

## Ciclo reproductivo de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en el sur de Isla Margarita, Venezuela

Santiago Montealegre Quijano\* & Alfredo Gómez Gaspar

Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente y Museo Marino de Margarita, Boca de Rio (Isla de Margarita) Venezuela; Telefax: 58 295 2913132

\* Dirección actual Programa de Pós-graduação Oceanografia Biológica. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Caixa Postal 474, Rio Grande – RS (Brasil), CEP 96201-900, Fax: 55-53-2336601; santisharks7@hotmail.com, museomarinomgta@telcel.net.ve

Recibido 14-VI-2004. Corregido 09-XII-2004. Aceptado 17-V-2005.

**Abstract: Reproductive cycle of *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) in the south of Margarita Island, Venezuela.** The sea urchin *Lytechinus variegatus* is of some commercial importance on the Southern coast of Margarita Island (Venezuela), where artisan women fishers process and sell the roe. The reproduction cycle of this species had not been fully studied. We collected these sea urchins in two stations from November 1997 through October 1998. The samples were transported fresh to the laboratory to determine weight, diameter and height. The sexual stage was established with a macroscopic scale and the gonadosomatic index (GI). Maturity is achieved when the animals reaches a diameter of 22 mm, although 50% of the population reaches sexual development at diameters of 43 mm (males) and 45 mm (females) at Station 1, and 35 mm for both sexes at Station 2. Mature individuals, in a sexual proportion of 1:1 were collected every month. According to the monthly GI variation and frequency (%) of the development stages, on the southern beaches the main reproductive period begins in April and continues through October, and it is most intensive from May to July, when gonads reach the greatest growth. Rev. Biol. Trop. 53(Suppl. 3): 305-312. Epub 2006 Jan 30.

**Key words:** Sea urchins, *Lytechinus variegatus*, reproductive cycle, maturity size.

Desde tiempos antiguos, las gónadas de erizos son utilizadas como alimento humano (Fechter 1970, Caso 1978) y actualmente alcanzan un precio elevado en los mercados internacionales (Hagen 1996). En el Atlántico centro-occidental la especie *Tripneustes ventricosus* (Lamarck) se explotó hasta su agotamiento en Barbados y en el nororiente de Venezuela el erizo verde *Lytechinus variegatus* (Lamarck) es capturado y procesado de manera artesanal (Gómez 1999).

*L. variegatus* ha sido objeto de investigaciones relacionadas con la dinámica poblacional y trófica, la reproducción, el crecimiento y la productividad secundaria (Sharp y Gray 1962, Moore *et al.* 1963, Moore y McPherson 1965, Moore y López 1972, Allain

1975, Ernest y Blake 1981, Klinger 1982, Tertschnig 1982, Bell y McClintock 1982, Vadas y Ogden 1982, McConell *et al.* 1982, Keller 1983, Cameron 1986, Cubit *et al.* 1986, Klinger *et al.* 1986, Shulman 1990, Hertel *et al.* 1990, Cabral 1991, Roller y Stickle 1993, Heek y Valentine 1995). En Venezuela se han realizado algunos estudios (Zoppi 1967, Martínez 1986, Rodríguez y Losada 1986, Malavé 1995, Montealegre-Quijano 1999, Gómez 2000a, 2000b, 2002, 2003) sin embargo, a pesar de la explotación del recurso se desconocen aspectos de su biología reproductiva por lo cual este trabajo determina su proporción de sexos, la talla mínima y media de la madurez sexual y su principal época de reproducción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los erizos fueron recolectados mensualmente de noviembre 1997 a octubre 1998 en dos estaciones (E1 y E2) ubicadas al sur de la Isla de Margarita, en las cuales están presentes rodales de la fanerógama marina *Thalassia testudinum*. En E1 (10°57'13" N - 64°10'55" W) los erizos no son objeto de explotación pesquera y en E2 (10°55'33" N - 64°07'07" W) existe extracción moderada del recurso desde hace unos 50 años. En cada estación se hizo un transecto perpendicular a la costa (profundidad máxima 2.5 m) utilizando una cuerda con longitud de 100 m y cada 20 m se lanzaba (4 veces) un cuadro metálico de 0.25 m<sup>2</sup> de superficie y por buceo se recolectaban los erizos presentes, los cuales se trasladaban al laboratorio donde se mantenían en un tanque provisto con aireación constante. Se determinó el diámetro de la testa (talla) y su altura utilizando vernier (aproximación 0.1 mm) y el peso húmedo con balanza digital ( $\pm 0.01$  g).

Los erizos fueron disectados y por observación macroscópica de las gónadas se establecieron cinco fases de madurez similares a las citadas por Ernest y Blake (1981): FASE I (Inmaduro) gónada muy poco desarrollada, con pequeños filamentos translúcidos o de color pardo. FASE II (Maduración o en Recuperación) la gónada de coloración amarillenta comienza su desarrollo pero no alcanza el ambitus de la testa. FASE III (Maduro) las gónadas ocupan la mayor parte de la cavidad de la testa, son voluminosas y sobrepasan el ambitus hasta alcanzar el peristoma. En las hembras son de color amarillo y los ovocitos se aprecian a simple vista. En los machos se observa esperma sobre las gónadas blancas. FASE IV (Desovando) la gónada disminuye considerablemente de volumen pero en longitud aún sobrepasa el ambitus de la testa; es característica su coloración marrón oscura. FASE V (Desovado) la gónada es muy delgada, flácida y de color negro.

La talla mínima de madurez sexual se consideró la del ejemplar maduro más pequeño encontrado. Para cada sexo la talla de madurez

del 50% de la población se estimó ajustando la proporción de organismos maduros en cada ámbito de talla, a una función logística (Gaertner y Laloè 1986):

$$Y = \frac{1}{1 + ae^{bx}} + e$$

Y = proporción individuos maduros. x = marca de clase de la longitud de referencia. Las constantes a y b se estimaron por el método de los mínimos cuadrados, para lo cual fue necesario linearizar la ecuación mediante transformación logarítmica. La talla a la cual el 50% de la población se encuentra sexualmente madura ( $X_{0.5}$ ) corresponde a la ecuación:

$$X_{0.5} = \frac{-\ln a}{b}$$

Los sexos fueron diferenciados mediante observación microscópica de los gametos de los erizos. La proporción sexual mensual se contrastó con la prueba de Ji-cuadrado (Scheffler 1981):

$$X^2 = \frac{(f_1 - f_2 / -1)^2}{n}$$

( $f_1$  y  $f_2$  = frecuencias observadas de cada sexo. n = número de observaciones por mes)

Además se realizó un análisis de Ji-cuadrado de heterogeneidad ( $X^2_{\text{Het}}$ ) para verificar la proporción sexual teórica 1:1 en los meses de muestreo.

La época de reproducción se estableció según la variación mensual del índice gonadosomático, para lo cual en cada muestreo se extrajeron y pesaron las gónadas de 20 erizos. Se utilizó la fórmula propuesta por Giese y Pearse (1974):

$$IG = \frac{pG \times 100}{pT}$$

(IG = índice gonadosomático pG = peso de la gónada pT = peso total del individuo)

## RESULTADOS

La temperatura del agua fluctuó entre 26 y 30°C (promedio 28.3 ± 1.8°C) pero durante los meses de diciembre 1997 a abril 1998 se mantuvo inferior a 27° C mientras que entre mayo y octubre 1998 estuvo cercana a 30° C. La salinidad varió entre 36.4 y 37.6 ‰ (promedio 37.1 ± 0.28 ‰). En la E1 se analizaron 537 erizos (268 machos y 269 hembras), que tuvieron un intervalo de talla de 9.6 a 70.8 mm (media 45 ± 6.6 mm); una altura de 5.1 a 36.3 mm (media 27 ± 3.7 mm) y peso 0.6 a 112.23 g (promedio 39.66 ± 17.5 g); la talla mínima de madurez fue de 24.9 mm para los machos y 29.5 mm para las hembras. En la E2 se estudiaron 389 erizos (181 machos y 208 hembras) que tuvieron intervalo de talla entre 8.1 y 65.1

mm (media 37.1 ± 7.36 mm); una altura de 4.5 a 33.5 mm (media 21.3 ± 4.4 mm) y peso 0.39 a 82.63 (media 23.13 ± 12.3 g); se encontró que la talla mínima de madurez fue 21.9 mm para los machos y 21.8 mm para las hembras. En la Figura 1 se muestra la distribución por tallas y pesos de los erizos recolectados.

Entre las estaciones, fueron observadas diferencias significativas en las tallas ( $F= 224.73$ ,  $p > 0.05$ ) y pesos ( $F= 172.87$ ,  $p > 0.05$ ) promedios de los erizos. Sin embargo, haciendo el análisis según el sexo de los erizos no se encontraron diferencias al comparar los interceptos de la relación talla - peso en la E1 ( $t_{0.05} = 1.28$ ) y E2 ( $t_{0.05} = 0.095$ ) En relación con la talla de madurez del 50% de la población, se determinó que en la E1 los erizos machos maduran a los 42 mm y las hembras a los 45 mm. En cambio, en la E2

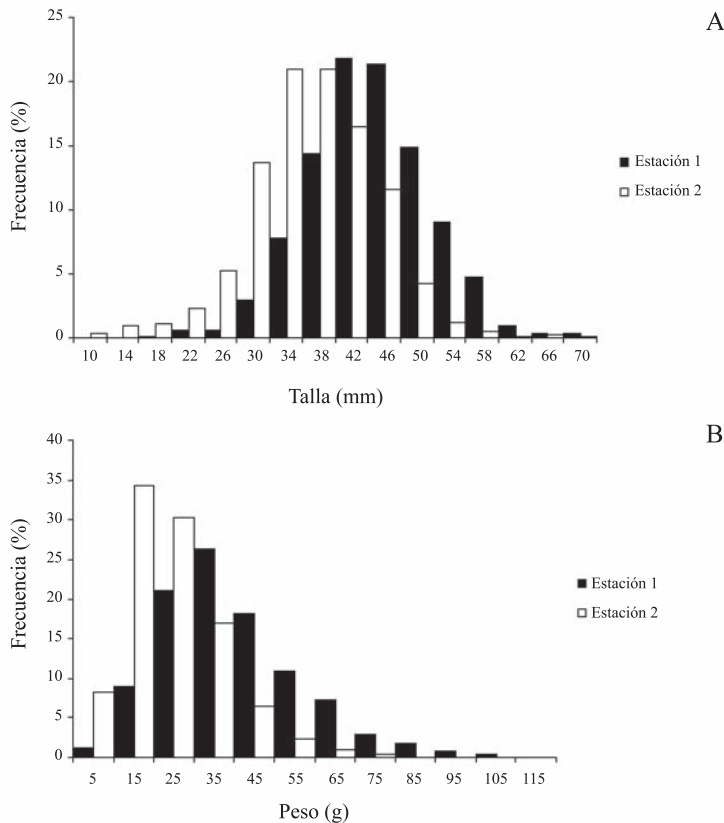


Fig. 1. Distribución de frecuencia de (a) tallas (mm) y (b) pesos (g) de *L. variegatus* en el sur de la Isla de Margarita.

Fig. 1. Frequency distribution of (a) size (mm) and (b) weight (g) of *L. variegatus* in the south of Margarita Island.

ambos sexos maduran cuando tienen talla de 35 mm (Fig. 2). La proporción de machos y de hembras difiere significativamente de la esperada (1:1) durante todos los meses y el análisis de heterogeneidad demostró que la relación no varió durante el año estudiado ( $\chi^2_{\text{Het}}$  E1=9.30; E2=7.74  $p > 0.05$ ).

En este estudio el peso de la gónada de los erizos varió entre 0.01 y 8.2 g. El índice gonadosomático entre hembras y machos no fue significativamente diferente (Kruskal-Wallis 0.24,  $p > 0.05$ ) por lo cual se consideraron

todos los ejemplares recolectados en cada estación para determinar el valor promedio de cada mes (Fig. 3). Por estaciones se encontró que en la E1 el índice varió entre  $0.11 \pm 0.08$  y  $8.93 \pm 5.45$  y en la E2 varió entre  $0.49 \pm 0.65$  y  $4.0 \pm 2.06$ . En ambas estaciones los valores más elevados del índice se encontraron en junio y los valores mínimos en diciembre (E1) y en agosto (E2) lo cual se aprecia en la Figura 3. La variación anual del índice indica que en el sur de Margarita el erizo verde comienza a madurar en abril y alcanza su máximo valor en los

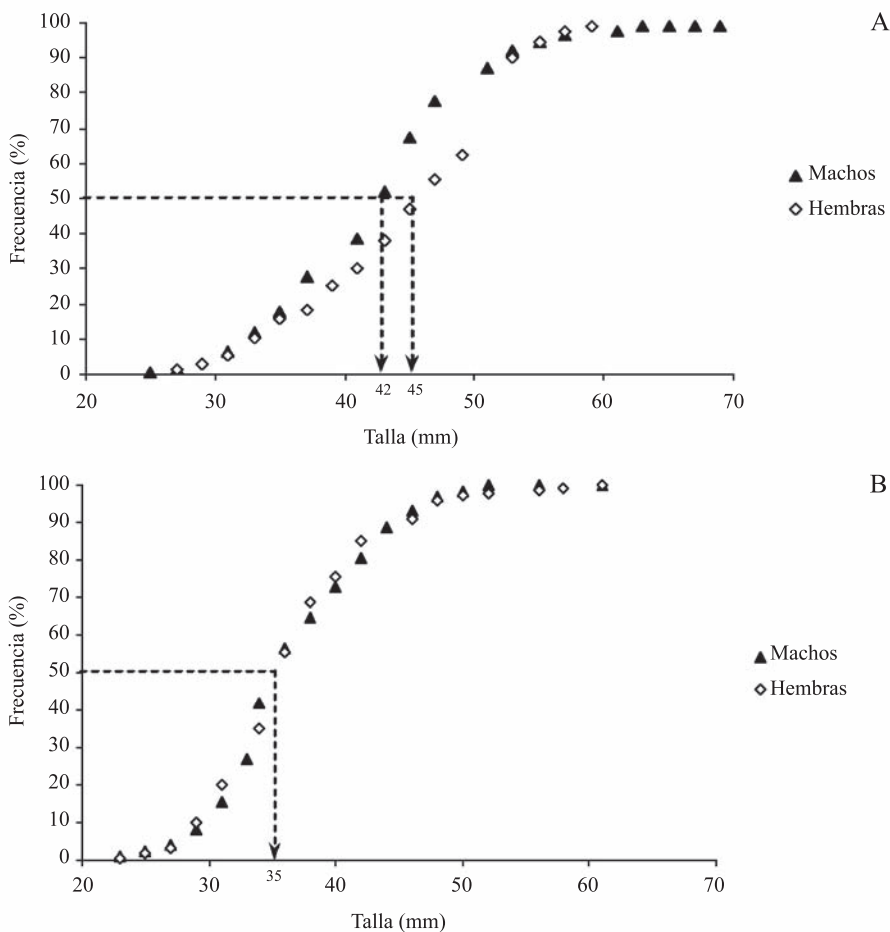


Fig. 2. Talla de madurez sexual del 50% de la población de *L. variegatus* en las estaciones 1 (a) y 2 (b) el sur de la Isla de Margarita.

Fig. 2. Maturity sex size of the 50% of the population of *L. variegatus* in the stations 1 (a) and 2 (b) in the south of the Margarita Island.

meses de junio y julio. En el Cuadro 1 se presentan los valores mensuales de las frecuencias porcentuales para cada una de las fases de la escala de madurez sexual establecida. Los erizos inmaduros (Fase I) fueron poco frecuentes durante la mayor parte del año, excepto durante los meses de noviembre y diciembre, mientras que la Fase II fue poco frecuente entre abril y agosto. Los porcentajes máximos de erizos en Fase III se observaron el mes de junio y el mayor porcentaje de erizos en Fase IV se presentaron en los meses de agosto (43.3% en E1) y octubre (57.9% en E2). Se destaca que en agosto se evidenció un elevado porcentaje (66.6% y 50.1%) de erizos en Fase V (desovados) lo cual puede indicar que en los meses de junio y julio ocurrieron desoves intensos como se aprecia en la Figura 3).

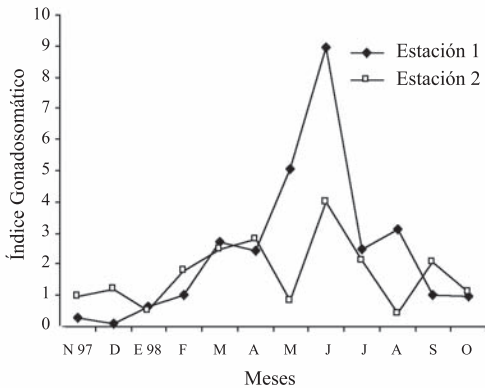


Fig. 3. Variación mensual del índice gonadosomático de *L. variegatus* en las estaciones muestreadas del sur de la Isla de Margarita.

Fig. 3. Monthly variation of the gonadosomatic index of *L. variegatus* in the sampling stations in the south of Margarita Island.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio el diámetro mínimo de *L. variegatus* con gónadas maduras fue de 22 mm. Sin embargo, la talla de madurez del 50 % de la población fue de 42 mm para los machos y de 45 mm para las hembras en la E1, lo cual coincide con lo mencionado para las

poblaciones de la Florida (Moore *et al.* 1963); mientras que en la E2 ambos sexos maduran cuando tienen una talla de 35 mm. Esta diferencia entre estaciones puede deberse a la frecuencia porcentual de la talla modal, ya que en la E2 la mayoría de erizos presentaron una talla inferior a los 40 mm (34 a 38 mm) quizás por causa de la explotación pesquera que existe desde hace décadas, mientras que en la E1 los erizos tienen talla superior a los 40 mm (42 a 46 mm) (Fig. 1).

La proporción sexual encontrada en el presente estudio (1:1) concuerda con lo observado en subpoblaciones de *L. variegatus* sometidas a diferentes condiciones ambientales en la costa oeste de la Florida (Ernest y Blake 1981). Es interesante mencionar que en otras especies como *T. ventricosus* existen diferencias en la proporción sexual de acuerdo a la talla (Mc Pherson 1965).

El análisis de la variación anual del índice gonadosomático y del porcentaje de erizos en Fase III y IV (Cuadro 1) permite pensar que en las dos estaciones estudiadas, el erizo *L. variegatus* se reproduce desde abril hasta octubre, pero con mayor intensidad de mayo a julio. Se menciona que en el sur de la Florida desova en el verano y durante la primavera en Bermuda (Moore *et al.* 1963); otros estudios no indican periodicidad reproductiva (Moore y López 1972), aunque en la costa oeste de la Florida desova entre febrero y marzo (Ernest y Blake 1981). En Puerto Rico la especie desova durante todo el año, pero con mayor intensidad de agosto a octubre (Cameron 1986).

En el presente estudio, se determinaron temperaturas de hasta 30°C a partir de mayo, época en la que el índice gonadosomático comenzó a incrementar. De esta forma, se puede señalar que en el sur de la Isla de Margarita *L. variegatus* exhibe picos de mayor actividad reproductiva en los meses de junio y julio cuando las gónadas tienen el mayor desarrollo. Este periodo coincide con el aumento de la temperatura del agua, sin embargo *L. variegatus* se reproduce todo el año porque se observaron individuos con las gónadas maduras en todos los muestreos. No obstante, es de mencionar la

CUADRO 1  
Frecuencia mensual (%) de las fases de madurez sexual de *L. variegatus* en las estaciones muestreadas en el sur de la Isla de Margarita

TABLE 1  
Monthly frequency (%) of the sexual maturity stages of *L. variegatus* in the sampling stations in the south of Margarita Island

Mes	Estación 1					Estación 2				
	Fases de madurez sexual					Fases de madurez sexual				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Noviembre 97	66.2	12	4	14	3.8	48.5	26.3	6.9	2.1	16.2
Diciembre	58.6	22.4	7	6.2	5.8	25.3	26.8	15.5	13.8	18.6
Enero 98	26.2	34.3	18.5	11.1	9.9	6.4	43.3	26.9	18.8	4.6
Febrero	4.7	11.9	57.1	21.4	4.7	31.2	6.2	51.1	9.3	1.5
Marzo	0	3.7	55.5	29.6	11.1	13.1	18.1	40.3	28.5	0
Abril	0	0	76.5	17.3	6.1	6	7	71.7	7	8
Mayo	0	0	92	7	1	2	3.1	41.6	35.4	17.7
Junio	0	0	97.3	2.7	0	0	1	79.7	19.1	0
Julio	0	0	84.6	10.2	5.2	21	5	60	13.7	0
Agosto	3.3	0	50	43.3	3.3	6.6	0	6.6	20	66.6
Septiembre	5.3	6.3	43.8	37.7	3	3.5	2.3	67	21.1	5.8
Octubre	0	0	9.8	70.1	20.1	0	0	31.5	57.9	10.5

amplia variabilidad intraespecífica en la intensidad, el tiempo y la duración de la reproducción de poblaciones de erizos presentes en áreas geográficas distintas (Lewis 1958, Mc Pherson 1965, Lewis 1966, Mc Pherson 1968, Gonor 1972, Moore y López 1972, Himmelman 1978, Ernest y Blake 1981, Kato y Schroeter 1985, Cameron 1986).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradecen las valiosas sugerencias de los revisores anónimos del artículo.

## RESUMEN

El erizo *Lytechinus variegatus* tiene importancia comercial en la costa sur de la Isla de Margarita (Venezuela), donde mujeres pescadoras artesanales procesan y venden las gónadas. Se colectó a este erizo en dos estaciones de

noviembre de 1997 hasta octubre de 1998. Las muestras fueron transportadas frescas al laboratorio para determinar el peso, diámetro y altura. El estado de madurez sexual fue adscrito a una escala macroscópica y el índice gonadosomático (IG). La madurez se termina cuando los animales alcanzan diámetros de 22 mm, aunque el 50% de la población alcanza el desarrollo sexual a los 43 mm (machos) y los 45 mm (hembras) en la estación 1, y los 35 mm para ambos sexos en la estación 2. Los individuos maduros, en una proporción 1:1 fueron colectados cada vez. De acuerdo al IG mensual y a la frecuencia (%) de las fases de desarrollo, en las playas sureñas el principal periodo reproductivo se inicia en abril y continúa hasta octubre, y es más intenso entre mayo y julio, cuando las gónadas alcanzan los mayores tamaños.

**Palabras claves:** Erizo de mar, *Lytechinus variegatus*, ciclo reproductivo, talla de madurez.

## REFERENCIAS

Allain, J.Y. 1975. Mortalidad natural de *Lytechinus variegatus* en la Bahía de Cartagena, Colombia. Bol. Mus. Mar. 7: 51-60.

- Bell, S.S. & J.B. Mc Clintock. 1982. Invertebrates associated with echinoderms from the west coast of Florida with special reference to harpacticoid copepods, p. 229-234. In J.M. Lawrence (ed.). Echinoderms: Proc. Int. Conf., Tampa Bay. Balkema, Rotterdam. Holland.
- Cabral, M. 1991. Survival of seaweeds ingested by three species of tropical sea urchins from Brazil. *Hidrobiologia* 222: 13-17.
- Cameron, R.A. 1986. Reproduction, larval occurrence and recruitment in Caribbean sea urchins. *Bull. Mar. Sci.* 34: 322-332.
- Caso, M.E. 1978. Ciencia y técnica de los equinodermos en relación con el hombre. Primera parte: aspecto científico. *An. Cent. Cienc. Mar. Limn.* 5: 255-286.
- Cubit, J.D., D.M. Windsor, R.C. Thomson & J.M. Burget. 1986. Water-level fluctuations, emersion regime and variation of echinoid populations on a Caribbean reef flat. *Est. Coast. Shelf. Sci.* 22: 719-737.
- Ernest, R.G. & N.J. Blake. 1981. Reproductive patterns within subpopulations of *Lytechinus variegatus* J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.* 55: 25-38.
- Fechter, H. 1970. The echinoderms, p. 284-360. In B. Grzimek (ed.). *Animal life encyclopedia*. Vol 3. Reinhold Company, Nueva York.
- Gaertner, D. & F. Laloè. 1986. Etude biometrique de la taille à première maturité sexuelle de *Geryon maritae* du Sénégal. *Oceanol. Act.* 9: 479-487.
- Giese, A.C. & J.S. Pearse. 1974. Introduction: general principles, p. 1-49. In A.C. Giese & J.S. Pearse (eds.). *Reproduction of Marine Invertebrates*. Academic Nueva York.
- Gómez, A. 1999. Los Recursos Naturales Renovables del Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Biología y Pesca de especies comerciales*. Tomo I. Invertebrados y algas. Gráficas Capriles, Caracas. 208 p.
- Gómez, A. 2000a. Abundancia de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en la isla de Cubagua, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48: 125-131.
- Gómez, A. 2000b. Abundancia relativa del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la costa sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Acta Ecol. Mus. Mar. Margarita* 2: 31-39.
- Gómez, A. 2002. Abundancia de erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la costa norte, este y oeste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 53: 15-20.
- Gómez, A. 2003. Relación diámetro-peso y proporción cromática del erizo *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en las islas de Margarita y Cubagua, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 51: 83-86.
- Gonor, J.J. 1972. Gonad growth in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* and the assumptions of the gonad index methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 10: 89-103.
- Hagen, N.T. 1996. Echinoculture: from fishery enhancement to closed cycle cultivation. *World Aquaculture* 27: 6-19.
- Heek K.L. & J.F. Valentine. 1995. Sea urchin herbivory: evidence for long-lasting effects in subtropical seagrass meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 189: 205-217.
- Hertel, L.A., D.W. Duszynski & J.E. Ubelaker. 1990. Turbellarians (Umagillidae) from Caribbean sea urchins with a description of *Syndisyrix colongistyla* n. sp. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 109: 273-281.
- Himmelman, J.H. 1978. Reproductive cycle of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Can. J. Zool.* 56: 1828-1836.
- Kato, S. & S.C. Schroeter. 1985. Biology of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* and its fishery in California. *Mar. Fish. Rev.* 47: 1-20.
- Keller, B.D. 1983. Coexistence of sea urchins in sea grass meadows: an experimental analysis of competition and predation. *Ecology* 64: 1581-1598.
- Klinger, T.S. 1982. Feeding rates of *Lytechinus variegatus* on differing physiognomies of an artificial food of uniform composition, p. 29-32. In J.M. Lawrence (ed.). *Echinoderms: Proc. Int. Conf., Tampa Bay*. Balkema, Rotterdam. Holland.
- Klinger, T.S., H.L. Sieh, R.A. Pangallo, C.P. Chen & J.M. Lawrence. 1986. The effect of temperature on feeding, digestion and absorption of *Lytechinus variegatus*. *Physiol. Zool.* 50: 47-62.
- Lewis, J.B. 1958. The biology of the tropical sea urchin *Tripneustes ventricosus* in Barbados, British West Indies. *Can. J. Zool.* 36: 607-621.
- Lewis, J.B. 1966. Growth and breeding in the tropical echinoid *Diadema antillarum*. *Bull. Mar. Sci.* 16: 151-158.
- Malavé, M.J. 1995. Caracterización y cuantificación del contenido lipídico y de ácidos grasos presentes en dos especies de erizos de mar: *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*. Tesis de Pregrado, Universidad de Oriente, Cumaná, Sucre, Venezuela. 97 p.
- Martínez, A.M. 1986. Equinodermos de la Isla de Aves, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente* 25: 195-213.

- Mc Conell, O.J., J. Daley, P.A. Hughes & N.M. Target. 1982. Effects of secondary metabolites from marine macrophytes on feeding by *Lytechinus variegatus*, p. 41. In J.M. Lawrence (ed.). Echinoderms: Proc. Int. Conf., Tampa Bay. Balkema, Rotterdam. Holland.
- Mc Pherson, B.F. 1965. Contributions to the biology of the sea urchin *Tripneustes ventricosus*. Bull. Mar. Sci. 15: 228-244.
- Mc Pherson, B.F. 1968. Contributions to the biology of the sea urchin *Euclidaris tribuloides*. Bull. Mar. Sci. 18: 400-443.
- Moore, H.B. & N.N. López. 1972. Factors controlling variation in the seasonal spawning pattern of *Lytechinus variegatus*. Mar. Biol. 14: 275-280.
- Moore, H.B. & B.F. Mc Pherson. 1965. A contribution to the study of productivity of the sea urchins *Tripneustes esculentus* and *Lytechinus variegatus*. Bull. Mar. Sci. 15: 855-871.
- Moore, H.B., T. Jurate, J.C. Bauer & J.A. Jones. 1963. The biology of *Lytechinus variegatus*. Bull. Mar. Sci. 13: 25-53.
- Montealegre-Quijano, S. 1999. Aspectos biológicos del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea: Toxopneustidae) en tres localidades al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. Tesis Pregrado, Universidad de Oriente, Isla Margarita, Venezuela. 112 p.
- Rodríguez, J.L. & F. Losada. 1986. Efecto del apacentamiento de *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* sobre las comunidades marinas de la Bahía de Mochima, Venezuela. Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente 25: 69-84.
- Roller, R.A. & W.B. Stickle. 1993. Effects of temperature and salinity acclimatation of adults on larval survival, physiology and early development of *Lytechinus variegatus*. Mar. Biol. 116: 583-591.
- Scheffler, W.C. 1881. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano, S.A., México. 267 p.
- Sharp, D.T. & I.E. Gray. 1962. Status on factors affecting the local distribution of two urchins *Arbacia punctulata* and *Lytechinus variegatus*. Ecology 42: 309-313.
- Shulman, M.J. 1990. Aggression among sea urchins on Caribbean coral reefs. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 140: 197-207.
- Tertschnig, W.P. 1982. Changes in density and distribution of sea urchins in Bermuda: natural fluctuations or anthropogenic decrease?, p. 325. In J.M. Lawrence (ed.). Echinoderms: Proc. Int. Conf., Tampa Bay. Balkema, Rotterdam. Holland.
- Vadas, R.L. & J.C. Ogden. 1982. Comparative aspects of algal sea urchin interactions in boreal and tropical waters, p. 253. In J.M. Lawrence (ed.). Echinoderms: Proc. Int. Conf., Tampa Bay. Balkema, Rotterdam. Holland.
- Zoppi, E. 1967. Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. Act. Biol. Venez. 5: 267-283.