

Contribución a la biología de *Chiton stockesii* (Polyplacophora: Chitonidae) de Punta Pochote, Puntarenas, Costa Rica

Rafael A. Cruz y Alejandro Sotela

Escuela de Ciencias Biológicas, Area de Biología Marina, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

(Recibido para su publicación el 9 de agosto de 1983)

Abstract: A biological study of a tropical chiton, *Chiton stockesii*, including aspects of its distribution, density, reproduction and biometry, was carried out at Punta Pochote, Bahía Ballena, Costa Rica, from August 1981 to July 1982. *C. stockesii* showed an aggregate-type distribution with a relative density of 0.2 ind./m², 0.5 ind./m² and 6.3 ind./m² in the upper, middle and lower littoral zones, respectively. The calculated correlation coefficients among all the measured variables were significant ($P \leq 0.01$). It was not possible to determine sexual dimorphism ($P \leq 0.01$) with respect to total length, height and weight. The lowest values for the coefficient of variation corresponded to the first two of these three variables (13.99% and 12.49%, respectively). The ratio of males to females was 1.54:1, there was no evidence of hermaphroditism. The correlation between gonadal index and gonadal stage showed a similar seasonal variation ($P \leq 0.05$). The periods of greatest gametogenesis and accumulation of mature gametes were from August-September 1981, and April-May 1982. The spawning seasons were between September-October 1981, November-February 1982 and June-July 1982. All of these periods were characterized by a decrease in the weight and length of the gonads.

Chiton stockesii Broderip, 1832 es un molusco polioplacóforo representativo de la fauna del litoral rocoso de la zona entre mareas, en la costa pacífica de Costa Rica. En el continente americano se encuentra distribuido desde México hasta Ecuador (Keen, 1971).

No obstante que algunos quitones son organismos muy conspicuos, de relativa abundancia (Ricketts y Calvin, 1952) y de fácil observación, muy poca atención se les ha brindado, principalmente a la biología reproductiva y ecología general (Cowden, 1961; Dell, 1962; Himmelman, 1980).

La mayoría de los trabajos en quitones ha sido con *Mopalia* y *Katharina*, ambos géneros abundantes en las zonas templadas. En lo que se refiere al género *Mopalia*, Barbawell (1954) observó la condición gonádica de tres especies en la Bahía de San Francisco; Thorpe (1962) presentó una lista de las veces que desovaron ocho especies diferentes; Watanabe y Cox (1975) hicieron observaciones sobre desove y desarrollo larval de *M. lignosa* y *M. muscosa* en California; Himmelman (1980) estudió los patrones del ciclo reproductivo de cinco espe-

cies de *Mopalia*.

Entre los trabajos sobre el género *Katharina* destacan los de Giese *et al.* (1959) y el de Himmelman (1978) sobre *Katharina tunicata*. En el trópico, con respecto al género *Chiton*, se encuentran los trabajos de Crozier (1918; 1920; 1921) sobre ecología general y etología en Islas Bermudas; el de Lewis (1960) sobre dos especies de Barbados; Murtí y Nagabhushanam (1968) estudiaron el desove y ciclo reproductivo de *G. granoradiatus*. Glynn (1970) hizo estudios ecológicos en *Acanthopleura granulata* y *C. tuberculatus* de Panamá y Puerto Rico. Nagabhushanam y Desphande (1982) estudiaron el ciclo reproductivo de *C. iatricus* de la India, utilizando el índice gonádico y el método de medición de oocitos, introducido por primera vez para estudios en reproducción de moluscos por Webber y Giese (1969).

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la biología de *Chiton stockesii* incluyendo aspectos relacionados con la distribución, densidad de población, biometría y reproducción.

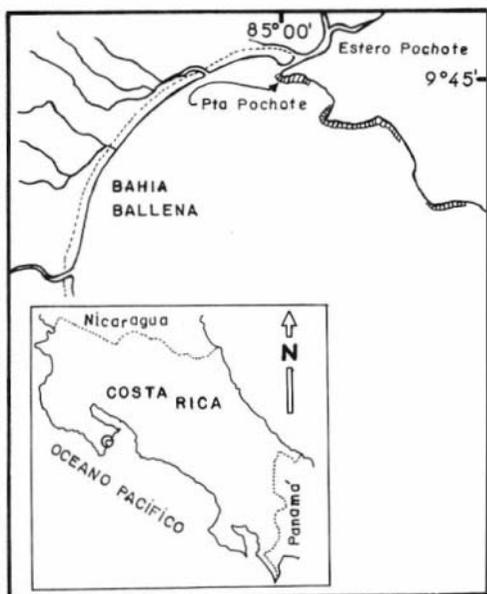


Fig. 1. Area de estudio.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en Punta Pochote, Bahía Ballena, Puntarenas, Costa Rica (Fig. 1) entre agosto de 1981 y julio de 1982.

Para el estudio de la densidad y tipo de dispersión (Elliot y Déchamps, 1973) de *Chiton stockesii*, se muestrearon una vez por mes, tres transectos perpendiculares a la costa, de 30 m de longitud cada uno durante cuatro meses consecutivos. Los transectos se ubicaron en zonas de características físicas similares, a 10 m de distancia cada uno y se dividieron en cuadrículas de 3 m², contándose los ejemplares presentes en cada uno de ellos. A su vez, cada uno de los transectos se dividió en tres zonas paralelas denominadas zonas litoral superior (de 12 m de largo), media (9 m) e inferior (de 9 m). Los límites superiores e inferior de estas zonas estuvieron marcados por las líneas de marea alta y baja respectivamente.

Para el estudio biométrico se utilizaron 15 ejemplares adultos por mes colectados al azar cuyo ámbito de longitud fue de 45-87 mm. En cada uno de ellos se tomó las medidas de peso total (P.T.) y peso fresco de la gónada (P.G.) con una precisión de 0,1 g; además se midió la longitud total (L.T.), el ancho total (A.T.) y la longitud de la gónada (L.G.) a 0,1 mm.

CUADRO 1
Número de tubarones por transecto, estacion mes y área (m²) de muestreo
Clase stockesii de Bahía Ballena, Puntarenas, Costa Rica

	A			B			C		
	S	O	N	S	O	N	S	O	N
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	2	8	21	5,3	1,8	0	0	0
5	6	5	6	21	5,3	1,8	19	18	20
6	15	9	11	12	4,1	1,8	18	18	23
7	13	30	11	19	5,2	3,2	5	2	4
8	30	15	13	69	17,3	5,8	18	23	30
9	23	23	23	71	18	24,3	14	12	23
10	20	20	20	80	20,0	6,7	6	8	8

A las pendientes de las variables longitud-peso, longitud-ancho y ancho-peso de hembras y machos, se les aplicó la prueba de "T de Student" (Sokal y Rohlf, 1979), a fin de determinar diferencias externas entre sexos.

Para la determinación de los sexos, en todos los casos se utilizó la coloración de la gónada; en *C. stockesii* al igual que en otros quitones como *Acanthopleura granulata* y *Chiton tuberculatus* (Glynn, 1970), esta es una característica constante.

Para estudiar el ciclo reproductivo, la gónada se separó en tres secciones: anterior, media y posterior. Para cada ejemplar se obtuvo un promedio del diámetro de 10 oocitos-óvulos provenientes de cada una de las secciones de la gónada.

El índice gonádico, definido como la relación en porcentaje entre el peso fresco de la gónada y el peso total del organismo (Giese y Pearse, 1974), fue calculado para cada ejemplar y expresado como un promedio mensual. Además y para efectos comparativos con el índice gonádico, se calculó la relación existente entre el peso y la longitud de la gónada; esta relación se expresó como un promedio mensual y se denominó en este trabajo "estado gonádico".

RESULTADOS

Distribución y densidad: En el Cuadro 1 se da el número de quitones por transecto y por mes durante agosto, setiembre, octubre y noviembre de 1981. Además se puede apreciar el número total, la densidad total y promedio por transecto y por estación.

La densidad de la zona litoral superior, que incluye las cuadrículas 1,2,3,4 fue de 0,2 individuos/m²; en el litoral medio (cuadrículas 5, 6 y 7) e inferior (cuadrículas 8, 9 y 10), la densidad se calculó en 5,1 ind./m² y 6,3 ind./m², respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$) entre las densidades de las zonas litorales media e inferior. La máxima densidad (14,6 ind./m²) se

CUADRO 2

Variables medidas en *Chiton stockesii* de Bahía Ballena, Puntarenas, Costa Rica

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Media	Varianza	Coefficiente variación
Ancho	57,00	31,00	44,55	30,96	12,49
Longitud	87,00	45,00	67,43	87,65	13,88
Peso total	48,00	6,50	23,37	81,62	38,70
Long. gónada	47,00	16,00	32,53	36,46	18,53
Peso gónada	2,30	0,10	0,72	0,24	69,43

CUADRO 3

Análisis de correlación de Pearson entre cada una de las variables medidas en *Chiton stockesii* de Bahía Ballena, Puntarenas, Costa Rica

Variables	Ancho	Peso total	Long. gónada	Pesogónada
Long. total	0,90	0,89	0,70	0,60
Ancho		0,89	0,70	0,57
Pesototal			0,78	0,72
Long. gónada				0,80

observó en noviembre de 1981 en la zona litoral inferior en la cuadrícula 9. *C. stockesii* mostró distribución agrupada de acuerdo con los tipos enumerados por Elliot y Décamps (1973).

Biometría: El cuadro 2 muestra las variables medidas en *C. stockesii* y como puede notarse la longitud máxima de los ejemplares fue de 87,00 mm. Glynn (1970) midió quitones (*Chiton tuberculatus*) hasta de 80,00 mm. La longitud promedio de la gónada fue aproximadamente la mitad de la longitud promedio de los especímenes. Las variables que mostraron mayor confiabilidad, debido a que sus coeficientes de variación fueron menores, son la longitud (13,88%), el ancho (12,49%) y la longitud de la gónada (18,53%).

Estos parámetros, especialmente el ancho y la longitud, además de ser los de más fácil medición, por su poca variación, deben ser usados para establecer regresiones, comparaciones y descripciones taxonómicas.

En el Cuadro 3 se dan los valores de las correlaciones entre cada una de las variables medidas en *C. stockesii*. La mejor asociación entre las variables se calculó entre el ancho y la longitud (0,90) y la menor entre peso de la gónada y el ancho (0,57). En todo caso, todas las correlaciones resultaron significativas a $P \leq 0,01$.

La ecuación de la regresión entre el peso total con la longitud total (X_1) y el ancho total (X_2), $\hat{Y} = 36,4 + 0,42X_1 + 0,71X_2$, indica que el peso del organismo se incrementa en 0,42g y 0,71g cuando la longitud y el ancho respectivamente se incrementan en 1 mm.

El diagrama de dispersión de las regresiones entre el peso total-longitud total-ancho se muestran en la Fig. 2. Las ecuaciones respectivas resultaron ser: $\log Pt = 8,4690 + 2,7463 \log Lt$; $\log Pt = 8,3832 + 3,0345 \log An$ y $\log An = 0,2496 + 0,8422 \log Lt$. El coeficiente de las pendientes de la curva entre el peso total y la longitud (2,7463) indica que existe una relación proporcional ($P \leq 0,05$) entre el peso y la longitud al cubo.

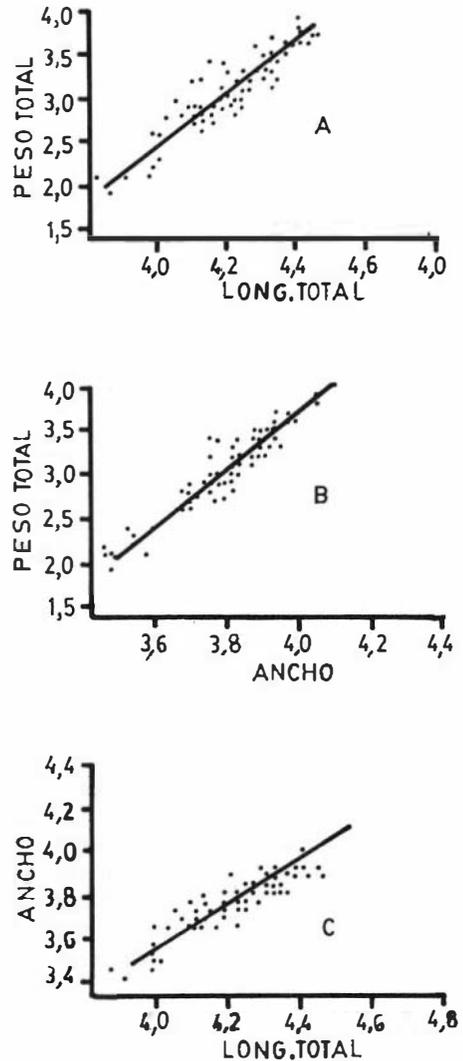


Fig. 2. Regresiones log. en *C. stockesii* de Punta Pochote. a) peso total-longitud. b) peso total-ancho c) Ancho-longitud total.

Aspectos reproductivos: Durante el período de estudio los quitones fueron sexados por exposición de los órganos reproductivos. Las gónadas de los machos son de color anaranjado y las de las hembras de color verdoso. No

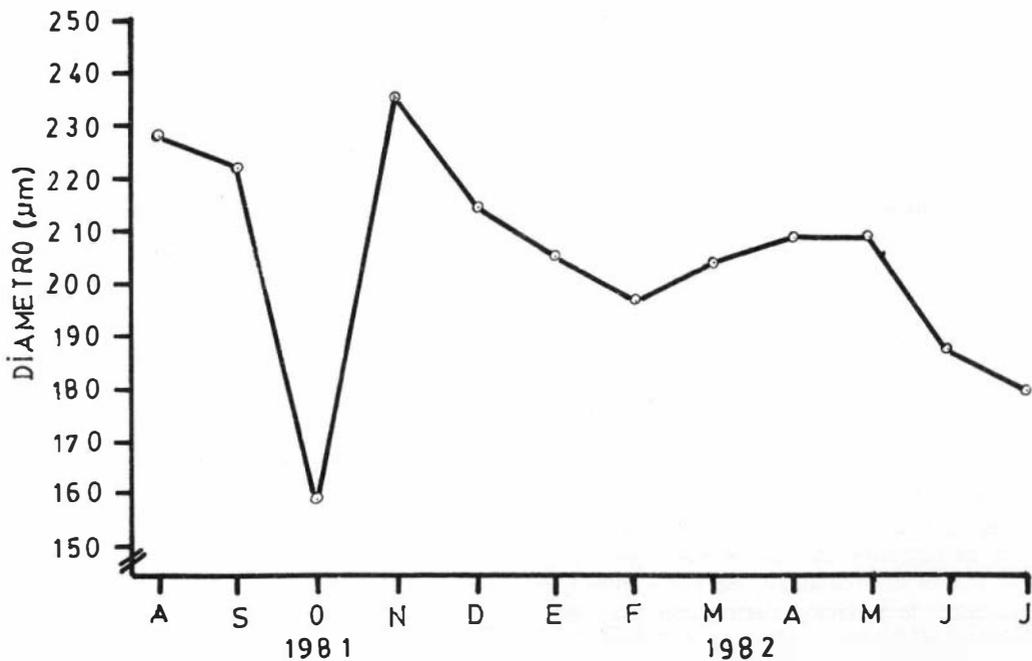


Fig. 3. Variación mensual del diámetro de los oocitos-óvulos en *C. stockesii* de Punta Pochote.

fue posible encontrar diferencias significativas ($P \leq 0,01$) en las pendientes de la regresión logarítmica de las variables longitud-peso, longitud-ancho y ancho-peso de machos y hembras, por lo que se concluye que para *C. stockesii* no fue posible determinar dimorfismo sexual con respecto a estas tres variables. Glynn, (1970) tampoco logró distinguir externamente los sexos en *Acanthopleura granulata* y *C. tuberculatus*.

Las hembras maduras de *C. stockesii* tampoco mostraron diferencias de coloración con respecto a los machos, tal y como fue reportado por Arey y Crozier (1919) en *C. tuberculatus* y por Brewin (1942) en *Cryptoconchus porosus*.

Diámetro de los óvulos: La maduración de los óvulos de *C. stockesii* no ocurre en toda la gónada por igual, ya que el diámetro de los oocitos-ovulos fue siempre mayor en la sección posterior que en la media y en la anterior.

Las fluctuaciones mensuales del diámetro de los óvulos se muestra en la Fig. 3. Los óvulos más grandes y por lo tanto, los que presentan un mayor grado de madurez (224,4 - 235,00 µm) se midieron en agosto-setiembre y noviem-

bre de 1981. En octubre de 1981 se detectó una brusca disminución en el diámetro (158,7µm). A partir de noviembre de 1981 se nota una paulatina disminución hasta febrero de 1982. Un leve incremento se da desde febrero de 1982 (197,4µm) hasta mayo de 1982 (202,5µm), disminuyendo de nuevo hasta julio de 1982 (179,5µm).

Índice gonádico: En la Fig. 3 se muestran las variaciones mensuales del índice gonádico. Los valores más altos se calcularon en agosto-setiembre y noviembre de 1981 (2,84; 2,76; 3,22 respectivamente). El valor más bajo se calculó en octubre de 1981 (2,25). A partir de noviembre de 1981 se notó una disminución hasta febrero de 1982 (2,53) para incrementarse en abril y mayo de 1982 (3,80; 3,58, respectivamente) y volver a disminuir hasta 2,61 en julio de 1982.

Estado gonádico: El estado gonádico muestra la relación del tamaño de la gónada con respecto al peso total de organismo (Fig. 4). Las variaciones mensuales del estado gonádico mostraron sincronía ($P \leq 0,05$) con las del índice gonádico; correspondiendo los valores

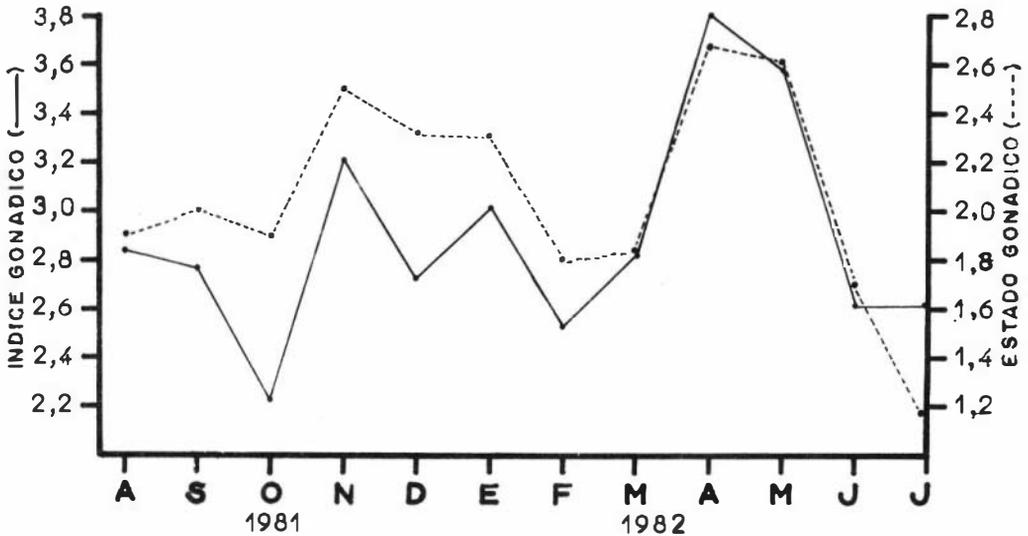


Fig. 4. Variación mensual del Índice y el estado gonádico en *C. stockessi* de Punta Pochote.

más altos a los mismos meses en que el I.G. los mostró, excepto que de agosto a setiembre de 1981 experimentó un leve incremento, pasando de 1,93 a 2,09. Los valores más bajos se obtuvieron en octubre y febrero de 1981 (1,90 y 1,80 respectivamente) y en junio (1,70) y julio (1,19) de 1982.

DISCUSION

Algunos quitones son organismos muy notorios y comunes de la fauna litoral (Ricketts y Calvin, 1952; Glynn, 1970), encontrándose sometidos a los efectos de la desecación durante la marea baja, por lo que la mayoría se ubica en ambientes húmedos (Arey y Crozier, 1919) aún cuando algunas especies como *Sypharochiton pelliserpentis* son capaces de soportar una pérdida del 75% del agua corporal antes de que ocurra un 50% de mortalidad (Boyden, 1977).

Chiton stockessi aparentemente no pertenece al grupo de quitones con gran resistencia ya que se localizó en la zona litoral media e inferior (5,1 ind/m² y 6,3 ind/m² respectivamente) y en grietas o en los pozos de marea. En la zona litoral superior, caracterizada, entre otros por ser una área más expuesta, sólo se encontraron 0,2 ind/m².

La distribución de una población se puede determinar mediante la relación entre la varianza combinada y la media de Poisson del número

de individuos por cuadrante, dando lugar a tres tipos diferentes (Elliot y Décamps, 1973): (a) al azar, si la varianza es igual a la media; (b) uniforme, si la varianza es inferior a la media y (c) agrupada, si la varianza es mayor que la media de 1,53 ($P \leq 0,05$) con un coeficiente de dispersión de 1,55. De acuerdo con estos resultados esta especie mostró una distribución agrupada.

Como puede apreciarse en la Figura 2 las variaciones estacionales del índice de condición y las de estado gonádico mostraron sincronía $P \leq 0,05$, por lo que se puede concluir que la actividad reproductiva en quitones puede ser estudiada utilizando cualquiera de los métodos anunciados por Giese y Pearse (1974). En este trabajo se considera que la relación entre la longitud y peso de la gónada es un método más exacto que la relación entre el peso fresco de la gónada y el peso total, debido a que en el presente trabajo se calculó un valor menor del coeficiente de variación en las medidas de longitud de la gónada (18,53%) que en las del peso total, calculada en 38,70% (Cuadro 1). La longitud de la gónada fue la variable que mostró mayor variabilidad (69,43%), debido al tamaño varía de acuerdo con el grado de madurez.

De acuerdo con Giese y Pearse (1974) el ciclo gametogénico incluye proliferación de células goniales, acumulación de gametos maduros y emisión de gametos. En *C. stockessi*

Porcentaje de sexos, diámetro oocitos-óvulos (μm) Índice y estado gonádico calculados para *Chiton stockesii* de Bahía Ballena, Puntarenas, Costa Rica

Meses	Porcentaje		Prom. Diám. Oocito-óvulo	Índice gonádico	Estado gonádico
	Machos	Hembras			
Agosto	60,40	39,50	228,00	2,84	1,93
Setiembre	73,33	26,67	224,24	2,76	2,09
Octubre	60,00	40,00	158,76	2,25	1,90
Noviembre	60,00	40,00	235,00	3,22	2,45
Diciembre	73,33	26,67	215,25	2,73	2,33
Enero	53,33	46,67	205,00	3,08	2,31
Febrero	46,67	53,33	197,47	2,53	1,80
Marzo	60,00	40,00	204,04	2,82	1,83
Abril	60,00	40,00	208,17	3,80	2,66
Mayo	53,33	46,67	208,42	3,58	2,64
Junio	73,33	26,67	182,22	2,61	1,70
Julio	53,33	46,67	179,50	2,61	1,19
\bar{X}	60,58	39,42	203,83	2,90	2,07

los incrementos mostrados en el estado gonádico de agosto a setiembre de 1981, de octubre a noviembre de 1981 y de febrero a abril de 1982 indican, al igual que en *Katharina tunicata* (Nimitz y Giese, 1964) y en *Chiton iatricus* (Nagabhushanam y Deshpande, 1982), maduración y acumulación de gametos maduros. El incremento mostrado por el diámetro de los oocitos-óvulos en esas mismas fechas proporcionan mayor evidencia de este fenómeno.

El decrecimiento en los valores del índice gonádico, del estado gonádico y del diámetro de los óvulos de setiembre a octubre de 1981, de noviembre de 1981, a febrero de 1982 y de abril a julio de 1982, indican un período prolongado de desove, al igual que en la mayoría de invertebrados tropicales (Giese y Pearse, 1974).

Dell (1962), menciona que los quitones poseen sexos separados, fertilización externa y que el desarrollo embrionario puede llevarse a cabo en el agua o en la cavidad branquial. En el caso de *C. stockesii* no se encontró evidencia de hermafroditismo, ni se encontró embriones en las hembras, por lo que se establece que esta especie posee sexos separados y que la fecundación y el desarrollo son

externos.

En todos los muestreos el porcentaje de sexos (Cuadro 3) fue mayor para los machos que para las hembras, excepto en el mes de febrero de 1981 en que fue de 53,33% y 46,67%. La relación entre sexos se calculó en 1,53 ♂: 1♀, esta disparidad de sexos a favor de los machos parece ser una regla general en quitones. Aunque algunas especies muestran igualdad en la proporción sexual como en *C. squamosus* y *C. marmoratus* (Glynn, 1970) y *Acanthopleura handdosoni* (Pearse 1968); en otras como en *C. stockesii*, *C. tuberculatus*, *Acanthopleura granulata*, *Acanthochitona hemphilli* (Glynn, 1970) y en *Acanthosoostera gemmata* (Stephenson 1934), la proporción de machos es mayor que la de hembras. Las dificultades de explicar las diferencias en la proporción de sexos fueron enunciados por primera vez por Fisher (1930). Esta disparidad puede deberse a una mortalidad diferencial entre sexos (Leigh, 1970), o a que por ser la zona entre mareas un lugar de alta turbulencia, causa disgregación de los espermatozoides y por lo tanto se requiere un mayor número de machos que produzcan grandes cantidades de células sexuales que garanticen la fecundación de los óvulos (Glynn, 1970).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Oliver Alpírez por la revisión y sugerencias al manuscrito; a José A. Palacios por su asistencia en el análisis estadístico; a Jorge Rosales por su colaboración en las colectas y trabajo de laboratorio; a Estrella Lizano, por el trabajo mecanográfico.

RESUMEN

Un estudio biológico de un quitón tropical (*Chiton stockesii*) incluyendo algunos aspectos de distribución, densidad, reproducción y biometría se llevó a cabo en Punta Pochote, Bahía Ballena, Costa Rica, desde agosto de 1981 hasta julio de 1982.

Chiton stockesii presentó distribución de tipo agrupada con una densidad relativa de 0,2 ind/m² en la zona litoral superior; de 5,1 ind/m² y 6,3 ind/m² en las zonas media e inferior respectivamente.

Los coeficientes de correlación calculados resultaron ser significativos a $P \leq 0,01$, no se pudo establecer dimorfismo sexual ($P \leq 0,01$) con respecto a la longitud, ancho y peso total, correspondiendo a las dos primeras variables los valores más bajos del coeficiente de variación (13,88 y 12,49% respectivamente).

La relación entre machos y hembras fue de 1,54:1, en ningún caso se encontró evidencia de hermafroditismo; el índice y el estado gonádico mostraron variaciones estacionales similares a ($P \leq 0,05$). Se establecieron como épocas más notorias de gametogénesis y acumulación de gametos maduros las comprendidas entre agosto-setiembre-noviembre de 1981 y abril-mayo de 1982 y se fijaron como épocas de desove las incluidas entre setiembre-octubre de 1981; de noviembre de 1981 a febrero de 1982 y entre junio-julio de 1982. Estas épocas estuvieron marcadas por una disminución en el peso y longitud de la gónada.

REFERENCIAS

- Arey, L.B., & W. J. Crozier. 1919. The sensory responses of chitons. *J. Exp. Zool.*, 29: 157-260.
- Barbawell, E. B. 1954. The biology of the genus *Mopalia* in San Francisco Bay. M.A. Thesis, University of California, Berkeley.
- Boyden, P. R. 1977. The physiology and behavior of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 15: 461-509.
- Brewin, B.I. 1942. The breeding habits of *Crytoconchus porosus* (Burrow). *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 72: 186-191.
- Cowden, R.R. 1961. A cytochemical investigation of oogenesis and development to the swimming larval stage in the chiton, *Chiton tuberculatus* L. *Biol. Bull.*, 120: 313-325.
- Crozier, W.J. 1918. Growth of *Chiton tuberculatus* in different environments. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 4: 325-328.
- Crozier, W. J. 1920. Sex correlated coloration in *Chiton tuberculatus*. *Amer. Nat.*, 54: 84-88.
- Crozier, W.J. 1921. "Homing" behavior in chiton. *Amer. Nat.*, 55: 276-281.
- Dell, R.K. 1962. Stages in the development of viviparity in the Amphineura. *Nature*, 195: 512-513.
- Elliot, J. M., & H. Décamps. 1973. Guide pour l'analyse statique des échantillons d'invertébrés benthiques. *An. Limnol.*, 9: 79-120.
- Fisher, R. A. 1930. The genetical theory of natural selection. Dover Publications, Inc. New York, 291 p.
- Glynn, P. 1970. On the ecology of Caribbean chitons *Acanthopleura granulata* Gmelin and *Chiton tuberculatus* Linné: Density, mortality, feeding, reproduction and growth. *Smithsonian Contrib. Zool.*, 66: 1-21.
- Giese, A.C., J.S. Tucker, & R.R. Boolootian. 1959. Annual reproductive cycles of the chitons *Katharina tunicata* and *Mopalia hindsi*. *Biol. Bull.*, 117: 81-88.
- Giese, A.C., & J.S. Pearse. 1974. Reproduction of marine invertebrates. Academic Press. New York. 546 p.
- Himmelman, J.H. 1978. Reproductive cycle of *Katharina tunicata* Wood. and its controlling factors. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 31: 24-41.
- Himmelman, J. H. 1980. Reproductive cycle patterns in the chiton genus *Mopalia* (Polyplacophora). *Nautilus*, 94: 39-49.
- Keen, M.A. 1971. Sea shells-Tropical West America. Stanford Univ. Press. 1062 p.
- Leigh, E.G. 1970. Sex-ratio and differential mortality between the sexes. *Amer. Nat.*, 104: 205-210.
- Lewis, J.B. 1960. The fauna of rocky shores of Barbados, West Indies. *Can. J. Zool.*, 38:391-435.
- Murti, K. G., & R. Nagabhusanam. 1968. Observations on the spawning and reproductive cycle of

- Chiton granoradiatus* Leloup. Broteria (Natural Science series), 37: 223-233.
- Nagabhushanam, R., & U.D. Desphande. 1982. Reproductive cycle of the *Chiton iatricus* and environmental control of its gonad growth. Mar. Biol., 67: 9-13.
- Nimitz, M.A., & A. C. Giese. 1964; Histochemical changes correlated with reproductive activity and nutrition in the chiton *Katharina tunicata*. Quart. J. Micros. Sci., 105: 481-495.
- Pearse, J.S. 1968. Reproductive periodicities of the marine animals of tropical Middle East waters. Office of the Naval Research Report, Contract Number NG 2558-5022 (NR 104-889). 71 p.
- Ricketts, E.F., & J. Calvin. 1952. Between Pacific Tides. Stanford Univ. Press. 502 p.
- Sokal, R.R., & F.J. Rohlf. 1979. Biometría. H. Blume Ediciones, España. 922 p.
- Stephenson, A. 1934. The breeding of reef animals. Part. 2: Invertebrates other than corals. Sci. Rep., Great Barrier Reef Expedition, 1928-29, 3: 247-272.
- Thorpe, S. R. 1962. A Preliminary report on spawning and related phenomena in California chitons. The Veliger, 4: 202-210.
- Watanabe, J. M., & L. R. Cox. 1975. Spawning behavior and larval development in *Mopalia lignosa* and *M. mucosa* (Mollusca: Polyplacophora) in Central California. The Veliger (Suppl.) 18: 18-27.
- Webber, H. H., & A. C. Giese. 1969. Reproductive cycles and gametogenesis in the black abalone *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda: Prosobranchiata) Mar. Biol., 4: 152-159.