

Crecimiento y mortalidad del cangrejo azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, del Lago de Maracaibo

Leonidas Villasmil¹, Jeremy Mendoza² y Orlando J. Ferrer M.^{3*}

¹Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP)
Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Zulia (CIADEZ), Estación Local El Lago
Apartado postal 1316. Maracaibo, Estado Zulia

²Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente (UDO)
Apartado postal 245. Cumaná, Estado Sucre

³Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología
Apartado postal 15115, Las Delicias 4005. Maracaibo, Estado Zulia. Email: oferrer@luz.ve

Recibido: 05-06-96 Aceptado: 05-11-96

Resumen

El cangrejo azul *Callinectes sapidus* soporta una importante pesquería en el Lago de Maracaibo. Aunque varios aspectos de la historia de vida del cangrejo azul en la cuenca del Lago de Maracaibo han sido documentados, no existen reportes detallados sobre edad, crecimiento y mortalidad. El objetivo fundamental de este estudio es evaluar algunos aspectos biológico-pesqueros de esta especie a través de análisis de frecuencias de longitud, aplicando los programas de simulación Compleat ELEFAN y LFSa a datos de la pesquería artesanal comercial colectados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), con la finalidad de estimar los parámetros de crecimiento, mortalidad y la relación longitud-peso. Los resultados de nuestro análisis reflejan claramente que *C. sapidus* es una especie de vida corta y crecimiento rápido, con una expectativa de vida de 2 a 3 años. Tanto la longitud asintótica (L_{∞}), como el coeficiente de crecimiento (K), resultaron ser mayores en los machos. El coeficiente de mortalidad total, Z, fue de 9,2 y 9,7 años⁻¹, para hembras y machos, mientras que la mortalidad natural, M, se estimó en 2,5 años⁻¹ para ambos sexos y la mortalidad por pesca, F, en 6,7 y 7,2 años⁻¹ para hembras y machos, respectivamente. Las tasas de mortalidad total (Z) obtenidas en nuestro estudio pudieran ser consideradas altas. Evidentemente, esta alta tasa de mortalidad total está asociada a una alta tasa de mortalidad por pesca (F). La intensidad de pesca para el cangrejo azul en la cuenca del Lago de Maracaibo es muy alta. Cada pescador utiliza aproximadamente 100 nasas diarias, y se ha determinado que el esfuerzo total desarrollado en la pesquería es de unas 190000 nasas/año. La relación longitud-peso resultó ser de tipo alométrico para ambos sexos. El análisis de frecuencias de longitudes mensuales permite señalar que existe un periodo de reclutamiento intenso entre los meses de marzo a octubre (época de lluvia), mientras que entre los meses de noviembre a febrero (época de sequía) la población está constituida básicamente por ejemplares cuya longitud es superior a la promedio.

Palabras claves: Cangrejo azul; crecimiento; ELEFAN; mortalidad; reclutamiento.

* Autor para la correspondencia.

Growth and mortality of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, in Lake Maracaibo

Abstract

The blue crab *Callinectes sapidus* supports an important fishery in Lake Maracaibo. Although several aspects of the blue crab life history have been documented, there are not detailed reports about age, growth and mortality. The main goal of this study is to evaluate some biological and fishery aspects using length frequency analysis through ELEFAN and LFSA packages for determining growth, mortality and the length-weight relationship. Our results point out that *C. sapidus* is a short life and fast growth species, with a life expectancy of about 2 to 3 years. Both asymptotic length and growth coefficient were greater in males. The total mortality was 9.2 and 9.7 years⁻¹, for females and males, respectively, natural mortality was 2.5 years⁻¹ for both sexes and fishing mortality was 6.7 and 7.2 years⁻¹ for females and males, respectively. Total mortality may be considered high and, evidently, it is associated with a high fishing mortality. The fishing intensity for blue crab in the Lake Maracaibo basin is extremely high. Each fisherman use about 100 pots dialy and it has been determined that the total effort is about 190000 pots/year. The length-weight relationship resulted to be allometric for both sexes. The length frequency analysis let to indicate that there is an intensive recruitment period between March and October (rainy season), while between November and February (dry season) the crab population is basically formed by specimens with lengths longer than the mean.

Key words: Blue crab; ELEFAN; growth; mortality; recruitment.

Introducción

El cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, es una especie comercialmente muy importante en la cuenca del Lago de Maracaibo. La pesquería de esta especie comienza en 1969 (1). Los desembarques de cangrejo entre 1989 y 1993 promediaron 3000 TM (2), y actualmente es uno de los recursos pesqueros más importantes explotados por los pescadores artesanales. A nivel de producción compete con especies como los camarones del grupo de los peneidos (*Penaeus schmitti*, y *P. notialis*) y con peces como la curvina (*Cynoscion acoupa*), lisas (*Mugil spp*) y bocachico (*Prochilodus reticulatus*). La pesquería de este recurso, además de beneficiar directamente a las poblaciones de pescadores adyacentes al Lago de Maracaibo, constituye una fuente generadora de divisas para el país, dado que más del 99% del producto final procesado por la in-

dustria de carne de cangrejo se destina a la exportación.

Aunque varios aspectos de la historia de vida del cangrejo azul en la cuenca del Lago de Maracaibo han sido documentados, especialmente el relacionado con la abundancia relativa utilizada para establecer medidas conservacionistas, no existen reportes detallados sobre edad, crecimiento y mortalidad.

El objetivo fundamental de este estudio es evaluar algunos aspectos biológico-pesqueros de esta especie a través de análisis de frecuencias de longitud, aplicando los programas de simulación Compleat ELEFAN (3) y LFSA (4) a datos de la pesquería artesanal comercial colectados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), con la finalidad de estimar los parámetros de crecimiento, mortalidad y la relación longitud-peso.

Materiales y métodos

Los muestreos se efectuaron a nivel de puertos de desembarque y plantas procesadoras, semanalmente, entre Abril de 1989 y Noviembre de 1992. A los ejemplares muestreados se les determinó: a) ancho de caparazón (L) (definiéndose éste como la mayor distancia entre los octavos dientes laterales) y b) peso fresco total (W).

Estimación de los parámetros de crecimiento

Todos los análisis se basan en la ecuación de von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad [1]$$

donde, L_t = longitud al tiempo t ; L_{∞} = longitud máxima teórica que alcanzarían los individuos si crecieran de acuerdo a la ecuación de von Bertalanffy; K = constante de crecimiento y ; t_0 = edad hipotética a la cual el individuo tendría longitud cero si este hubiera crecido siempre de la forma descrita por la ecuación.

Los parámetros L_{∞} y K se estimaron preliminarmente aplicando el método de Gulland and Holt (5) el cual contempla la separación de los grupos modales a través del método de Bhattacharya (6). El método de Gulland and Holt está definido por la ecuación:

$$L/\Delta t = K \cdot L_{\infty} - K \cdot L(t) \quad [2]$$

donde, $L/\Delta t$ = incremento de longitud en función del tiempo; y $L(t)$ = longitud promedio dentro del intervalo t

Usando $L(t)$ como variable independiente, tenemos que la ecuación de Gulland and Holt se convierte en una ecuación rectilínea de la forma:

$$L/\Delta t = a + bL(t) \quad [3]$$

donde, $K = -b$; y $L_{\infty} = -a/b$

Finalmente, se utilizaron los valores obtenidos por el método de Gulland y Holt como valores referenciales de entrada para el uso

del análisis de superficie de respuesta. Posteriormente se procedió a buscar la combinación de valores de L_{∞} y K alrededor de los valores iniciales que proporcionaban el mayor valor del criterio de bondad de ajuste (R_n).

Mortalidad y relación longitud-peso

La tasa instantánea de mortalidad total (Z) se estimó a partir de los valores finales de L_{∞} y K usando la curva de captura linealizada de Pauly (7, 8), la cual utiliza la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y la ecuación de captura de Baranov para convertir longitudes a edad y obtener estimados de Z . La curva de captura linealizada basada en frecuencias de longitud está definida por la siguiente ecuación:

$$\ln[C_{[L_1, L_2]} / \Delta t_{[L_1, L_2]}] = C - Z \cdot [t_{[L_1]} + t_{[L_2]} / 2] \quad [4]$$

donde, $C_{[L_1, L_2]}$ = número de individuos capturados entre L_1 y L_2 ; y $\Delta t_{[L_1, L_2]}$ = intervalo de tiempo necesario para pasar de L_1 a L_2 .

En esta ecuación lineal $Z = -b$. En base a la curva de captura se estimó la probabilidad de captura o retención a las diferentes clases de longitud, cuyo resultado es el efecto combinado del reclutamiento y de la selectividad del arte de pesca. Los valores de L_{25} , L_{50} y L_{75} se obtuvieron por medio del ajuste del modelo logístico sobre la curva de selección (9).

La tasa instantánea de mortalidad natural (M) se estimó utilizando la información de frecuencias de longitud presentadas por Griffiths *et al.* (1), tomándose como criterio que en los años iniciales de la pesquería la mortalidad natural (M) puede ser considerada igual a la mortalidad total (Z), ya que el stock estaba poco explotado y por tanto, la mortalidad por pesca (F) puede ser considerada no significativa. La tasa de mortalidad por pesca (F) se obtuvo al restarle a Z el valor de M , ya que $Z = F + M$.

La relación longitud-peso se determinó mediante la ecuación $W = aL^b$, donde W es peso en gramos, L es longitud en centímetros y , a y b son las constantes del modelo.

Resultados

La distribución de tallas (longitud) por sexos agrupadas para todo el periodo de muestreo se muestra en la Tabla 1. Se observa que el rango de longitud se encuentra entre 4,0 y 14 cm. Se pudieron separar un máximo de tres grupos modales, estando el grupo modal central ubicado entre las tallas de 8,75 y 9,25 cm, las cuales agrupan el 22,98 y el 21,66% de la población (Figuras 1, 2 y 3, Tabla 1). El análisis de frecuencias de tallas mensuales permite señalar que existe un periodo de reclutamiento intenso entre los meses de marzo a octubre (época de lluvia), mientras que entre los meses de noviembre a

febrero (época de sequía) la población está constituida básicamente por ejemplares cuya longitud es superior a la promedio.

Los valores de las ecuaciones de la relación longitud-peso se muestran en la Tabla 2. Un análisis de covarianza demuestra que existen diferencias significativas ($P < 0,001$) en las relaciones longitud-peso entre sexos, resultando ser, en ambos casos, de tipo alométrico.

Parámetros de crecimiento y mortalidad

Los valores finales de L_{∞} y K obtenidos a través del Análisis de Superficie de Respuesta

Tabla 1
Distribución porcentual de frecuencias de tallas de cangrejos *Callinectes sapidus* para el período 1989-1992

Marcas de Clase (cm)	Porcentaje (%)		
	Hembras	Machos	Total
4,25	0,017		0,007
4,75		0,014	0,006
5,25	0,080	0,110	0,090
5,75	0,390	0,200	0,280
6,25	0,980	0,470	0,700
6,75	1,430	1,170	1,290
7,25	3,390	2,850	3,090
7,75	5,290	4,560	4,880
8,25	14,320	12,010	13,050
8,75	26,370	20,230	22,980
9,25	22,580	20,920	21,660
9,75	14,400	15,610	15,060
10,25	6,430	8,820	7,750
10,75	2,610	5,800	4,370
11,25	0,940	3,830	2,540
11,75	0,380	2,050	1,070
12,25	0,210	0,840	0,580
12,75	0,100	0,400	0,270
13,25	0,030	0,089	0,060
13,75	0,010	0,015	0,010

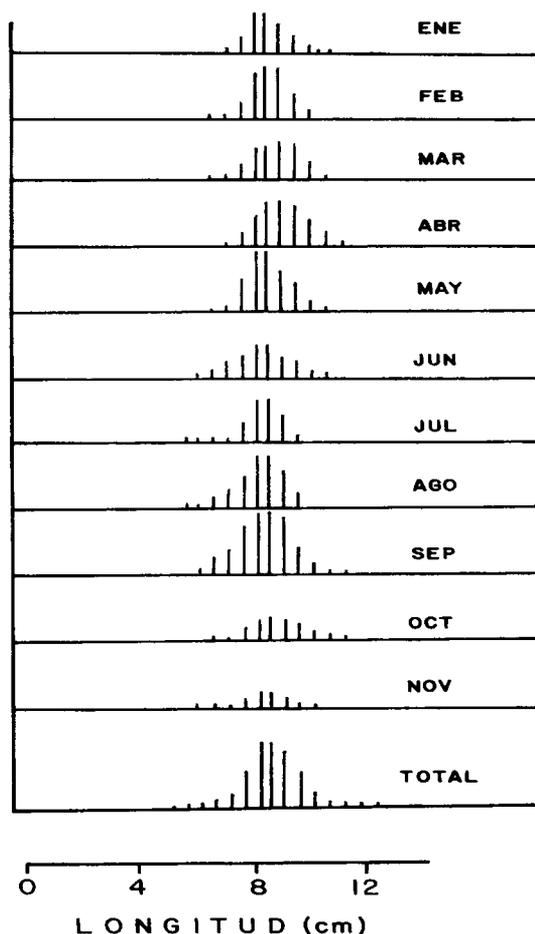


Figura 1. Distribución mensual de frecuencias de longitud de *Callinectes sapidus* hembras para el período 1989-1992.

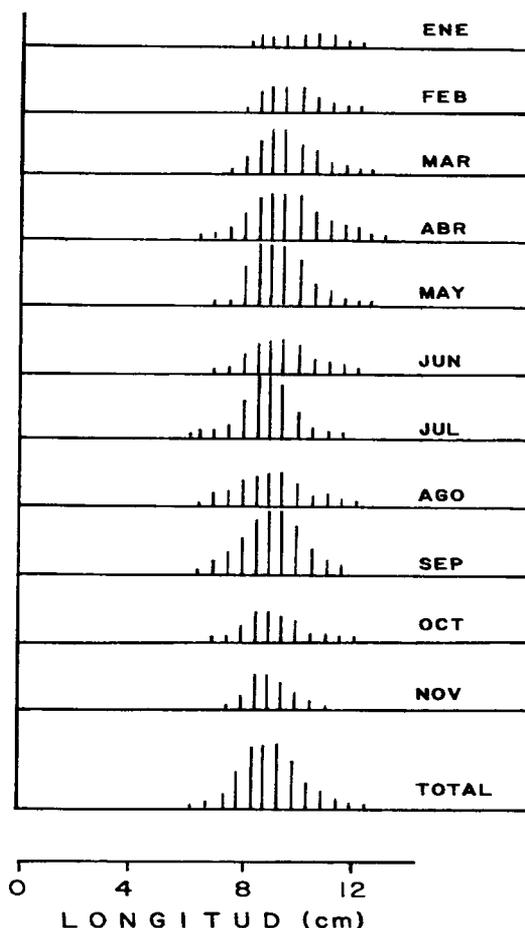


Figura 2. Distribución mensual de frecuencias de longitud de *Callinectes sapidus* machos para el período 1989-1992.

del ELEFAN fueron de 14,7 y 15 cm y de 1,55 y 1,75 años⁻¹ para hembras y machos respectivamente.

El coeficiente de mortalidad total, Z, fue de 9,2 y 9,7 años⁻¹, para hembras y machos (Figuras 4 y 5), mientras que la mortalidad natural, M, se estimó en 2,5 años⁻¹ para ambos sexos y la mortalidad por pesca, F, en 6,7 y 7,2 años⁻¹ para hembras y machos, respectivamente. Los valores de L25, L50 y L75 fueron 7,97, 8,49 y 9,01 respectivamente, para hembras, mientras que para machos fueron de 8,21, 8,71 y 9,20, respectivamente.

Discusión

Los resultados de nuestro análisis reflejan claramente que *Callinectes sapidus* es una especie de vida corta y rápido crecimiento, con una expectativa de vida de 2 a 3 años. Tanto la longitud asintótica (L_{∞}), como el coeficiente de crecimiento (K), resultaron ser mayores en los machos. En este sentido, Griffiths *et al.* (1) reportan que para esta misma población, los machos presentan tallas entre 1 a 1,5 cm mayores que las hembras. La diferencia de tamaño posiblemente se deba a que el proceso de mudas de los ejemplares sexualmente maduros es más frecuente en machos (10). Las hembras de la familia de

cangrejos nadadores (Portunidae), de la cual el cangrejo azul es un miembro, al igual que otras familias, completan su crecimiento una vez que alcanzan su madurez sexual, mientras que los machos de esta familia, y ambos sexos en muchos otros crustáceos continúan el proceso de mudas, y por lo tanto creciendo, una vez que alcanzan la madurez sexual (11). En forma general, el crecimiento de los crustáceos puede variar de acuerdo a factores tales como temperatura, luz, nutrición, regeneración, estacionalidad, madurez y reproducción. Van Engel (11,12), reporta que el crecimiento de esta especie es rápido, y que alcanza el estado adulto entre uno y uno y medio años, y que posterior a esto vive al menos un año más con algunos individuos alcanzando la edad máxima de tres a tres y medio años; siendo la edad promedio, sin embargo, menos de un año.

El análisis de frecuencias de longitudes confirma un masivo reclutamiento a la zona de pesca en el periodo comprendido entre Marzo y Octubre, coincidiendo con la época de lluvias en la zona, y un agrupamiento de ejemplares grandes en la época de sequía, si bien durante todo el año las tallas de captura tienden a concentrarse alrededor del grupo modal central, posiblemente debido al efecto del ingreso y salida de reclutas y la selectividad del arte de pesca, que no permite observar con claridad las progresiones modales. Griffiths *et al.* (1), reportan que el recluta-

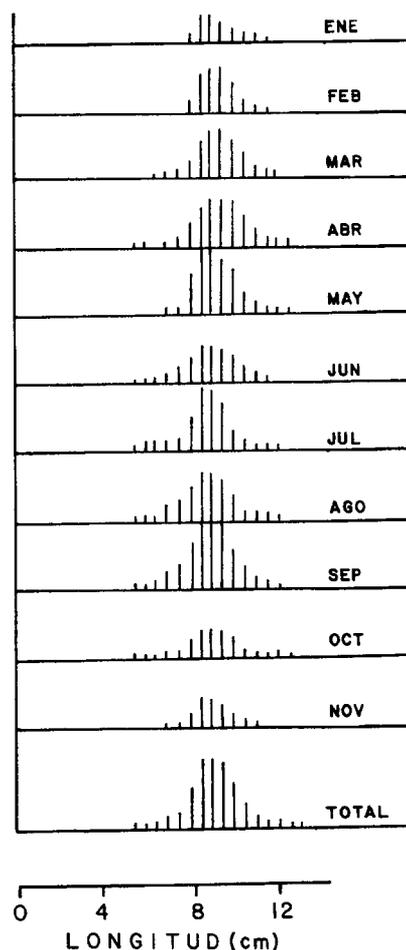


Figura 3. Distribución mensual de frecuencias de longitud de *Callinectes sapidus* combinados para el período 1989-1992.

Tabla 2

Valores de regresión para la relación longitud-peso de hembras y machos de *Callinectes sapidus* para el período 1989-1992

Año	Hembras			Machos		
	a	b	r	a	b	r
1989	0,161	2,92	0,091	0,149	2,98	0,095
1990	0,105	3,03	0,908	0,044	3,46	0,956
1991	0,146	2,87	0,969	0,109	3,03	0,966
1992	1,309	2,02	0,935	0,958	2,19	0,889

a= intercepto; b= pendiente; r= coeficiente de correlación

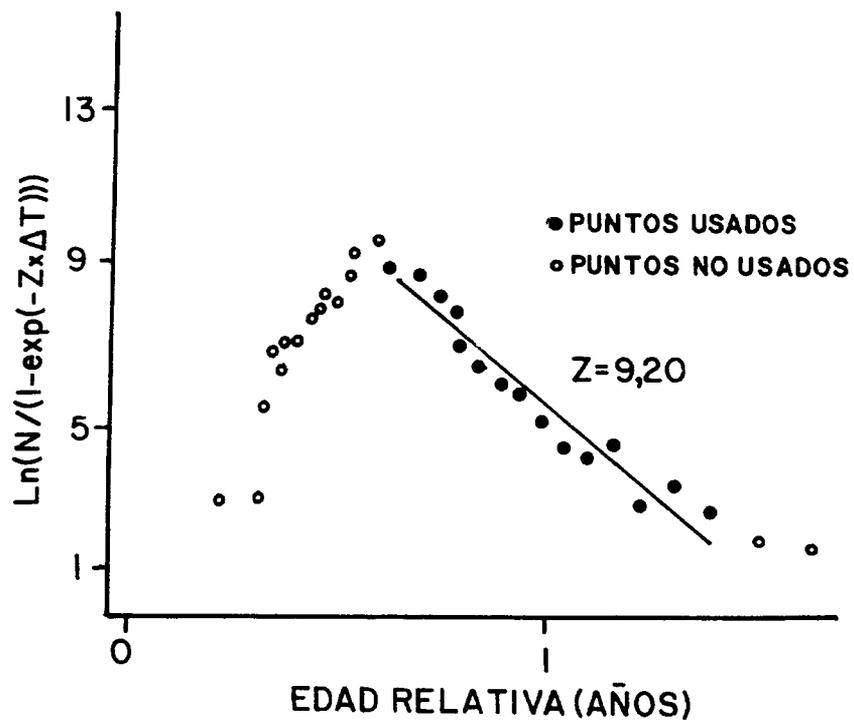


Figura 4. Curva de captura para hembras de *Callinectes sapidus* para el período 1989-1992.

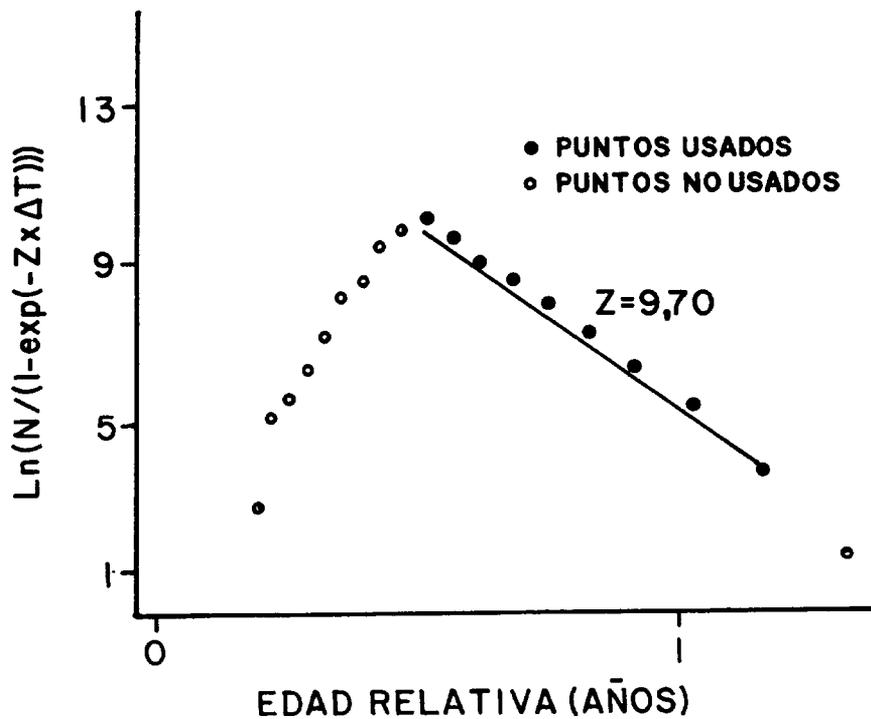


Figura 5. Curva de captura para machos de *Callinectes sapidus* para el período 1989-1992.

miento de ejemplares machos a esta pesquería es permanente, con la particularidad de que es menos intenso, aunque constante, en la zona norte.

El valor de los estudios morfométricos y de crecimiento relativo está bien establecido entre los crustáceos y han sido ampliamente utilizados (13); de éstos, la relación longitud-peso representa una característica fundamental de las poblaciones, la cual permite establecer comparaciones entre individuos de diferentes áreas, o convertir rápidamente una longitud en un determinado peso (14). Si bien la relación longitud-peso resultó ser alométrica, se encontró diferencia significativa entre los valores de la pendiente para hembras y machos. Estas diferencias pudieran deberse a errores en los muestreos, a diferencias morfológicas, a la influencia de parámetros ambientales sobre la población o a crecimiento diferencial entre hembras y machos. Pérez y Briquets (15), Moncada y Gómez (16) y García y Soto (17), reportan que en las especies *C. sapidus*, *C. ornatus*, *C. danae* y *C. similis*, las diferencias de peso entre hembras y machos responden a diferencias morfológicas sexuales secundarias debido al mayor desarrollo de las quelas en los machos. Nieves (18) señala que esta diferencia se evidencia sólo en los ejemplares machos, y Tagatz (19) asegura que la diferencia de peso entre machos y hembras se debe a la diferencia en el largo de las espinas laterales.

Las tasas de mortalidad total (Z) obtenidas en nuestro estudio (9,2 años⁻¹ para hembras y 9,7 años⁻¹ para machos), pudieran ser consideradas notablemente altas. Estudios en otros crustáceos reportan valores de Z que van entre 1,63 y 10,96 años⁻¹ (20-23). Evidentemente, esta alta tasa de mortalidad total está asociada a una alta tasa de mortalidad por pesca (F). La intensidad de pesca para el cangrejo azul en la cuenca del Lago de Maracaibo es muy alta. Cada pescador utiliza aproximadamente 100 nasas diarias (FONAIAP, datos no publicados). Villasmil (2), ha determinado que el esfuerzo total desarrollado en la pesquería es de unas 190000 nasas/año.

Crisp (24) sostiene que la determinación de la mortalidad natural en una especie es complicada por las notables dificultades que implican, sobre todo en poblaciones sometidas a explotación, ya que comprende básicamente el seguimiento de edades y cohortes a través del tiempo por medio de la llamada curva de captura total. Debido a esto, es difícil encontrar reportes sobre mortalidad natural de cangrejos del género *Callinectes*. El valor de mortalidad natural encontrado por nosotros puede ser considerado como alto si se compara con otras especies de cangrejos. Por ejemplo, Botsford and Wickham (25) y McKelvey *et al.* (26), reportan valores entre 0,2 y 0,5 años⁻¹ en la pesquería de *Cancer magister*, mientras que Edwards (27), señala un valor de 0,1 años⁻¹ en la pesquería de *Cancer pagurus* y Ehrhardt and Restrepo (28) reportan valores entre 1,60 y 1,61 años⁻¹ para *Menippe mercenaria*. Van Engel (12), estima que si el potencial reproductivo de una hembra adulta es, en promedio, 1×10^6 huevos, la tasa de sobrevivencia se estima en 2×10^{-6} y, por tanto, la tasa de mortalidad sería de 0,999998.

Referencias Bibliográficas

1. GRIFFITHS R., CADIMA E., RINCÓN R. La pesca del cangrejo en la zona de Maracaibo. Proy Inv Des Pesq MAC-PNUD-FAO, Caracas (Venezuela), pp. 19, 1972.
2. VILLASMIL L. Aspectos taxonómicos y biológico-pesqueros del recurso cangrejo del género *Callinectes* Stimpson, 1880 (Crustacea, Portunidae) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. (Tesis M.Sc.) Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 115, 1994.
3. GAYANILO F., SORIANO M., PAULY D. A draft guide to the Compleat ELEFAN. ICLARM, Software 2, Manila, 1989.
4. SPARRE P. Computer programs for fish stock assessment. FAO Fish Tech Pap 101, Suppl 2, Roma, 1987.
5. GULLAND J., HOLT, S.J. *J Cons Int Explr Mer* 25(1): 47-49, 1959.
6. BATTACHARYA C.G. *Biometrics* 23: 115-135, 1967.

7. PAULY D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Doc Tec Pesca 234, Roma, 1983.
8. PAULY D. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable. ICLARM Stud Rev 8, Manila, 1984.
9. SPARRE P., URSINE., VENEMA, S. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1- Manual. FAO Fish Tech Pap 306, Rome, 1989.
10. BAILEY R., ELNER R. Northwest Atlantic snow crab fisheries: Lesson in research and management. In: **Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management**. Edited by J. Caddy, Jhon Wiley and Sons, USA, pp 261-280, 1989.
11. VAN ENGEL W.A. **Comm Fish Rev** 20(6): 6-17, 1958.
12. VAN ENGEL W.A. Factors affecting the distribution and abundance of the blue crab in Chesapeake Bay. In: **Contaminant problems and management of living Chesapeake Bay resources**. Edited by S.K. Majumdar, L.W. Hall, Jr. and H.M. Austin, The Pennsylvania Academy of Science, USA, pp 177-209, 1987.
13. HALEY S. **Pacific Sci** 27: 350-362, 1973.
14. RICKER W.E. Methods for assessment of fish production in freshwater. Int Biol Prog, Handbook No. 3, Oxford and Edinburg, 1971.
15. PÉREZ A., BRIQUETS V. **Rev Cub Inv Pesq** 4: 99-105, 1979.
16. MONCADA F.G., GÓMEZ B. **Rev Cub Inv Pesq** 5(4): 99-105, 1980.
17. GARCÍA J.A., SOTO L. **Ciencias Marinas** 13: 137-161, 1987.
18. NIEVES G. Algunas contribuciones biológicas sobre el cangrejo nadador, **Callinectes exasperatus** (Gerstaecker, 1856) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. (Tesis de grado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 80, 1985.
19. TAGATZ M.E. The fishery for blue crabs in the St. Johns River, Florida, with special reference to fluctuation in yield between 1961 and 1962. U S Fish Wild Serv Spec Sci Rep Fish (USA), pp. 501, 1965.
20. PAULA R. Growth parameters and mortality of the deep-sea red crab, *Geryon quinquedens*, off Mozambique. In: **Contributions to tropical fisheries biology**. Edited by S.C. Venema, J.M. Christensen and D. Pauly, FAO Fisheries Report No. 389, pp 42-56, 1988.
21. ISAAC V.J. **Col Meio Amb Ser Est Pesca** 1: 1-187, 1992.
22. SUMIONO B. Estimation of growth and mortality in banana prawn (*Penaeus merguensis*) from the South Coast of Java, Indonesia. In: **Contributions to tropical fisheries biology**. Edited by S.C. Venema, J.M. Christensen and D. Pauly, FAO Fisheries Report No. 389, pp 69-88, 1988.
23. AGASSEN E., DEL MUNDO C. Growth, mortality and exploitation rates of *Penaeus indicus* in Manila Bay, Philippines and Southeast India. In: **Contributions to tropical fisheries biology**. Edited by S.C. Venema, J.M. Christensen and D. Pauly, FAO Fisheries Report No. 389, pp 89-100, 1988.
24. CRISP D.J. Methods for the study of marine benthos, I.B.P. Handbook 16, Oxford and Edinburg, 1971.
25. BOTSFORD L.W., WICKHAM D.E. **Can J Fish Aquat Sci** 35: 833-843, 1978.
26. MCKELVEY R., HANKIN K., YANOSKO K., SYNGG C. **Can J Fish Aquat Sci** 37: 2323-2345, 1980.
27. EDWARDS E. The edible crab and its fishery in British waters. Fishing News Books, Farnham, Surrey (UK), pp. 142, 1979.
28. EHRHARDT N., RESTREPO V. The Florida stone crab fishery: A reusable resource?. In: **Marine invertebrate fisheries: their assessment and management**. Edited by J. Caddy, Jhon Wiley and Sons, USA, pp 225-240, 1989.