

## Actividad reproductiva de los erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) en relación con factores ambientales en el Golfo de Cariaco, Venezuela

R.A. Espinoza G.<sup>†1</sup>, J.L. Reyes<sup>1,2</sup>, J.H. Himmelman<sup>3</sup> & C. Lodeiros<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Acuicultura, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Venezuela; cesarlodeirosseijo@yahoo.es
2. Laboratorio de Zoología de Invertebrados, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela; jenyreyesl@cantv.net
3. Departement de Biologie, Université Laval, Québec City, Canada G1V 0A6

Recibido 23-I-2008. Corregido 11-V-2008. Aceptado 17-IX-2008.

**Abstract:** Reproductive activity of the sea urchins *Lytechinus variegatus* and *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) in relation to environmental factors at the Gulf of Cariaco, Venezuela. We made monthly determinations of gonad development, female:male ratio, and reproductive index (gonad weight as a percentage of total wet weight) of *Lytechinus variegatus* and *Echinometra lucunter* during 16 months at Turpialito in the Gulf of Cariaco, Venezuela. The cover of macroalgae and sea grasses in the collection sites was recorded monthly, water temperature was monitored continuously, and salinity, oxygen content and seston concentration were recorded at weekly intervals. For both sea urchin species, there was high variability in the gonad index throughout the study and the male to female ratio was 1:1. The gonad index of *L. variegatus* tended to be higher from July to November, and there was a high percentage of spawning (phases IV, V) individuals during most of the year. For *E. lucunter* the gonad index did not show a clear pattern and individuals with immature gonads were observed throughout the study. There was no clear relationship between reproductive events and the environmental factors studied for either *L. variegatus* or *E. lucunter*, although, for *L. variegatus*, gametogenesis may have been related to low temperature and gonad maturation with high temperatures. Rev. Biol. Trop. 56 (Suppl. 3): 341-350. Epub 2009 January 05.

**Key words:** Gonad index, reproductive index, *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus*, Golfo de Cariaco, Venezuela.

Las poblaciones de *Lytechinus variegatus* son comunes en aguas tranquilas, especialmente en pastos de hierbas marinas; aunque son frecuentes sobre rocas o arena entre los 0 a 250 m, son más fáciles de encontrar a poca profundidad. *Echinometra lucunter* es común en zonas de rompiente ocupando una amplia diversidad de hábitat como arrecifes coralinos, fondos rocosos, praderas de la fanerógama *Thalassia testudinum*, rocas y arena (Monroy y Solano 2005, Astudillo *et al.* 2005). Ambas especies se distribuyen desde las costas de Beaufort, Carolina del Norte, todo el sur del Caribe, Bermuda hasta el atlántico central en

Brasil. *E. lucunter* se ha encontrado también en el oeste de África (Hendler *et al.* 1995).

En Venezuela estas especies se distribuyen desde las costas del estado Falcón hasta los estados Sucre y Nueva Esparta (Cruz-Motta 2007). En *L. variegatus* se conocen datos sobre su abundancia y ecología en la zona costera venezolana (Zoppi 1967), Isla de Aves (Martínez 1986), Mochima (Rodríguez y Losada 1986, Noriega *et al.* 2002), Golfo de Cariaco (Pompa *et al.* 1989) e Isla Margarita (Montealegre y Gómez 2005, Gómez 2002, 2003). Se ha estudiado el contenido lipídico y ácidos grasos de sus gónadas (Malavé 1995),

así como la producción de larvas y postlarvas bajo cultivo (Buitrago y Lodeiros 2005, Buitrago *et al.* 2005, Gómez y Gómez 2005, Domínguez *et al.* 2007). Los estudios sobre *E. lucunter* son más escasos destacando algunos aspectos sobre su distribución y abundancia (Zoppi 1967, Martínez 1986, Cruz-Motta 2007) y cultivo larvario con diferentes microalgas (Astudillo *et al.* 2005).

Las gónadas de los erizos se han utilizado como alimento desde tiempos antiguos y alcanzan un precio elevado en los mercados internacionales (Montealegre y Gómez 2005). En Venezuela, *L. variegatus* y *E. lucunter* constituyen especies potenciales para el cultivo, debido a su rápido crecimiento, buena adaptación al cautiverio y cantidad de gónadas producidas en corto tiempo (Astudillo *et al.* 2007). Sin embargo, los estudios sobre aspectos de su actividad reproductiva en la naturaleza son escasos; en Venezuela tan solo Montealegre y Gómez (2005) realizaron trabajos del ciclo reproductivo de *L. variegatus* en el sur de la Isla de Margarita, mostrando que la especie posee su mayor actividad reproductiva de mayo a julio. El presente trabajo evalúa la actividad reproductiva de *L. variegatus* y *E. lucunter* en el Golfo de Cariaco, Venezuela y su relación con algunas variables ambientales durante unos 16 meses.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron mensualmente desde enero 1993 hasta abril 1994 en diez estaciones ubicadas a profundidades entre 1 y 3 m, en la localidad de Turpialito, costa sur del Golfo de Cariaco, Venezuela (64°2'00" O y 10°26'56" N). El área, que abarcó aproximadamente una hectárea, posee peñascos de rocas y pequeñas areniscas con granos gruesos expuestos a la acción del oleaje hasta los 2 m de profundidad. El perfil es suave, pero luego existe una pendiente muy abrupta que se extiende hasta los 6 m aproximadamente.

En cada estación se recolectaron por buceo libre dos a cuatro erizos, exceptuando los de menor talla, en función de obtener mayor

probabilidad de encontrar individuos con gónadas, hasta completar unos treinta individuos por especie. Los organismos se trasladaron hasta el laboratorio en contenedores isotérmicos. A cada uno se le determinó el diámetro de la testa con un vernier (0.01 mm) y el peso del organismo húmedo con una balanza electrónica (0.001 g de apreciación). Los erizos se disecaron y por observación macroscópica se establecieron cinco fases de madurez de las gónadas, empleando una escala empírica en la cual se consideraron características de color, consistencia, tamaño y grado de desarrollo de los gametos (Montealegre y Gómez 2005): FASE I (inmaduro) gónada muy poco desarrollada, con pequeños filamentos translúcidos o de color pardo. FASE II (maduración) gónada amarillenta, comienza su desarrollo; pero no alcanzan el ámbito de la testa. FASE III (maduro): la gónada ocupa la mayor parte de la cavidad de la testa, es voluminosa y sobrepasa el ámbito hasta alcanzar el peristoma. En las hembras las gónadas son de color amarillo y se observan los ovocitos a simple vista. En los machos son blancas y puede observarse espermatozoides sobre su superficie. FASE IV (parcialmente desovado): la gónada disminuye considerablemente de tamaño, aunque solo en volumen pues en longitud sobrepasa el ámbito de la testa. La principal característica es su color marrón oscuro. FASE V (desovado): la gónada se presenta muy delgada, flácida y de color negro. La relación hembras:machos de ambas especies se determinaron utilizando una prueba de t-student según Zar (1984). Para estos análisis se tomó una probabilidad de  $P=0.05$ .

Las gónadas se extrajeron y se pesaron (0.001 g) y el índice gonádico fue establecido como un porcentaje del peso total. La menor talla de madurez sexual en la población muestreada, para cada sexo, se determinó a partir de un gráfico de dispersión donde se relacionó las tallas con el índice gonádico.

La temperatura y la biomasa fitoplanctónica expresada por clorofila *a*, índices de manifestación de surgencia y estratificación del agua en la zona de estudio (Lodeiros y Himmelman 2000) y otros factores ambientales, fueron

determinados en función de relacionarlos con la reproducción de los erizos. La temperatura del agua se registró continuamente a intervalos de 5 min con un termógrafo electrónico durante todo el estudio. La salinidad (‰), el oxígeno disuelto (mg/l), la clorofila *a*, y el seston (orgánico e inorgánico) se obtuvieron a partir de colectas de agua superficial (1-1.5 m) cada semana, utilizando una botella Niskin de 5 l. La salinidad se determinó con un salinómetro inductivo siguiendo las recomendaciones de la UNESCO (1981). La materia orgánica e inorgánica del seston (partículas suspendidas) se determinaron gravimétricamente, el oxígeno por el método de Winkler y la clorofila *a* por el colorimétrico, siguiendo la metodología descrita por Strickland y Parsons (1972). En adición

en cada estación se determinó el porcentaje de cobertura de *T. testudinum*, *Sargassum vulgare* y algas verdes, como posible disponibilidad de alimento de los erizos.

## RESULTADOS

La proporción de machos:hembras en ambas especie fue 1:1. El índice gonádico promedio no presentó un patrón claro, mostrando fluctuaciones durante todo el periodo de estudio en ambos sexos y para las dos especies. En ambos sexos se observaron los valores mínimos entre enero-mayo 1993 y de enero-abril 1994. Los valores mayores se obtuvieron entre agosto y diciembre 1993 (Figs. 1 y 2).

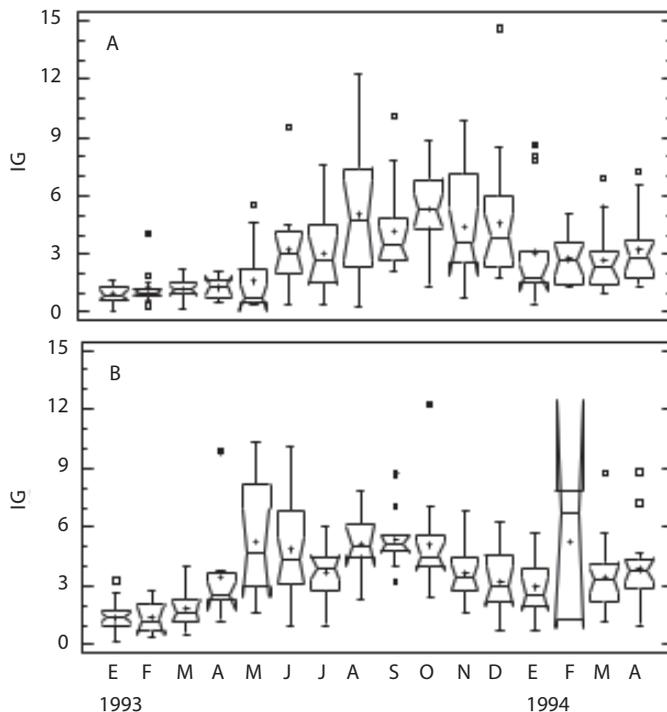


Fig. 1. Distribución del índice gonádico durante el período de muestreo de *Lytechinus variegatus*. a) Hembras, b) Machos. Los límites superior e inferior indican el tercer y primer percentil. Las líneas verticales indican los valores altos (línea superior) y bajos (línea inferior). Los valores fuera de estos límites son datos atípicos.

Fig. 1. Gonadic index distribution during the sampling period of *Lytechinus variegatus*. a) Females, b) Males. The superior and inferior limits show the third and first percentil. The vertical lines show high (upper line) and low values (lower line). The values out of these limits are atipic data.

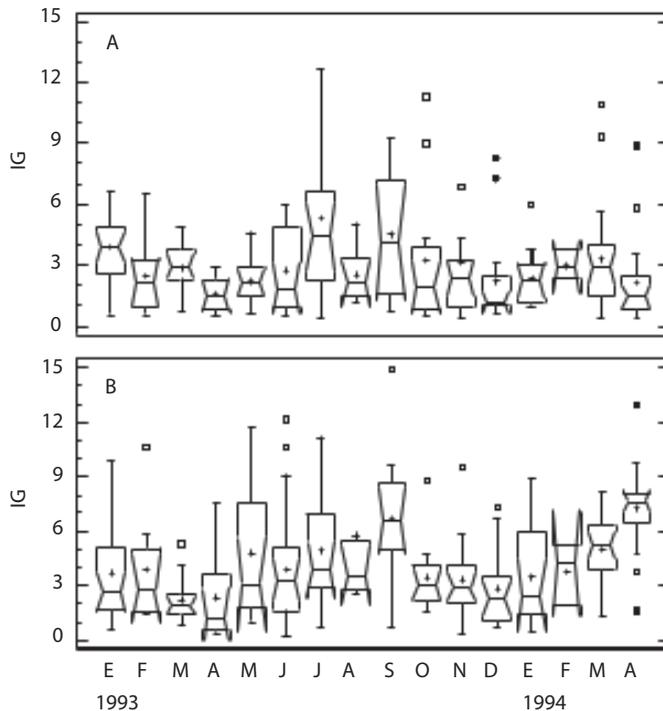


Fig. 2. Distribución del índice gonádico durante el período de muestreo en *Echinometra lucunter*. a) Hembras, b) Machos. Los límites superior e inferior indican el tercer y primer percentil respectivamente. Las líneas verticales indican los valores altos (línea superior) y bajos (línea inferior). Los valores fuera de estos límites son datos atípicos.

Fig. 2. Gonadic index distribution during the sampling period of *Echinometra lucunter*. a) Females, b) Males. The superior and inferior limits show the third and first percentil. The vertical lines show high (upper line) and low values (lower line). The values out of these limits are atipic data.

La distribución del índice gonádico en relación a la talla de los organismos obtenidos muestra tanto en hembras como en machos de *L. variegatus*, que el inicio de los valores máximos y mínimos del índice habita en el intervalo de 34-44 mm (Fig. 3). Esto indica estados reproductivos elevados y desove, expresando la talla menor a la cual se reprodujeron los organismos muestreados. El inicio de la variabilidad en el índice reproductivo también se evidencia para los machos de *E. lucunter* en el mismo intervalo de tallas; sin embargo, en las hembras se ubica von valores mayores (44 a 54 mm), aunque se observan índices elevados por debajo de este intervalo (Fig. 4).

En general, la frecuencia de distribución de las fases reproductivas para ambas especies

muestra un patrón similar en ambos sexos (Fig. 5). En el periodo de estudio, *L. variegatus* mostró una elevada proporción de individuos en desove (fase IV) o desovados (fase V). En los primeros meses (enero-marzo 1993) predominaron individuos en fase inmadura y de desarrollo gametogénico (fase I, II y III). En contraste, en *E. lucunter*, el desove se concentró entre marzo y noviembre, particularmente en las hembras, mostrando siempre organismos inmaduros.

La temperatura y la clorofila *a* presentaron un patrón inverso, con temperaturas máximas de 28-29°C en mayo-junio 1993 y mínimas de 22-23°C en enero 1994, asociadas con los mínimos (<0.2 µg/l) y máximos valores (> 5µg/l) de clorofila *a*, respectivamente

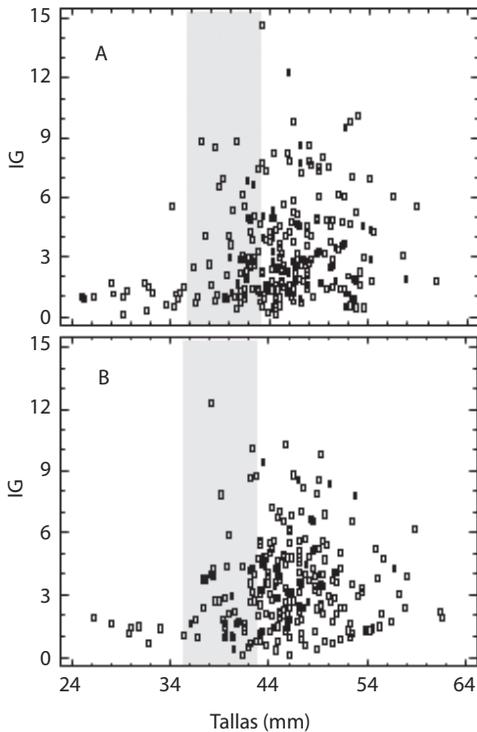


Fig. 3. Índice gonádico en relación a la talla (diámetro de la testa en mm) en *L. variegatus*. a) Hembras, b) Machos.

Fig. 3. Gonadic index in relation to size (test diameter in mm) of *L. variegatus*. a) Females, b) Males.

(Fig. 6). Se observó un importante periodo de estratificación del agua desde finales de julio hasta noviembre 1993, donde las temperaturas se mantuvieron, generalmente, por encima de 25°C y los valores de clorofila *a* en concentraciones menores a 1 µg/l. En contraste, durante el periodo enero-marzo 1993, las temperaturas estuvieron por debajo de 25°C y la clorofila *a* a concentraciones mayores de 2 µg/l. La salinidad mostró poca variación en magnitud, manteniéndose entre los 36 y 38 ‰. El oxígeno disuelto estuvo, principalmente, por encima de 5 mg/l. El seston total y su fracción orgánica mostraron una alta variabilidad durante el periodo estudiado, los valores del seston total oscilaron entre 10 a 60 mg/l y la fracción orgánica entre los 3 y 15 mg/l, con la excepción de

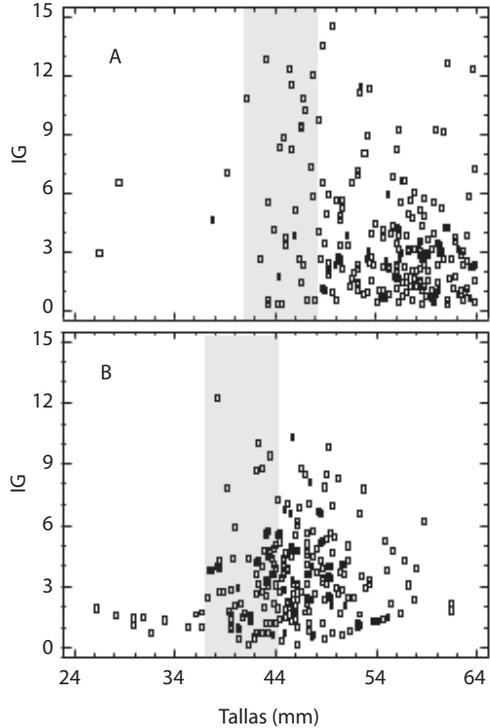


Fig. 4. Índice gonádico en relación a la talla (diámetro de la testa en mm) *E. lucunter*. a) hembras, b) machos.

Fig. 4. Gonadic index in relation to size (test diameter in mm) of *E. lucunter*. a) Females, b) Males.

principios de julio, donde se registraron valores de 47 mg/l.

En cuanto a las fanerógamas y algas, la cobertura para cada ítem (*Thalassia*, *Sargassum* y algas verdes) estuvo generalmente por debajo del 40%, siendo mayor en el periodo de octubre 1992 a febrero 1993. Las algas verdes fueron siempre dominantes, exceptuando el periodo de noviembre 1992 a febrero 1993 cuando *Sargassum* presentó las mayores coberturas (Fig. 7).

## DISCUSIÓN

Aunque el índice gonádico de *L. variegatus* no mostró un patrón bien definido durante el periodo de estudio, en algunos meses se

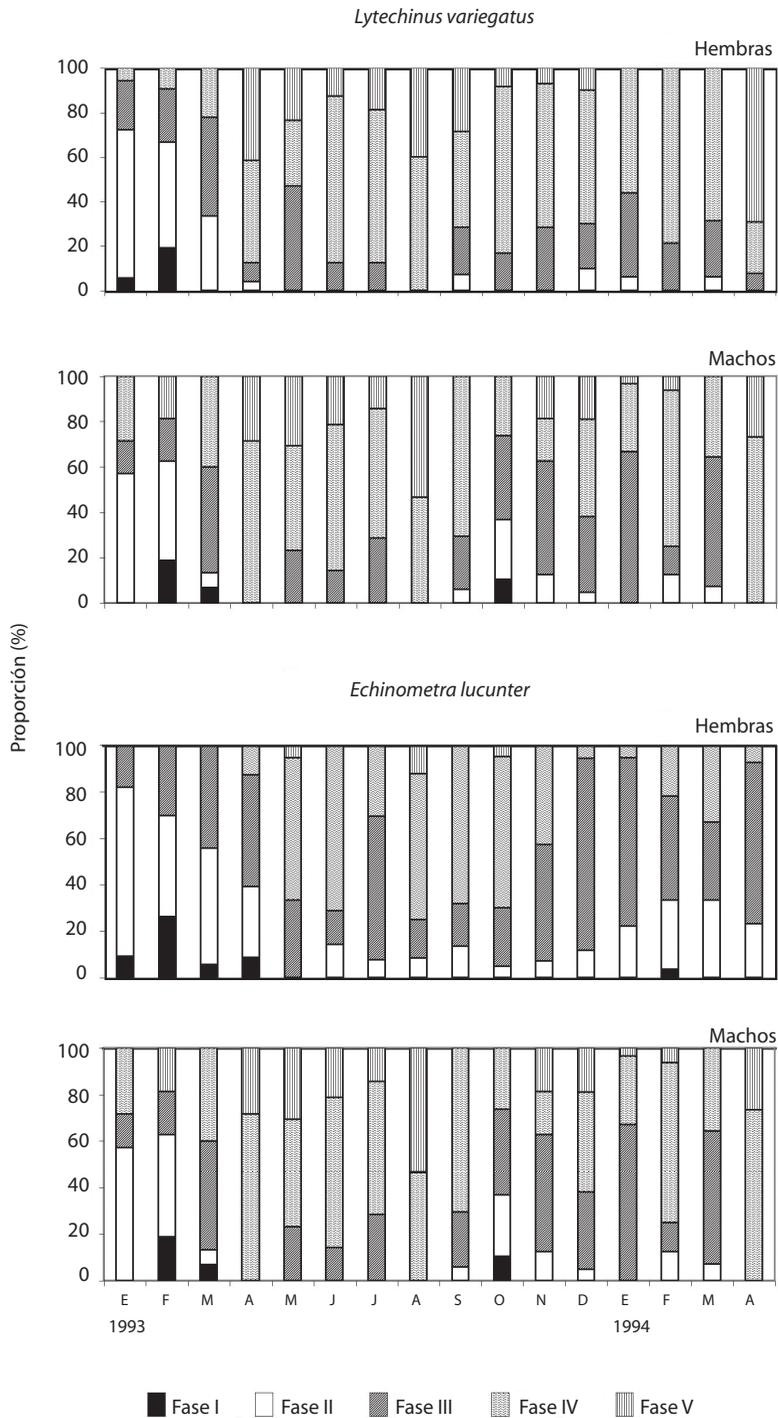


Fig. 5. Fases reproductivas durante el periodo de estudio en *L. variegatus*. a) Hembras, b) Machos.

Fig. 5. Reproductive phases of *L. variegatus* during the study period. a) Females, b) Males.

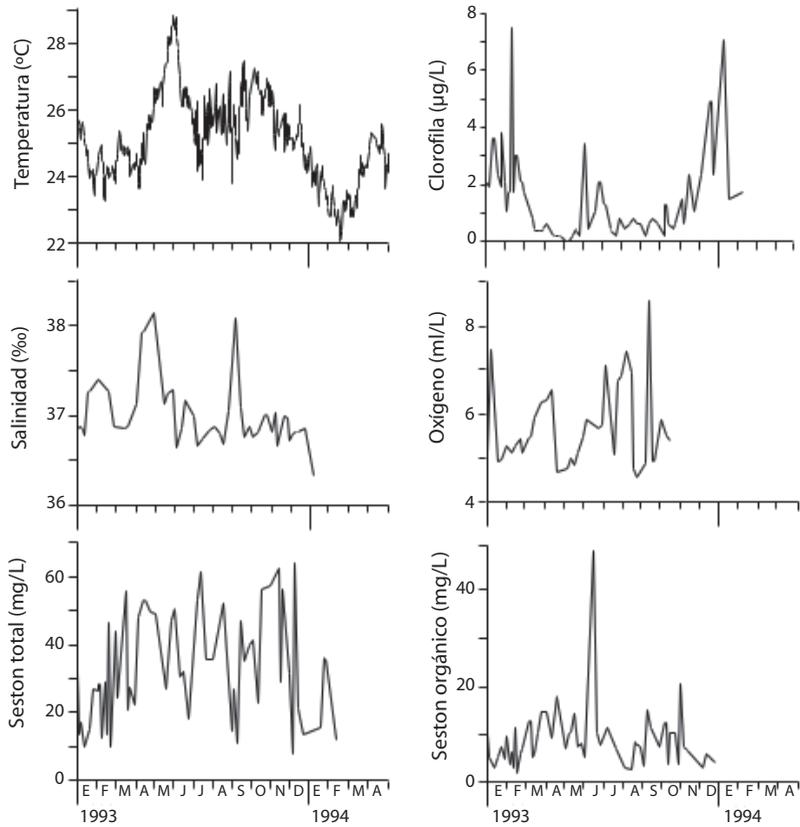


Fig. 6. Factores ambientales durante el periodo de estudio.

Fig. 6. Environmental factors during the study period.

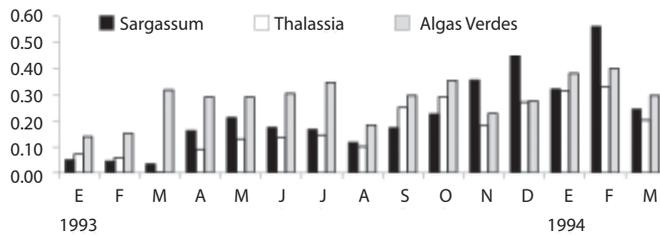


Fig. 7. Proporción de la cobertura de fanerógamas y algas existentes en el área de muestreo.

Fig. 7. Proportion of macroalgae and sea grasses cover in the sampling area.

observó una asociación con la temperatura. Los valores bajos del índice gonádico se registraron durante enero-abril (particularmente en 1993) coincidiendo con las temperaturas bajas y la biomasa fitoplanctónica elevada, lo cual puede relacionarse con la época de surgencia costera presente en la zona (Lodeiros y Himmelman 2000); mientras que los valores mayores se encontraron en temperaturas elevadas. Esto sugiere que gran parte de la población de *L. variegatus* luego del desove, indicado por los índices bajos, podría estar adaptada a que sus larvas aprovechen la elevada biomasa fitoplanctónica disponible en periodos de bajas temperaturas, lo cual también se ha señalado para otros invertebrados presentes en la zona (Lodeiros y Himmelman 1994). Sin embargo, los índices bajos en estos periodos obedecen a las fases de reproducción I y II que indican el inicio de la gametogénesis y no al desove parcial o completo IV y V respectivamente (Fig. 5), lo cual sustenta que las temperaturas bajas podrían ser un factor de iniciación de la gametogénesis; mientras que las elevadas podrían favorecer el desarrollo y maduración gonádica. Montealegre y Gómez (2005) en el sur de Isla Margarita, Venezuela encontraron que *L. variegatus* exhibe la mayor actividad reproductiva en junio y julio coincidiendo con el aumento de la temperatura del agua. Este patrón también se ha indicado para *Paracentrotus lividus* en el noreste de las costas de España (Lozano *et al.* 1995, 1998) y *Tripneustes gratilla* en Madagascar (Vaïtilingon *et al.* 2005).

El porcentaje elevado de individuos en fase de desove, sugiere que *L. variegatus* se reproduce la mayor parte del año, lo cual concuerda con lo señalado por Montealegre y Gómez (2005) para esta especie en el sur de Isla Margarita y por McCarthy y Young (2002) en la Bahía Biscayne, Florida. En el caso de *E. lucunter*, también existió una elevada proporción de individuos en desove durante el periodo de estudio. Esto soporta el carácter de reproducción continua de los invertebrados en los trópicos.

En *E. lucunter* la actividad reproductiva, estimada tanto por el índice gonádico como

por la visualización de sus fases reproductivas, no mostró correlatividad con ninguna de las variables ambientales evaluadas, lo cual no evidencia sincronía en la reproducción. Estos resultados contrastan con los de Nodarse (2001), quien en el litoral rocoso de La Habana, Cuba, encontró que *E. lucunter* presenta una sincronía reproductiva relacionada con cambios en la salinidad y con el periodo de lluvia, lo cual probablemente favorece la agregación entre los individuos y facilita el desove. Estos resultados pueden indicar que la salinidad es un factor que modula la reproducción en *E. lucunter*, el cual no se manifestó en nuestro estudio debido a que la variabilidad de la salinidad en la zona de estudio fue baja (36-38 ‰).

Nuestro estudio no muestra una clara influencia de los factores ambientales en la reproducción de ambas especies. Solo en *L. variegatus* las temperaturas bajas parecen ser un factor iniciador de la gametogénesis y las altas de la maduración. Esto sugiere que existen otros factores que modulan la reproducción en *L. variegatus* y *E. lucunter*. Estudios extensivos que incorporen factores endógenos y exógenos en relación con la histología de la gónada de ambas especies son necesarios para dilucidar las hipótesis antes señaladas.

## AGRADECIMIENTOS

El estudio fue parcialmente financiado por el Consejo de investigación de la Universidad de Oriente y el National Sciences and Engineering Council de Canada. Se agradece al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología por la Beca Doctoral (No. 200700181) otorgada al segundo autor, así como a los revisores anónimos por las sugerencias para la mejora del artículo.

## RESUMEN

Se determinó mensualmente el desarrollo de las gónadas, la relación hembra:macho, y el índice reproductivo (peso de la gónada como un porcentaje del peso total)

de *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* durante 16 meses en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. La cobertura, en las estaciones de recolecta, por macroalgas y fanerógamas, fue determinada mensualmente, y cada semana lo fueron la temperatura, salinidad y oxígeno del agua, así como la concentración del seston. Las dos especies mostraron alta variabilidad de sus índices reproductivos, y la relación machos: hembras fue 1:1 en ambas especies. *L. variegatus* muestra una tendencia a elevado índice gonádico durante julio a noviembre, y un alto porcentaje de individuos en desove y desovados (fases IV, V) durante la mayor parte del año. *E. lucunter* no mostró un patrón definido del índice gonádico y se observaron individuos inmaduros durante todo el año. No se encontró una relación clara entre los eventos reproductivos de *L. variegatus* y de *E. lucunter* y los factores ambientales estudiados, aunque las temperaturas bajas parecen estar relacionadas con la gametogénesis, y las altas con la maduración de las gónadas en *L. variegatus*.

**Palabras clave:** Índice gonádico, índice reproductivo, *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus*, Golfo de Cariaco, Venezuela.

## REFERENCIAS

- Astudillo, D., J. Rosas, A. Velásquez, T. Cabrera & C. Maneiro. 2005. Crecimiento y supervivencia de larvas de *Echinometra lucunter* (Echinoidea: Echinometridae) alimentadas con las microalgas *Chaetoceros gracilis* e *Isochrysis galbana*. Rev. Biol. Trop. 53 (Supl. 3): 377-344.
- Buitrago, E. & C. Lodeiros. 2005. Producción de larvas y postlarvas del erizo verdiblanco del Caribe *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea) en condiciones de cultivo. Rev. Biol. Trop. 53 (Supl. 3): 319-328.
- Buitrago, E., C. Lodeiros, K. Lunar, D. Alvarado, F. Indorf, K. Frontado, P. Moreno & Z. Vasquez. 2005. Mass production of competent larvae of the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea). Aquacul. Int. 13: 359-367.
- Cruz-Motta, J.J. 2007. Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. Cien. Mar. 33:133-148.
- Domínguez, A., J. Rosas, A. Velásquez, T. Cabrera & E. Mata. 2007. Desarrollo, supervivencia y crecimiento del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata: Echinoidea) alimentado con microalgas a dos salinidades y temperaturas diferentes. Rev. Biol. Mar. Oceanog. 42: 49-57.
- Gómez, A. 2002. Abundancia del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la costa norte, este y oeste de la Isla de Margarita (Venezuela). Acta Cien. 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.
- Gómez, O. & Gómez A. 2005. Desarrollo embrionario y larval de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en condiciones de laboratorio en la Isla de Margarita-Venezuela. Rev. Biol. Trop. 53: 313-318.
- Hendler, G., J. Miller, D. Pawson & K. Porter. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington. 390 p.
- Lodeiros, C. & J.H. Himmelman. 1994. Relation among environmental conditions and growth in the scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture. Aquacul. 119: 345-358.
- Lodeiros, C. & J.H. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquacul. 182: 91-114.
- López, S., X. Turon, E. Montero, C. Palacin, C. Duarte & I. Tarjuelo. 1998. Larval abundance, recruitment and early mortality in *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). Interannual variability and plankton-benthos coupling. Mar. Ecol. Prog. Ser. 172: 230-251.
- Lozano, J., J. Galera, S. López, X. Turon & G. Morera. 1995. Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122: 179-191.
- 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 Grado, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Cumaná, Venezuela. 86 p.
- Martínez, A.M. 1986. Equinodermos de la Isla de Aves, Venezuela. Bol. Inst. Oceanog. Univ. de Oriente 25: 195-213.
- McCarthy, D.A. & C.M. Young. 2002. Gametogenesis and reproductive behaviour in the echinoid *Lytechinus variegatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 233: 157-168.
- Monroy, L.M. & O.D. Solano. 2005. Estado poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinoidea: Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano Rev. Biol. Trop. 53:291-297.

- Montealegre, Q.S. & A. Gómez. 2005. Ciclo reproductivo de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en el sur de Isla Margarita, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 53 (Supl. 3): 305-312.
- Noriega, N, A. Cróquer & S. Pauls. 2002. Población de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) y características estructurales de las praderas de *Thalassia testudinum* en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 50:49-56
- Nodarse, K.A. 2001. Abundancia y distribución del erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus) (Echinodermata: Echinoidea) en un arrecife del litoral norte de ciudad de La Habana. *Rev. Invest. Mar.* 22: 107-115.
- Pompa, L., A.S. Prieto & R. Manrique. 1989. Abundancia y distribución espacial en una población del erizo *Echinometra lucunter* (L.) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Act. Cient. Venez.* 40: 289-294.
- 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.
- Strickland, J. & T. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada. Bulletin* 167 Second Edition. 310 p.
- UNESCO. 1981. Tenth report of the joint panel on oceanographic tables and standards. UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci. 36. 39 p.
- Vaïtilingon, D., R. Rasolofonirina & M. Jangoux. 2005. Reproductive Cycle of Edible Echinoderms from the Southwestern Indian Ocean I. *Tripneustes gratilla* L. (Echinoidea, Echinodermata). *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 4: 47-60.
- Zoppi, E. 1967. Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. *Act. Biol. Venez.* 5: 267-283.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd Edition, Prentice-Hall, New Jersey. 663 p.