Y = 3.9196X^{2.891}$	0.98	<0.001
	Maduro		89	$Y = 3.6194X^{2.726}$	0.96	<0.001
PT (Y)	Totales		250	$Y = 4.4277X^{3.149}$	0.99	<0.001
	Totales		209	$Y = 4.7276X^{3.296}$	0.99	<0.001

**Tabla V.** Resumen de las ecuaciones de regresión para las relaciones largo del caparazón (LC) - peso total (PT) de *Callinectes similis*.

**Table V.** Abstract of the regression equations for the relations between length of the carapace (LC) and total weight (PT) of *Callinectes similis*.

Parámetros	Estado	Sexo	N	Regresión	r	P
LC (X)	Juvenil		95	$Y = 2.4782X^{2.498}$	0.95	<0.001
	Juvenil		120	$Y = 2.9075X^{2.832}$	0.98	<0.001
VS	Maduro		155	$Y = 2.7065X^{2.775}$	0.97	<0.001
	Maduro		89	$Y = 2.4174X^{2.986}$	0.92	<0.001
PT (Y)	Totales		250	$Y = 3.0501X^{2.986}$	0.98	<0.001
	Totales		209	$Y = 3.0598X^{2.954}$	0.99	<0.001



**Figura 9.** Relación ancho del caparazón-peso total de los machos maduros de *Callinectes similis*.

**Figure 9.** Relation between the carapace width and total weight of the adult males of *Callinectes similis*.

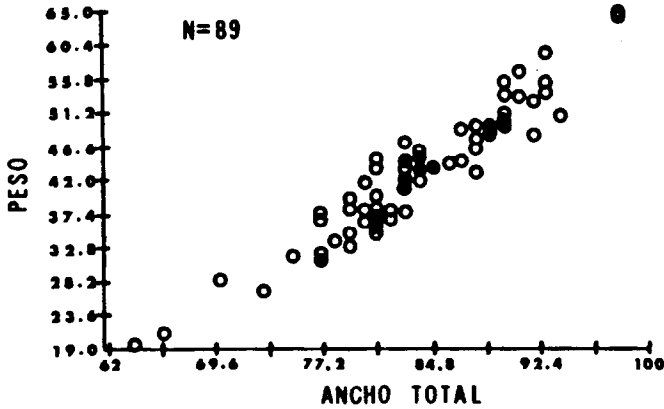


Figura 10. Relación ancho del caparazón-peso de las hembras maduras de *Callinectes similis*.  
Figure 10. Relation between the carapace width and total weight of the adult female of *Callinectes similis*.

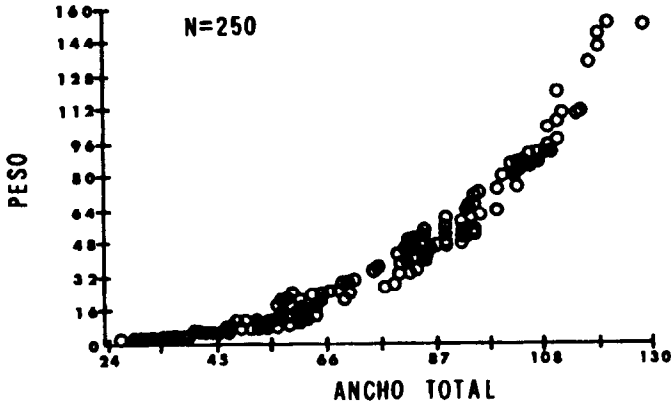


Figura 11. Relación ancho del caparazón-peso total de los totales de machos de *Callinectes similis*.  
Figure 11. Relation between the carapace width and total weight of the totals of males of *Callinectes similis*.

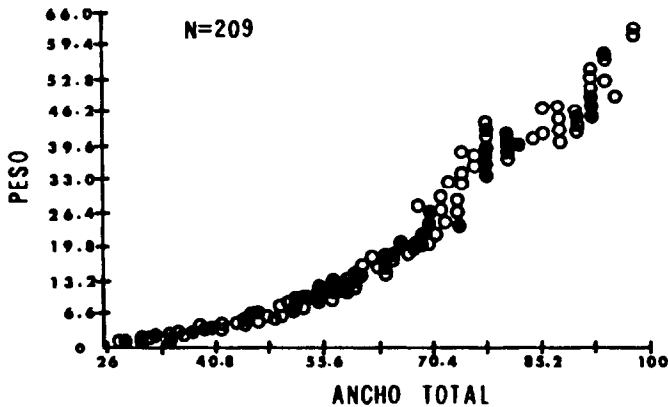


Figura 12. Relación ancho del caparazón-peso total de los totales de hembras de *Callinectes similis*.  
Figure 12. Relation between the carapace width and the total weight of the totals of the females of *Callinectes similis*.

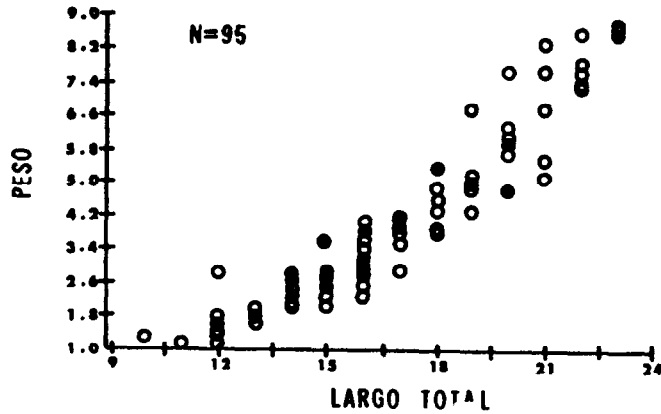


Figura 13. Relación largo del caparazón-peso total de los machos juveniles de *Callinectes similis*.  
Figure 13. Relation between the carapace length and the total weight of the juvenile males of *Callinectes similis*.

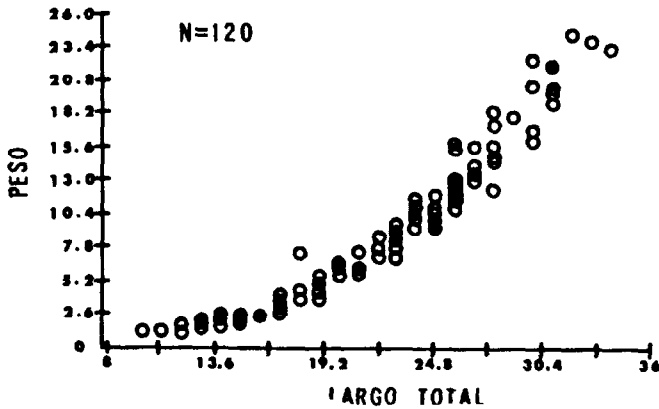


Figura 14. Relación largo del caparazón-peso total de las hembras juveniles de *Callinectes similis*.  
Figure 14. Relation between the carapace length and the total weight of the juvenile females of *Callinectes similis*.

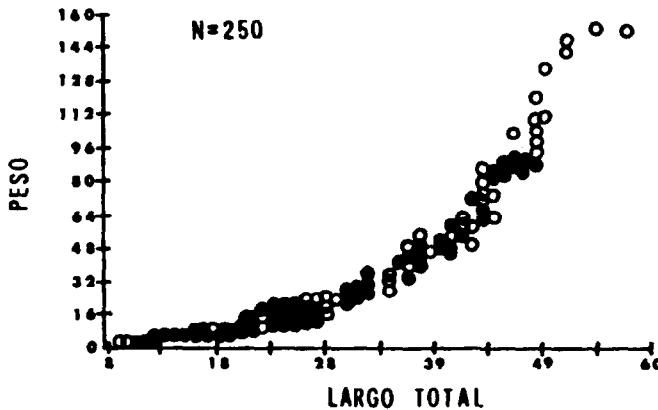


Figura 15. Relación largo del caparazón-peso total de los machos maduros de *Callinectes similis*.  
Figure 15. Relation between the carapace length and the total weight of the adult males of *Callinectes similis*.

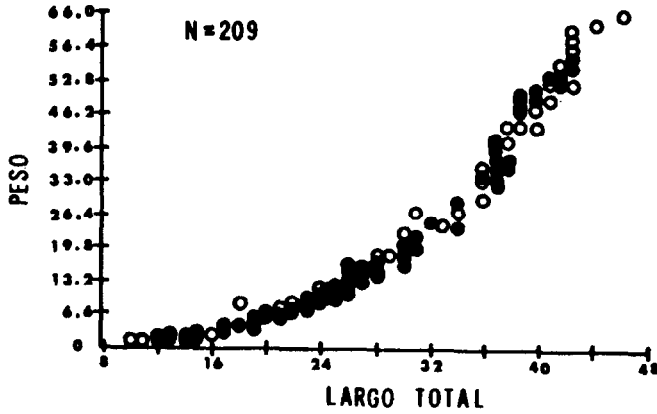


Figura 16. Relación largo del caparazón-peso total de las hembras maduras de *Callinectes similis*.  
Figure 16. Relation between the carapace length and the total weight of the adult females of *Callinectes similis*.

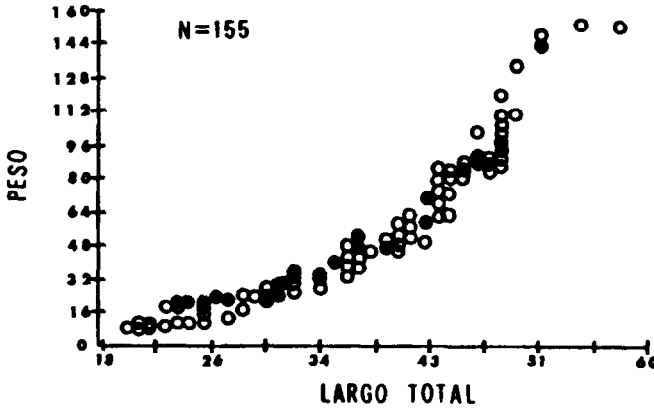


Figura 17. Relación largo del caparazón-peso total de los de los totales de machos de *Callinectes similis*.  
Figure 17. Relation between the carapace length and the total weight of the totals of the males of *Callinectes similis*.

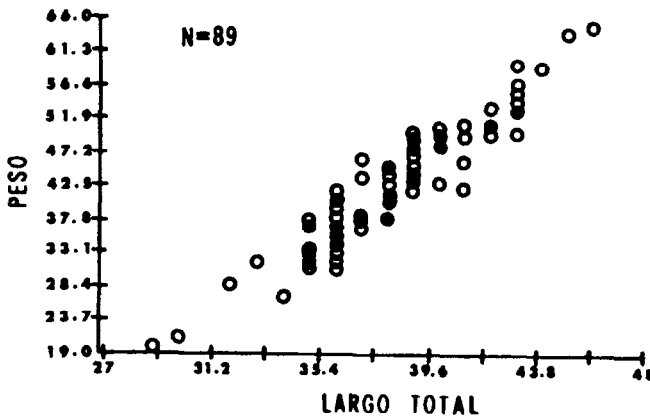
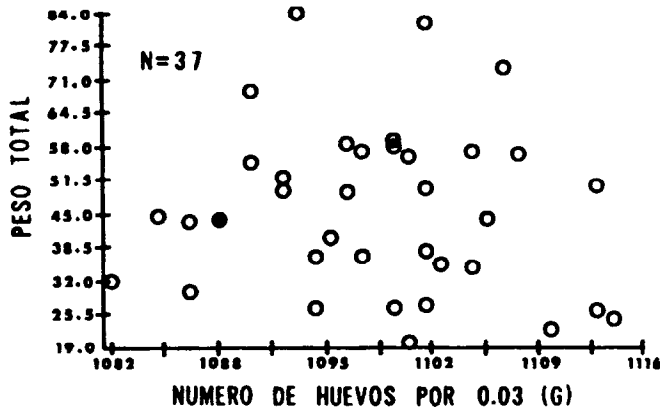


Figura 18. Relación largo del caparazón-peso total de los totales de hembras de *Callinectes similis*.  
Figure 18. Relation between the carapace length and the total weight of the totals of the females of *Callinectes similis*.



**Figura 19.** Relación entre el número de huevos por 0.03g de muestra y el peso total de *Callinectes similis*.

**Figure 19.** Relation between the number of eggs per 0.03g of sample and the total weight of *Callinectes similis*.

### Fecundidad

En la Tabla VI se presenta la estimación del número total de huevos producidos por hembra de *C. similis*, así como las mediciones del ancho total del caparazón (AC), largo total (LC), peso total (PT) y número promedio de huevos por 0.03g de muestra para cada uno de los 37 ejemplares examinados. El número promedio de huevos por unidad de muestreo (0.03g), por espécimen varió, de un límite inferior de 1,082 huevos en un organismo de 74mm de AC, a un límite superior de 1,114 huevos para el ejemplar de 69mm. La variación observada en el número promedio de huevos por 0.03g de muestra para el peso de los ejemplares se ilustra en la Figura 19.

La fecundidad para los 37 ejemplares se presentó en un intervalo de 125,734 a 986,393 huevos para ejemplares de 62 y 102mm respectivamente. El número de huevos por desove presentó una relación lineal positiva con el ancho del cefalotórax, longitud del cefalotórax y peso total, cuyas correlaciones (0.95, 0.93 y 0.96) fueron altamente significativas ( $P < 0.001$ ; Figs. 20 a 22). El análisis de residuales obtenido para estas relaciones confirma la existencia de la poca variabilidad en la dispersión de los datos y el ajuste de ellos a la relación antes descrita.

and 0.96) were highly significant ( $P < 0.001$ ; Figs. 20 to 22). The residual analysis obtained for these relations confirms the existence of the slight variability in the data dispersion and their adjustment to the relation described above.

The relative fecundity did not show a significant correlation with the Gulf crab total weight ( $0.2 > P > 0.1$ ). In this case, the correlation coefficient in the dispersion diagram (Fig. 23) was very low and the negative slope was near zero.

Most eggs measured in this study corresponded to the initial development stage (sexual phase 3; orange color) and reached an average diameter of 298 $\mu$ . According to the structure of the population sample of ovigerous females obtained in the PROGOMEX-1 campaign and the fecundity estimations, it is possible to infer that the class included in the 80-100mm AC interval contributed to 76% of the total egg-production of the population sampled.

## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

### Morphometry and Relative Growth

The constancy of the shape during the growth of the brachyuran crabs is maintained within certain limits during particular physio-

**Tabla VI.** Ancho y largo del caparazón (AC-LC), peso total (PT), peso seco de la masa de huevos, número de huevos promedio por 0.03g de muestra, fecundidad estimada y fecundidad relativa de los 37 ejemplares de hembras ovígeras de *Callinectes similis*.**Table VI.** Width and length of the carapace (AC-LC), total weight (PT), dry weight of the eggs mass, average number of eggs per 0.03g of sample, estimated fecundity and relative fecundity of the 37 ovigerous female samples of *Callinectes similis*.

AC X LC (mm)	PT (g)	Peso seco de la masa de huevos (g)	Número de huevos promedio por 0.03 (g)	Fecundidad estimada	Fecundidad relativa
62 x 28	19.9	0.3426	1,101	125,734	6,318
64 x 29	22.3	0.4813	1,110	178,187	7,990
68 x 32	26.0	0.9775	1,113	362,760	13,952
69 x 31	24.7	1.0486	1,114	389,495	15,769
72 x 34	26.6	1.1887	1,095	433,741	16,306
73 x 33	27.2	1.1832	1,102	434,889	15,989
73 x 34	26.3	1.1963	1,100	438,775	16,683
74 x 34	29.5	1.2480	1,087	452,329	15,333
74 x 35	31.6	1.2569	1,082	453,322	14,346
75 x 35	36.4	1.2375	1,095	451,824	12,413
77 x 33	34.5	1.2480	1,105	459,817	13,328
77 x 35	37.5	1.4454	1,102	531,103	14,163
78 x 36	36.4	1.5160	1,098	555,023	15,248
79 x 36	34.8	1.5104	1,103	555,153	15,953
80 x 36	39.9	1.5589	1,096	569,518	14,274
81 x 36	43.9	1.6133	1,089	585,445	13,336
81 x 37	43.5	1.5978	1,106	589,056	13,542
82 x 38	43.2	1.6336	1,087	592,087	13,706
82 x 38	44.0	1.6572	1,085	599,354	13,622
83 x 37	43.2	1.6563	1,089	601,149	13,913
84 x 38	49.2	1.6943	1,102	622,185	12,646
84 x 38	48.9	1.7122	1,093	623,811	12,757
85 x 39	49.9	1.7181	1,113	637,220	12,770
86 x 38	48.8	1.7338	1,097	633,993	12,992
87 x 40	54.5	1.7486	1,091	635,907	11,668
88 x 39	51.4	1.7522	1,093	638,578	12,424
89 x 40	58.8	1.7494	1,100	641,248	11,702
91 x 40	55.5	1.7888	1,101	656,287	11,825
91 x 40	58.3	1.8462	1,097	675,297	11,583
92 x 40	57.8	1.8258	1,100	669,661	11,586
92 x 42	56.8	1.8354	1,098	671,756	11,827
93 x 41	56.9	1.9154	1,105	720,454	12,662
94 x 44	56.2	1.9739	1,108	728,803	12,968
96 x 44	68.8	2.0432	1,091	743,044	10,800
98 x 45	72.9	2.1967	1,107	810,333	11,116
100 x 45	81.9	2.1975	1,102	807,215	09,856
102 x 45	83.5	2.7041	1,094	986,393	11,813

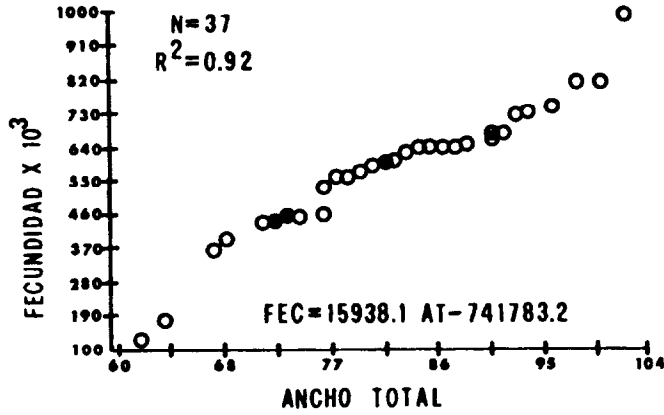


Figura 20. Relación ancho del caparazón-fecundidad de *Callinectes similis*.  
 Figure 20. Relation between the carapace width and the fecundity of *Callinectes similis*.

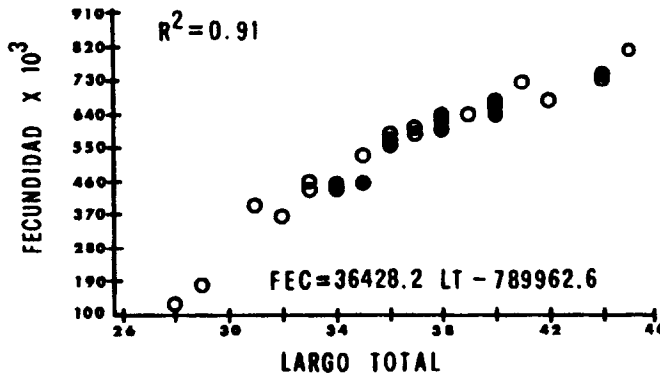


Figura 21. Relación largo del caparazón-fecundidad de *Callinectes similis*.  
 Figure 21. Relation between the carapace length and the fecundity of *Callinectes similis*.

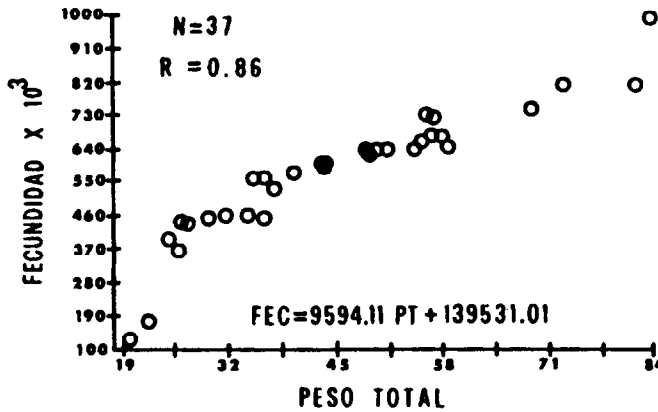


Figura 22. Relación peso total-fecundidad de *Callinectes similis*.  
 Figure 22. Relation between total weight and the fecundity of *Callinectes similis*.



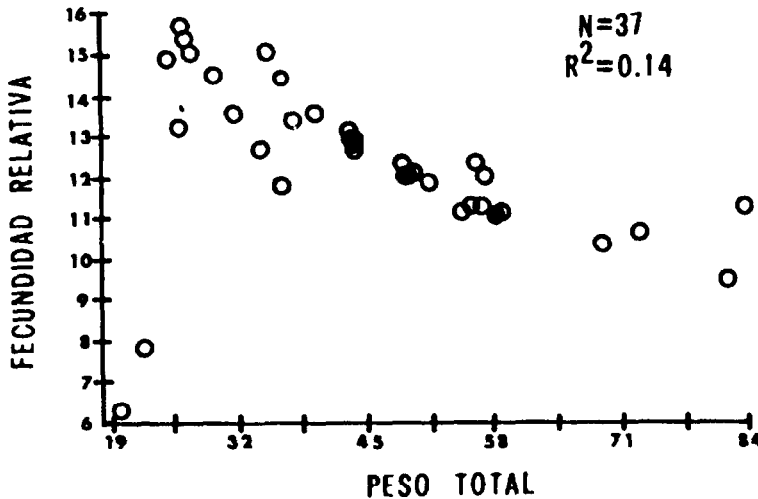


Figura 23. Relación peso total-fecundidad relativa de *Callinectes similis*.  
 Figure 23. Relation between the total weight and the relative fecundity of *Callinectes similis*.

La fecundidad relativa no mostró correlación significativa con el peso total de la jaiba del Golfo ( $0.2 > P > 0.1$ ). En este caso el coeficiente de correlación en el diagrama de dispersión (Fig. 23) fue muy bajo y la pendiente negativa cercana a cero.

La mayor parte de los huevecillos medidos en este estudio correspondieron a la etapa inicial de desarrollo (Fase sexual 3; color naranja) y alcanzaron un diámetro promedio de  $298\mu$  con una desviación estándar de  $11.2\mu$ . De acuerdo a la estructura de la muestra de la población de hembras ovígeras obtenida en la campaña PROGMEEX-1 y las estimaciones de fecundidad, se puede inferir que las clases comprendidas en el intervalo de 80-100mm de AC contribuyeron con el 76% de la producción total de huevos de la población muestreada.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

### Morfometría y crecimiento relativo.

La constancia de la forma en el crecimiento de los cangrejos braquiuros se mantiene dentro de ciertos límites en períodos fisiológicos particulares. Las tasas de crecimiento diferencial cambian en respuesta a condiciones metabólicas y ambientales especí-

logical periods. The differential growth rates change in response to specific metabolic and environmental conditions. These characteristics have been shown by some researchers (Gray and Newcombe, 1938; Newcombe *et al.*, 1949a and b; Tagatz, 1965; Hartnoll, 1976; Du Preez and McLachlan, 1984a; Haefner, 1985), giving them different importance. It has been observed that the linear growth rates, as well as the growth in the weight rates, change once the organisms reach their sexual maturity (Hartnoll, 1976). This condition occurs with the results obtained in the study of the population of *C. similis* analyzed, for which the initial growth index "a" as well as the growth coefficient "b" vary when the individuals reach their maturity size.

In both cases, the morphometric proportions of linear growth between the width and the length of the carapace are larger in both cases for the juvenile females than for the males until the latter ones reach their sexual maturity. Once they mature, they increase their size considerably, inverting this relation. These characteristics have already been recognized for other brachyurans (Newcombe *et al.*, 1949a and b; Haley, 1969; Finney and Abele, 1981; Du Preez and Mc Lachlan, 1984) and in general show differences in the shape of the reproductive apparatus, according to the allometric type.

ficas. Estas características han sido demostradas por varios investigadores (Gray y Newcombe, 1938; Newcombe *et al.*, 1949a y b; Tagatz, 1965; Hartnoll, 1976; Du Preez y McLachlan, 1984a; Haefner, 1985) con diferentes grados de énfasis. Se ha observado que las tasas de crecimiento lineales, así como las de crecimiento en peso, cambian al alcanzar los organismos su madurez sexual (Hartnoll, 1976). Esta condición se cumple con los resultados obtenidos en el estudio de la población de *C. similis* analizada, cuyo índice de crecimiento inicial "a", así como el coeficiente de crecimiento "b", varían al alcanzar los individuos su talla de madurez.

Las proporciones morfométricas de crecimiento lineal entre el ancho y largo del caparazón en ambos casos son mayores en las hembras juveniles con respecto a los machos hasta que éstos alcanzan su madurez sexual. Una vez que maduran, adquieren un notable incremento en el largo del caparazón invirtiéndose esta relación. Esta característica ya ha sido reconocida en otros braquiuros (Newcombe *et al.*, 1949a y b; Haley, 1969; Finney y Abele, 1981; Du Preez y McLachlan, 1984) y generalmente refleja diferencias en la forma del aparato reproductivo de la especie estudiada, en función del tipo de alometría.

El crecimiento relativo en *C. similis*, presentó heterogonía positiva en individuos de ambos sexos (Tabla III). Al comparar este crecimiento dentro del género *Callinectes*, se puede demostrar que éste varía ampliamente entre los calculados para las especies *C. sapidus*, *C. arcuatus* y *C. toxotes*. Newcombe *et al.* (1949a) reconocen heterogonía negativa para *C. sapidus* y Quijano (1985) determina una relación isométrica entre los parámetros de *C. arcuatus* y *C. toxotes*. Esta variación en el crecimiento relativo ocurre en otros géneros como *Ocypode* (Haley, 1973) y *Ovalipes* (Du Preez y McLachlan, 1984), por lo que en la estimación del crecimiento relativo de las partes del cuerpo con fines taxonómicos, deberá tomarse en cuenta el dimorfismo sexual inferido a partir de los coeficientes de crecimiento y evitar de esta manera la extrapolación de estos parámetros entre los géneros y especies de cangrejos braquiuros.

The relative growth in *C. similis* showed a positive heterogony in individuals of both sexes (Table III). When comparing this growth in the *Callinectes* genus, it can be shown that this varies considerably for the *C. sapidus*, *C. arcuatus* and *C. toxotes*. Newcombe *et al.* (1949a) recognize a negative heterogony for *C. sapidus* and Quijano (1985) determines an isometric relation between the *C. arcuatus* and *C. toxotes* parameters. This variation in the relative growth occurs in other genera such as *Ocypode* (Haley, 1973) and *Ovalipes* (Du Preez and McLachlan, 1984). That is why in the estimation of the relative growth of the body parts, the inferred sexual dimorphism should be considered, for taxonomic purposes, from the growth coefficient, thus avoiding the extrapolation of this parameters to the genera and species of the Brachyuran crabs.

As to the weight increase rates, it has been possible to show that they satisfy the allometric growth law in the two linear dimensions used, and that at some stage, two or more changing periods can be recognized (Newcombe *et al.*, 1949a and b). A carapace width of 50mm and 68mm for males and females respectively is the approximate size in which a change in the growth coefficient of these organisms occurs. This happens in the interval where the individuals reach sexual maturity (Figs. 11 and 12).

When analysing the weight increase coefficients of the relations described, a greater weight for the juvenile females than for the males of similar size was determined. This characteristic is inverted when the organisms reach sexual maturity. Tagatz (1965) establishes differences in weight for *C. sapidus*, due to a general increase in length of the female anterolateral spines in relation to their total weight. The puberty change of the female blue crab is generally followed by a transition to a long spine shape (Gray and Newcombe, 1938). In this study, although females and males with long spines were caught, males were scarce. It may possibly have contributed to the differences in weight observed in the total values of males and females between the carapace width-weight and carapace length-weight.

Con respecto a las tasas de incremento en peso, se ha podido demostrar que cumplen con la ley de crecimiento alométrico en las dos dimensiones lineales utilizadas, y que en algún instante se pueden reconocer dos o más períodos de cambio (Newcombe et al., 1949a y b). Un ancho de caparazón de 50mm y 68mm para machos y hembras respectivamente, es la talla aproximada en la cual existe un cambio en el coeficiente de crecimiento de estos organismos. Esto se manifiesta al observar el intervalo de tallas en donde los individuos alcanzan su madurez sexual (Figuras 11 y 12).

Al analizar los coeficientes de incremento en peso de las relaciones descritas, se determinó un mayor peso por parte de las hembras juveniles con respecto a los machos de tamaño similar; esta característica se invierte al alcanzar los organismos su madurez sexual. Tagatz (1965) al respecto, establece para *C. sapidus* diferencias en peso debidas a un incremento general en el largo de las espinas anterolaterales de las hembras en relación a su peso total. La muda de pubertad de las hembras de la jaiba azul está generalmente acompañada por una transición a la forma de espinas largas (Gray y Newcombe, 1938). En este estudio, hembras y machos de espinas largas fueron capturados, pero estos últimos fueron muy escasos, lo cual contribuyó posiblemente a las diferencias en peso observadas entre los valores totales de machos y hembras en las relaciones ancho del caparazón-peso y largo del caparazón-peso.

Por otro lado, al comparar los coeficientes de crecimiento con los de otros miembros del género *Callinectes* se puede observar que en los organismos maduros de *C. sapidus* y *C. toxotes*, al igual que *C. similis*, se presenta alometría negativa (Newcombe et al., 1949a; Quijano, 1985), en tanto que en *C. bellicosus* y *C. arcuatus* se presenta alometría positiva (Paul, 1981). Estas variaciones, en cuanto al coeficiente de incremento en peso, señalan diferentes características específicas respecto al crecimiento relativo de sus partes corporales. Por ello, consideraciones al respecto deben tomarse en cuenta al efectuar estudios biológico-pesquero en estas especies, debido a que además de reflejar diferencias en la forma del aparato reproductivo entre sexos, forma

On the other hand, when comparing the growth coefficients with those of other members of the *Callinectes* genus, it can be observed that the mature organisms of *C. sapidus*, *C. toxotes* and *C. similis* present negative allometry (Newcombe et al., 1949a; Quijano, 1985), whereas for *C. bellicosus* and *C. arcuatus* positive allometry is shown (Paul, 1981). These variations, referring to the weight increase coefficient, present different specific characteristics with respect to the relative growth of their body parts. This is why these considerations should be taken into account when carrying out biological-fishing studies of these species, because besides presenting differences of the reproductive apparatus between sexes, they are also part of the adaptation strategies of the organisms to their environment (Hartnoll, 1983; Huber, 1985).

In the case of the Gulf crab, the growth coefficient "b" for the carapace length-weight relation is significantly smaller than three in both sexes. When comparing this coefficient in the genus it is possible to show a correspondence with the values obtained by Cadman and Weinstein (1985) for *C. sapidus* juveniles. This indicates a difference in the specific gravity, a difference in shape, or both. The absence of this negative allometry in some relations between the carapace width and the weight is attributed to the differences observed in the length of the anterolateral spines mentioned above. Unfortunately, there are no data of the specific gravity in this study but those records were taken by Olmstead y Baumberger in 1923 (apud Newcombe et al., 1949a) who observed differences in the specific gravity and *Pachygrapsus crassipes*. These differences can be an index of significant variations in shape of a species, although it can also happen during the life cycle and affect the growth relations. On the other hand, the variability in the carapace width which include the anterolateral spines, whose measure is widely used in biologic-fishing studies, show serious restrictions for their interpretation. That is why it is suggested to reduce this variable and to substitute it for the length of the carapace (Gray and Newcombe, 1983) or for the width as well, starting from the base of the anterolateral spines (vide Williams, 1974). This would lead us to establish adequate

parte de las estrategias adaptativas de los organismos a su medio ambiente (Hartnoll, 1983; Huber, 1985).

En la jaiba del Golfo, el coeficiente de crecimiento "b" para la relación largo del caparazón-peso, es significativamente menor de tres en ambos sexos. Al comparar este coeficiente dentro del género se puede demostrar una correspondencia con los valores obtenidos por Cadman y Weinstein, (1985) para juveniles de *C. sapidus*. Ahora bien, esto indica una diferencia en la gravedad específica, una diferencia en forma o ambas. La ausencia de esta alometría negativa en algunas de las relaciones entre el ancho del caparazón-peso es atribuible a diferencias observadas en el largo de las espinas anterolaterales discutida anteriormente. Desafortunadamente, en el presente estudio no se poseen datos de gravedad específica, pero tales registros fueron hechos por Olmstead y Baumberger en 1923 (*apud* Newcombe *et al.*, 1949a), quienes observaron diferencias en la gravedad específica entre *Hemigrapsus nudus*, *H. oregonensis* y *Pachygrapsus crassipes*. Estas diferencias pueden ser un índice de variaciones significativas en la forma de una especie, aunque también pueden ocurrir durante el ciclo de vida y afectar las relaciones de crecimiento. Por otro lado, la variabilidad en el ancho del caparazón que incluye el largo de las espinas anterolaterales, cuya medida es utilizada ampliamente en estudios biológico-pesqueros, presenta serias restricciones en su interpretación. Por ello es recomendable reducir esta variabilidad y sustituirla por el largo del caparazón (Gray y Newcombe, 1938) o bien por el ancho a partir de la base de las espinas anterolaterales (*vide* Williams, 1974). Esto permitiría establecer criterios adecuados para la protección de tallas menores así como para la obtención de caracteres merísticos confiables que permitan el estudio de la estructura poblacional.

### Fecundidad

En el presente estudio, se colectaron dos hembras ovígeras con un ancho de caparazón de 62.0 y 64.0mm, lo cual indica que *C. similis* puede alcanzar la madurez sexual tempranamente. En otras especies como *C. sapidus* la edad de primera madurez también puede ser

criteria for the protection of smaller sizes as well as for the obtention of reliable numerical characters which would allow the study of the population structure.

### Fecundity

In this study, two ovigerous females were collected, with a carapace width of 62.0 and 64.0mm, which indicates that *C. similis* can reach sexual maturity early. Other species such as *C. sapidus*, can also reach the first maturity age in small sizes (46.7-55.0mm AC) (Fischler, 1959), and even smaller than the one recorded in *C. similis* (Williams, 1974; Overstreet *et al.*, 1983). The early maturity is part of the reproductive strategy of this species. Its main effect is to increase the population growth and is related to the environmental pressure to which these crustaceans are exposed, such as biotic and abiotic factors. In a tropical environment as in the case of *C. similis*, the predacity constitutes an important factor and the early maturity represents an adaptative character in response to this factor. In the case of *C. similis*, the influence of the smaller organisms on the population biotic potential is relatively low, since 70% of the ovigerous females are located in the 80 to 100mm interval (García-Montes, 1985); however, this represents the lower extreme of the variability in the first maturity stage and becomes part of the response capacity of the population to selective pressures.

Relations: width and length of the carapace-fecundity and total weight-fecundity.— According to the fecundity change rates, which vary geometrically, and the length of an organism which has an arithmetic rate, a potential model between length and fecundity could be expected; however, in *C. similis* the most adequate relation is linear. This linear relation between length-fecundity has been registred by some authors for lobsters of the Palinuridae family (Mattews, 1962; Kensle, 1967; García, 1985) and Litoidea crabs (Guzmán and Campodónico, 1972; Arnaud and Do-Chi, 1977; Jewett *et al.*, 1985), which makes uncertain the applicability of the theor-

alcanzada en tallas pequeñas (46.7-55.0mm AC) (Fischler, 1959), e incluso menores a la registrada en *C. similis* (Williams, 1974; Overstreet et al., 1983). La madurez temprana forma parte de la estrategia reproductiva de estas especies, cuyo efecto principal consiste en incrementar el crecimiento de la población y está relacionada con la presión ambiental a que están expuestos estos crustáceos tanto de factores bióticos como abióticos. En un ambiente tropical como en el que se encuentra *C. similis*, la depredación constituye un factor importante y la madurez temprana representa un carácter adaptativo en respuesta a este factor. En el caso de *C. similis*, la influencia de los organismos de la talla mínima mencionada sobre el potencial biótico de la población es relativamente baja, ya que el 70% de las hembras ovígeras se localizan en el intervalo de 80 a 100mm (García-Montes, 1985); sin embargo, representa el extremo inferior de la variabilidad en la edad de primera madurez y forma parte de la capacidad de respuesta de la población a presiones selectivas.

Relaciones: ancho y largo del caparazón-fecundidad y peso total-fecundidad.— De acuerdo a las tasas de cambio de la fecundidad que varían en forma geométrica y la longitud de un organismo que tiene una tasa aritmética, se podría esperar un modelo potencial entre la longitud y la fecundidad; sin embargo, en *C. similis* la relación más adecuada es de tipo lineal. Esta relación lineal entre longitud-fecundidad ha sido registrada por varios autores en langostas de la familia Palinuridae (Matthews, 1962; Kensler, 1967; Gracia, 1985) y cangrejos litoideos (Guzmán y Campodónico, 1972; Arnaud y Do-Chi, 1977; Jewett et al., 1985), lo cual pone en duda la aplicabilidad de la relación teórica en crustáceos. El efecto de este cambio de relación es una disminución relativa de la fecundidad de la población. Gracia (1985) sugiere, con respecto a un cambio estacional de relación lineal a potencial entre longitud-fecundidad de la langosta *Panulirus inflatus*, que la explicación de este fenómeno puede radicar en la forma en que el organismo divide la energía de la cual dispone entre los aspectos somáticos y la reproducción; y que el peso total podría considerarse como una referencia indirecta de esta energía. De esta manera, en determinado tamaño cuando

ical relation in crustaceans. The effect of this relation change is a relative reduction of fecundity of the population in relation to a seasonal change of linear relation to a potential one between length-fecundity for the *Panulirus inflatus* lobster, Gracia suggests that the explanation of the phenomenon lies in the way an organism shares his energy between the somatic aspects and the reproduction, and that the total weight could be considered as an indirect reference of this energy. In this way, in certain size, when the total available energy is less, the quantity assigned to reproduction is reduced with the consequent reduction in the number of eggs produced, then the relation between size-fecundity may change from potential (theoretical model) to linear, in function of seasonal variations in the food availability. Even if this considerations could be applied for *C. similis*, it is necessary to establish whether the linear relation is constant during different periods of the year and whether variations occur in the reproductive effort of the species. Another interesting aspect to emphasize is the fact that the study period corresponds to winter, which can influence the reproductive process and the fecundity values. In the northern part of the Gulf of Mexico, two main reproduction periods have been identified for the Gulf crab; one coincides with winter and the other one with summer (Williams, 1974). Analysis on the variations in the reproductive behavior between these periods have not been carried out, although they could offer important information about the reproductive strategy of *C. similis*.

Concerning the total weight-fecundity relation, it adjusts better to a linear model (theoretical model). This model has already been suggested for the *C. arcuatus* species in the Mexican Pacific (Quijano, 1985).

As observed in Table VI, the *C. similis* female fecundity is high, producing in one spawning up to  $1.0 \times 10^6$  eggs. It is difficult to compare these values with those mentioned for the *C. sapidus* and *C. arcuatus* species (Pyle and Cronin, 1959; Costilow and Bookhout, 1959; Tagatz, 1968; Quijano, 1985) in view of the fact that in each of the previous studies, a

la energía total disponible es menor, la cantidad destinada para la reproducción, se reduce con la consecuente disminución del número de huevecillos producidos, con lo cual la relación entre la talla-fecundidad puede cambiar de potencial (modelo teórico) a lineal, en función de variaciones estacionales en la disponibilidad de alimento. Si bien estas consideraciones podrían ser aplicables a *C. similis*, es necesario establecer si la relación lineal se mantiene durante las diferentes épocas del año y si se presentan variaciones en el esfuerzo reproductivo de la especie. Otro aspecto interesante de resaltar es que el período de estudio corresponde a la estación de invierno que puede influir sobre el proceso reproductivo y sobre los valores de fecundidad. En el norte del Golfo de México se han identificado dos períodos principales de reproducción para la jaiba del Golfo, uno de los cuales coincide con la estación invernal y el otro con el verano (Williams, 1974). Análisis sobre variaciones en el comportamiento reproductivo entre estos períodos no se han realizado, a pesar de que podrían ofrecer información valiosa sobre la estrategia reproductiva de *C. similis*.

En lo que respecta a la relación peso total-fecundidad, ésta se ajusta mejor a un modelo lineal (modelo teórico). Este modelo ya ha sido propuesto para la especie *C. arcuatus* en el Pacífico Mexicano (Quijano, 1985).

Como puede observarse en la Tabla VI, la fecundidad de las hembras de *C. similis* es alta, llegando a producir en un solo desove hasta  $1.0 \times 10^6$  huevecillos. Es difícil comparar estos valores con los citados para las especies *C. sapidus* y *C. arcuatus* (Pyle y Cronin, 1950; Costlow y Bookhout, 1959; Tagatz, 1968; Quijano, 1985) en vista de que en cada uno de los estudios anteriores se utilizó una técnica diferente en la determinación de la fecundidad. No obstante se puede observar que la producción de huevecillos de *C. similis* con respecto a estas especies es inferior. Esta característica puede atribuirse al tipo de relación existente entre las relaciones de talla-fecundidad en el período de estudio.

Por otro lado, el número de huevos que porta una hembra dentro de una misma talla

different technic was used in the determination of the fecundity. However, it can be observed that the egg production of *C. similis* compared to that of those species is lower. The type of connection between the size-fecundity relations in the study period may account for this characteristic.

On the other hand, the number of eggs that females of the same size carry inside varies considerably (Table IV). Those with 77.0mm of AC produce from  $4.6 \times 10^5$  to  $5.3 \times 10^5$  eggs approximately. This wide range may be due to several factors, being the most important ones: the physiologic differences as to their reproductive capacity, the egg loss during the incubation period and the differences in the hatching period with relation to the egg development. Quijano (1985) points out that the *C. arcuatus* females are able to spawn up to three times during the same reproduction time, being higher the number of eggs in the first spawn and lower in the subsequent ones.

It was possible to identify different stages in the eggs development of *C. similis* females. They did not show a specific distribution in the ovigerous mass during their development stages, which indicates different hatching stages with respect to their development. On the other hand, there is a wide variation between the organism relative fecundity and its total weight (Fig. 23). These differences could be due to the fluctuation in the egg sizes of the individuals examined, but this relation was not clear. In this case, it can only be suggested that the egg loss during the stage in which the females keep the eggs in the abdomen varies for each individual, depending on the sexual phase. This characteristic has already been described in species of commercial importance such as the lobsters of the *Jasus* (Kensler, 1967) and *Panulirus* genus (Gracia, 1985), in which no important differences exist in general between the fecundity and fertility.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the participants of the "Prospección oceanográfica del Golfo de México" (PROGMEX) project and to the B/0

varía considerablemente (Tabla VI). Aquellas con 77.0mm de AC producen aproximadamente de  $4.6 \times 10^5$  a  $5.3 \times 10^5$  huevecillos. Este margen tan amplio puede deberse a varios factores; entre éstos destacan las diferencias fisiológicas en cuanto a capacidad reproductiva, la pérdida de huevecillos durante el período de incubación y las diferencias en la etapa de eclosión con relación al desarrollo de los huevecillos. Quijano (1985), al respecto, destaca entre estos factores el que las hembras de *C. arcuatus* pueden desovar hasta tres veces durante una misma época de reproducción, siendo el número de huevecillos mayor en el primer desove y menor en los posteriores.

Diferentes fases de desarrollo en los huevecillos se pudieron identificar en las hembras de *C. similis*. Estos no presentaron una distribución determinada en la masa ovígera en sus estadios de desarrollo, lo cual indica distintas etapas de eclosión con respecto al desarrollo de los mismos. Por otro lado, existe una gran variación entre la fecundidad relativa y el peso total del organismo (Fig. 23). Estas diferencias pueden ser debidas a la fluctuación en la talla de los huevecillos de los individuos examinados; no obstante, esta relación no resultó clara. Sólo se puede sugerir en este caso que la pérdida de los huevos durante el período que la hembra los mantiene en el abdomen es variable en cada individuo dependiendo de la fase sexual. Esta característica ha sido ya descrita en especies de importancia comercial como las langostas del género *Jasus* (Kensler, 1967) y *Panulirus* (Gracia, 1985), en las cuales no existe en general diferencias notables entre la fecundidad y la fertilidad.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los participantes del Proyecto "Prospección Oceanográfica del Golfo de México" (PROGMEX) y a la tripulación del B/0 Justo Sierra por su colaboración en las actividades de campo. También se agradece a las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología su apoyo durante la realización de este estudio, así como al Dr. A. Carvacho por la revisión crítica del manuscrito.

Justo Sierra crew for their contribution in the field work. Thanks also to the authorities of the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología for their support and to A. Carvacho for the review of the manuscript.

Guadalupe González translated this paper into English.

---

#### LITERATURA CITADA

Arnaud, P.M. y Do-Chi, T. (1977) Données biologiques et biométriques sur les lithodes *Lithodes murrayi* (Crustacea: Decapoda: Anomura) des îles Crozet (Sw Océan Indien). Mar. Biol. 39: 147-159.

Bagenal, T. (1978) Aspects of Fish Fecundity. In: Blackwell Scientific Publications, Ltd. (Eds.) Methods of Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP. Handbook, No. 3.

Bhattacharyya, G.K. and Johnson, R.A. (1977) Statistical Concepts and Methods. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. 639pp.

Cadman, L.R. and Weinstein, M.P. (1985). Size-Weight Relationships of Postecdysial Juvenile Blue Crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun) from the Lower Chesapeake Bay. J. Crust. Biol. 5(2): 306-310.

Cochran, W.O. (1971) Técnicas de muestreo. CECSA, México. 507pp.

Costlow, J.D. and Bookhout, C.G. (1959). The Larval Development of *Callinectes sapidus* Reared in the Laboratory. Biol. Bull. 116: 373-396.

Du Preez, H.H. and McLachlan, A. (1984a) Biology of the Three-Spot Swimming Crab, *Ovalipes punctatus* (De Haan) 1. Morphometrics and Relative Growth. Crustaceana 47(1): 72-82.

Finney, W.C. Abele, L.G. (1981) Allometric Variations and Sexual Maturity in the Obligate Coral Commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). Crustacean 41: 113-130.

- Fischler, K.J. (1959) Occurrences of Extremely Small Oviparous Crabs (*Callinectes* sp) in Coastal North Carolina. *Ecol.* 40(4): 720.
- García-Montes, J.F. (1985) Aspectos biológicos de las especies de cangrejos portunidos del suroeste del Golfo de México. Tesis Profesional, ENEP, Iztacala, UNAM, México. 105pp.
- Gracia, G.A. (1985) Variación estacional en la fecundidad de la langosta *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *Ciencias Marinas* 11(1): 7-27.
- Gray, E.H. and Newcombe, L.C. (1938) Studies of Moulting in *Callinectes spidus* Rathbun, *Growth* 2: 285-296.
- Guzmán, L.M. y Campodónico, I.G. (1972) Fecundidad de la centolla *Lithodes antarctica* Jacquinot (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Anales del Instituto de la Patagonia* (Punta Arenas, Chile) 3: 249-258.
- Haefner, P.A. Jr. (1985) Morphometry, Reproduction, Diet and Epizootics of *Ovalipes stephensoni* Williams, 1976 (Decapoda, Brachyura). *J. Crust. Biol.* 5(4): 658-672.
- Haley, S.R., (1969) Relative Growth and Sexual Maturity of the Texas Ghost Crab, *Ocypode quadrata* (Fabr) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* 17: 285-297.
- Haley, S.R. (1973) On the Use of Morphometric Data as a Guide to Reproductive Maturity in the Ghost Crab, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) (Brachyura, Ocypodidae) *Pacif. Sc.* 27: 350-362.
- Hartnoll, R.G. (1978) The Determination of Relative Growth in Crustacea. *Crustaceana* 34(3): 281-293.
- Hartnoll, R.G. (1982) Growth. In: Abele, L.G. (Ed.) *The Biology of Crustacea*. Vol. 2. Embryology, Morphology and Genetics. pp. 111-196. Academic Press, New York.
- Hartnoll, R. G. (1983) Strategies of Crustacean Growth In: Lawry, J.K., *Papers from the Conference on the Biology and Evolution of Crustacea* Australian Museum Memoir 18: 121-132.
- Huber, M.E. (1985) Allometric Growth of the Carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xanthidae) *Jour. Crust. Biol.* 5(1): 79-83.
- Jewett, S.C. Sloan, N.A. and Somerton, D.A. (1985) Size at Sexual Maturity and Fecundity of the Fjord-Dwelling Golden King Crab *Lithodes aequispina* Benedict from Northern British Columbia. *J. Crust. Biol.* 5(3): 377-385.
- Kensler, C.B. (1967) Fecundity in the Marine Spiny Lobster *Jasus verreauxi* (H. Milne-Edwards) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *New Zeal. J. Mar. Freshw. Research* 1: 143-156.
- Kensler, C.B. (1968) Notes on the Fecundity in the Marine Spiny Lobster *Jasus edwardsii* (Hutton) (Crustacea; Decapoda: Palinuridae) *New Zeal. J. Mar. Freshw. Research* 2: 81-89.
- Newcombe, C.L., Cambel, F. and Eckstine, A.M. (1949a). A Study of the Form and Growth of the Blue Crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Growth* 13: 17-96.
- Newcombe, C.L., Sandoz, M.D. and Rogers-Talbert, R. (1949b) Differential Growth and Moulting Characteristics of the Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *J. Exp. Zool.* 110: 113-152.
- Nie, N.H., Hull, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K. and Bent, D.H., (1975) SPSS. Statistical Package for the Social Science. Second. Ed. McGraw-Hill. Co., New York. 675pp.
- Olmi, E.J. III and Bishop, J.M. (1983) Variations in Total Width-Weight Relationships of Blue Crab *Callinectes sapidus* in Relation to Sex, Maturity, Molt Stage and Carapace Form. *J. Crust. Biol.* 3(4): 575-581.
- Overstreet, R.M., Perry, H.M. and Adkins, G. (1983) An Unusually Small Eggs-Carrying *Callinectes sapidus* in the Northern Gulf of Mexico, with Comments on the Barnacle *Loxothylacus texanus*, *Gulf Res. Rep.* 7(3); 293-294.
- Paul, R.K. G. (1981) The Development of a Fishery for Portunid Crabs of the Genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura) in Sinaloa,



Mexico. Technical Cooperation Officer, Overseas Development Administration, London, England. Final Report. 78pp.

Pyle, R.W. Cronin, R.E. (1950) The General Anatomy of the Blue Crab *Callinectes sapidus* Rathbun. Chesapeake Biological Laboratory Publication No. 87: 1-38.

Quijano, A.D. (1985) Fecundidad y Crecimiento en la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, en el sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 65pp.

Snedecor, W.G. y Cochran, W.G. (1971) Métodos estadísticos. CECSA. México. 701pp.

Tagatz, M.E. (1968) Biology of the Blue Crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. United States Fish Wildlife Service Fishery Bulletin 67(1): 17-33.

Teissier, G. (1960) Relative Growth. In: T. H. Waterman (Ed.) The Physiology of Crustacea. pp. 537-560. Academic Press, New York.

Williams, A.B. (1974) The Swimming Crabs of the Genus *Callinectes*. Fish. Bull. 72(3); 685-798.

Zar, T.H. (1974) Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J. 620pp.