

# Reprodução de *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea): efeito do ciclo lunar e características da população

Alexandra Mara Cruz Lage<sup>1</sup>, Jean-Christophe Joyeux<sup>1</sup> e Levy Carvalho Gomes<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, Centro Universitário de Vila Velha, Rua Comissário Jose Dantas de Melo, 21, Boa Vista, 29102-770, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: levy.gomes@uvv.br

**RESUMO.** Este estudo avaliou as características reprodutivas de uma população do ouriço do mar *Lytechinus variegatus* e a influência do ciclo lunar na liberação de gametas. Foram realizadas oito coletas para avaliação do índice gonadossomático (IG) e dos parâmetros populacionais relacionados com a reprodução. Para avaliação do efeito da Lua na liberação de gametas foram realizadas coletas em três ciclos lunares completos. Ao todo foram coletados 295 indivíduos, sendo 156 machos e 131 fêmeas (proporção 1,19:1), porém não houve diferença significativa na proporção sexual da população. O peso dos machos foi significativamente maior que o das fêmeas, porém não houve diferença significativa no IG, peso gonadal e diâmetro entre os sexos. Com a amplitude no diâmetro dos animais coletados (5,5-8,7 cm) foram estabelecidas cinco classes de tamanho. Não houve diferenças significativas no IG entre as classes de tamanho. Houve efeito da periodicidade lunar na liberação de gametas, com menor IG na lua nova, indicando que esta ocorre no primeiro quarto lunar e em marés de sizígia.

**Palavras-chave:** ouriço do mar, reprodução, ciclo lunar, Espírito Santo.

**ABSTRACT. Reproduction of *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea): effect of lunar cycle and population characteristics.** This work evaluated the spawning of sea urchin *Lytechinus variegates* based on lunar cycle and population characteristics. Eight monthly collections were realized to estimate the gonadosomatic index (GI) and population parameters regarding reproduction. To evaluate the effect of the lunar cycle on spawning, samples were taken for each moon phase of three lunar cycles. In the entire work 295 individuals were collected, 156 males and 131 females (1.19:1 ratio). However, there was no significant difference in the sex ratio of the population. The weight of males was significantly greater than that of females. There were no differences between males and females in gonadosomatic index (GI), gonad weight and diameter. There was an effect of the lunar periodicity on spawning, with lower GI in new moon, indicating that spawning occurs on the first lunar quarter in spring tide.

**Keywords:** sea urchin, reproduction, lunar cycle, Espírito Santo.

## Introdução

O ouriço do mar *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) se distribui do litoral da Carolina do Norte (Estados Unidos da América) até o Rio Grande do Sul (Brasil) e habita áreas de substrato não consolidado, formado por areia e pequenas áreas colonizadas por macroalgas e fanerógamas marinhas (DOMINGUEZ et al., 2007). Pode ser encontrado até os 250 m de profundidade, porém é mais comum até os 20 m (WATTS et al., 2001). Os espinhos são roxos com até 20 mm de comprimento e de 1 a 2 mm de diâmetro (GÓMEZ, 2002). São basicamente herbívoros, alimentando-se preferencialmente da assembleia de algas presente no substrato. Os itens alimentares mais descritos são: algas talosas ou incrustantes,

organismos epibiontes e/ou sésseis que são ingeridos muitas vezes junto com fragmentos do próprio substrato (BULLERI et al., 1999).

As características das populações de invertebrados marinhos como alimentação, reprodução e organização espacial são muitas vezes controladas por fatores exógenos (VENTURA; PIRES, 2002). Alguns desses fatores são citados como os principais agentes sincronizadores do ciclo reprodutivo de Echinoidea, como fotoperíodo e temperatura da água (JAMES et al., 2007), disponibilidade de alimento (McBRIDE et al., 2004) e, principalmente, o ciclo lunar (MUTHIGA, 2005).

O efeito dos fatores exógenos e principalmente do ciclo lunar sobre os Echinoidea é comumente determinado pelo estudo das gônadas dos

indivíduos. A visualização do desenvolvimento da gônada é comumente obtida, aplicando-se o índice gonadossomático (IG).

Esse índice relaciona o peso da gônada e o peso do indivíduo e, frequentemente, é utilizado para se estudar os aspectos reprodutivos tanto para longos quanto para curtos intervalos de tempo (BYRNE et al., 1998). As gônadas dos Echinoidea são estruturas saculiformes mais ou menos fusionadas e suspensas ao longo da superfície interna da cavidade celomática. São formadas por quatro camadas dentre as quais se ressalta o epitélio germinal. Esta camada é constituída de dois tipos celulares principais: células gametogênicas que se desenvolvem em espermatozoides e ovócitos e células não-germinais denominadas fagócitos nutritivos. Dessa forma, as gônadas correspondem tanto ao tecido reprodutivo quanto de armazenagem de nutrientes em períodos de condições ambientais adversas ou recesso da atividade reprodutiva.

As gônadas de *L. variegatus*, em países como a Venezuela e os Estados Unidos, são amplamente exploradas como alimento e direcionadas para o comércio internacional (QUIJANO; GÓMEZ, 2005). O consumo das gônadas está intimamente relacionado com suas características de cor, textura e consistência, que refletem diretamente o estado nutricional e reprodutivo dos indivíduos (McBRIDE et al., 2004). Espécies cujas gônadas apresentam cores escuras não são comercializáveis, assim como aquelas sexualmente maduras por possuírem uma indesejada consistência flácida. No Brasil, não existem registros da exploração do estoque de *L. variegatus* e do consumo de suas gônadas, mas, de acordo com o relato de pesquisadores,

no XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia em 2008, a população de *L. variegatus* corre eminente risco de desaparecer do litoral nordestino pela sobrepesca.

Esforços que venham a contribuir para o conhecimento dos aspectos reprodutivos de *L. variegatus* permitirão exploração mais consciente desse recurso pelo homem. Com esse conhecimento, poderão ser tomadas medidas de manejo como a definição do período ideal de captura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do ciclo lunar na liberação de gametas de *L. variegatus* no litoral Sudeste do Brasil, além de descrever outras características da população relacionadas com a reprodução.

## Material e métodos

### Área de estudo

A praia da Direita localiza-se na ilha do Boi, no município de Vitória, Estado do Espírito Santo (Figura 1). Caracteriza-se pela presença de afloramentos cristalinos, que abrigam uma rica comunidade bentônica. Com aproximadamente 140 m de extensão, a praia é protegida da força direta das ondas pelos promontórios rochosos e por duas ilhas que se localizam a menos de 300 m da linha de costa, ilhas Galheta de Dentro e Galheta de Fora. Essa proteção natural à ação das ondas faz da praia uma área abrigada com alturas de ondas na arrebentação constantemente inferiores a 0,5 m. A amplitude de maré varia, em média, entre 1,40 e 1,50 m (regime de micromaré). A água tem características costeiras em relação à salinidade, temperatura e ao oxigênio dissolvido, mas a área é impactada por esgotos domésticos.



**Figura 1.** Mapa da área de estudo, ilha do Boi, Vitória, Estado do Espírito Santo.

### Características da população relacionadas com a reprodução

Os indivíduos de *L. variegatus* foram capturados por meio de mergulho livre em oito coletas realizadas entre os meses de outubro de 2007 e maio de 2008, sendo capturados 40 espécimes no mês de outubro e dez espécimes nas demais coletas. Os mergulhos ocorreram sempre na lua crescente. Todos os indivíduos tiveram o diâmetro da carapaça mensurado com paquímetro de precisão de 0,02 mm e o peso corporal (animal fresco) determinado (precisão 0,01 g). As gônadas foram retiradas com colher e pesadas (precisão 0,01 g) para a determinação do Índice Gonadossomático (IG). O IG compara a massa gonadal (PG) com a massa total do indivíduo (PU) e é determinado pela fórmula:  $IG = (PG/PU) \times 100$ .

As amostras foram separadas em classes de tamanho (cm), de acordo com a regra de Sturges (VIEIRA, 1991). Foram estabelecidas cinco classes de tamanho, e, para cada uma, calcularam-se a frequência relativa (%) e o índice gonadossomático médio. O IG das diferentes classes foi comparado por uma Anova ( $p < 0,05$ ) após normalização dos dados individuais por meio de transformação logarítmica  $[\ln(IG+1)]$  (VIEIRA, 1991). Essa comparação teve o objetivo de verificar se há uma classe em que os indivíduos investem mais em reprodução.

Os ouriços do mar não apresentam dimorfismo sexual externo. Dessa forma, a identificação do sexo ocorreu pela visualização da cor das gônadas. A coloração laranja indica que o espécime é fêmea, enquanto a branca, que é macho (ABNT, 2006). Os dados de peso, diâmetro, peso gonadal e IG obtidos para machos e fêmeas foram comparados pelo teste 't' de Student ( $p < 0,05$ ).

Para se verificar a proporção sexual da população foram utilizados todos os ouriços capturados neste trabalho (incluindo os capturados para avaliação da periodicidade lunar). O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado para se verificar se há diferença significativa na frequência dos dois sexos.

### Avaliação da periodicidade lunar

A periodicidade lunar foi investigada em três ciclos lunares completos nos meses de outubro de 2007, janeiro de 2008 e abril de 2008. Para cada quarto lunar (lua nova, crescente, cheia e minguante) desses meses foram coletados dez indivíduos, exceto o mês de outubro, no qual foram coletados de 36 a 44 indivíduos em cada quarto lunar.

Os índices gonadossomáticos médios foram calculados para a população e, separadamente, para macho e fêmea. Os valores individuais do IG foram

transformados em  $[\ln(IG+1)]$  para a normalização dos dados. A variação de IG em função do ciclo lunar foi verificada por uma análise de variância (ANOVA) e pelo teste *a posteriori* de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Resultados e discussão

Durante os meses correspondentes à coleta lunar foram amostrados 181 indivíduos de *L. variegatus* e 114 nos meses de coleta mensal, totalizando-se 295 indivíduos. Desse total, 156 eram machos, 131, fêmeas e oito indivíduos sem identificação do sexo. A proporção sexual encontrada nos 295 indivíduos amostrados nas coletas mensais e lunares (1,2:1) resultou na aceitação da hipótese de nulidade ( $(\chi^2) = 2,98$ ;  $p = 0,084$ ). Proporção similar (1:1) foi encontrada em populações de *L. variegatus* da Venezuela por Quijano e Gómez (2005), sugerindo-se a existência de uma proporção sexual única para a espécie. Esse resultado também foi obtido para o ouriço *Tripneustes gratilla* (MUTHIGA, 2005). Por outro lado, nas espécies *Diadema savignyi*, *Diadema setosum*, *Echinothrix diadema* e *Echinothrix calamaris*, as proporções variaram entre 10:1 e 20:1 (COPPARD; CAMPBELL, 2005).

As características médias da população para machos e fêmeas estão detalhadas na Tabela 1. O peso dos machos foi significativamente maior que o peso das fêmeas. Os demais parâmetros avaliados não apresentaram diferença significativa entre os sexos. Esse mesmo padrão estrutural também foi observado na população de *L. variegatus* na Venezuela (GÓMEZ, 2000). A diferença de peso entre os sexos para o *L. variegatus* não foi detectada em outros trabalhos (GÓMEZ, 2000, 2003).

Durante as coletas para avaliação dos parâmetros populacionais, o indivíduo de menor diâmetro apresentou 5,5 cm (66 g) e o de maior, 8,7 cm (241 g). Não se sabe, no entanto, o tamanho máximo que *L. variegatus* pode atingir na costa brasileira.

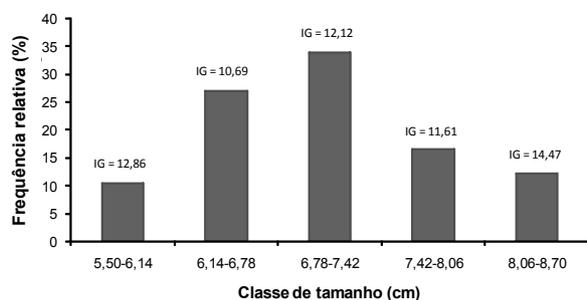
**Tabela 1.** Parâmetros populacionais (média  $\pm$  erro-padrão) de *Lytechinus variegatus* relacionados com a reprodução. Valores de  $p < 0,05$  são significativos pelo teste t.

Parâmetro	Fêmea (n = 52)	Macho (n = 62)	p
Peso (g)	125,7 $\pm$ 4,9	139,1 $\pm$ 4,8	0,04
Diâmetro (cm)	6,91 $\pm$ 0,09	7,13 $\pm$ 0,10	0,10
Peso da gônada (g)	16,62 $\pm$ 1,09	17,37 $\pm$ 1,23	0,09
Índice gonadossomático (%)	11,58 $\pm$ 0,69	12,36 $\pm$ 0,66	0,30

Dentre os indivíduos coletados, o de menor diâmetro (5,5 cm) era uma fêmea que já apresentava gônada e aparentemente era um adulto. Esse valor está próximo ao valor de 4,0 cm citado por Moore et al. (1963), para se determinar o diâmetro em que o *L. variegatus* atinge a maturidade. Quijano e Gomez

(2005) citam que o diâmetro médio da população madura de *L. variegatus* é de 4,2 cm para machos e de 4,5 cm para fêmea. O fato de não se ter encontrado espécimes sem gônada (juvenis) nos locais de mergulho pode indicar a existência de uma zona de berçário não-amostrada neste estudo. Andrew e Choat (1985) acreditam que fatores como ação das ondas e heterogeneidade do substrato podem explicar a distribuição espacial de juvenis e adultos de Echinoidea. A influência desses fatores foi vista por Sanchez-Jerez et al. (2001) para a população de *L. variegatus*, na costa Sudoeste do Estado de São Paulo.

A classe de tamanho que apresentou a maior frequência relativa (33,91%) compreendeu indivíduos de 6,78 a 7,42 cm (Figura 2), o contrário do encontrado por Quijano e Gomez (2005), na ilha Margarita (Venezuela). Na ilha, a frequência de indivíduos de 3,8 cm a 4,6 cm foi maior que 40%, sendo 7,0 cm o maior diâmetro encontrado. Para os autores, o fato de a maior parte da população apresentar baixos valores de diâmetros está relacionado à exploração pesqueira. Entretanto, além da interferência da pesca, outros fatores estão relacionados às diferenças do diâmetro médio das populações de *L. variegatus*. Hill e Lawrence (2003) verificaram que o diâmetro mais frequente entre as populações de *L. variegatus* é bastante variável, pois essa característica está intimamente relacionada às condições oceanográficas locais, à disponibilidade de alimento e à presença ou não de outras espécies de ouriços.

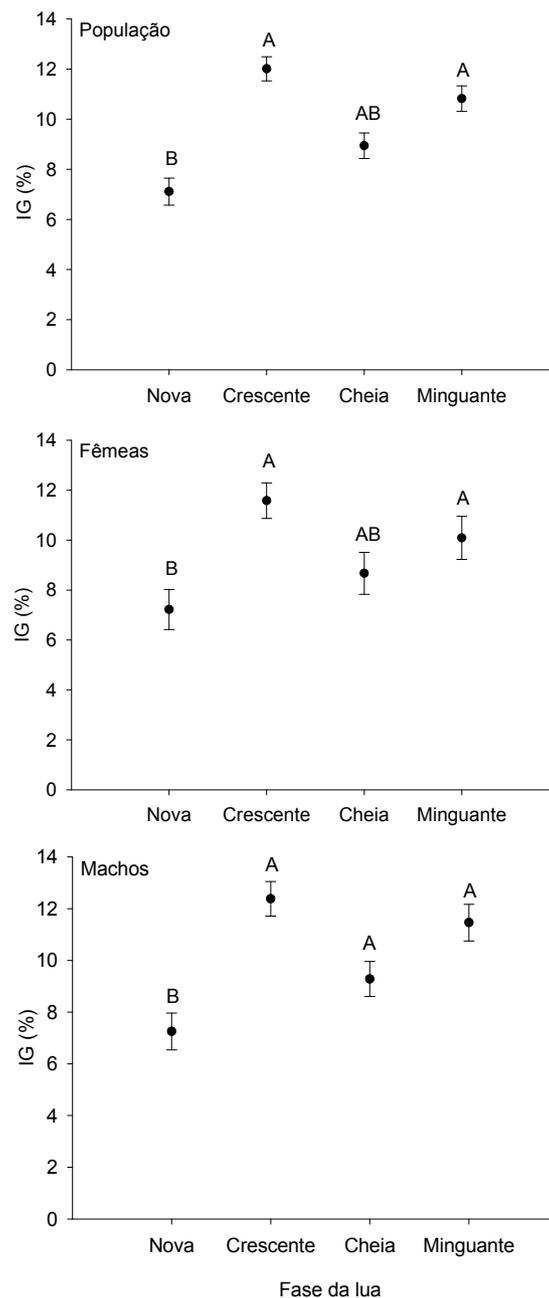


**Figura 2.** Frequência relativa das classes de tamanho (diâmetro em cm) da população de *Lytechinus variegatus* (n = 114), coletado na praia da Direita, ilha do Boi, Vitória, Estado do Espírito Santo.

As médias do IG das classes ficaram entre 10,7% (classe 6,14 cm a 6,79 cm) e 14,5% (classe 8,06 cm a 8,7 cm) (Figura 2). Os valores do IG nas diferentes classes de tamanho não apresentaram diferenças significativas (ANOVA;  $p = 0,382$ ), mostrando que, a partir do momento que os indivíduos se tornam maduros, a capacidade reprodutiva não varia com o incremento do tamanho. Porém, isso não é um padrão para outras espécies. Agatsuma et al. (2005)

verificaram que, para *Strongylocentrotus nudus*, o crescimento do diâmetro é seguido do gonadal até os 7 cm quando o IG passa a ser reduzido pelo processo de envelhecimento.

Diferenças significativas do IG ( $p < 0,05$ ) entre os quartos lunares foram encontradas para ambos os sexos e sugerem que a liberação de gametas ocorre na lua nova (Figura 3).



**Figura 3.** Índice gonadosomático (IG) (média ± erro-padrão) para a população de fêmeas e de machos de *Lytechinus variegatus* nas diferentes fases da Lua. População: n = 58, 56, 63 e 59 na lua nova, crescente, cheia e minguante, respectivamente; fêmeas: n = 28, 25, 27 e 26; machos: n = 30, 31, 36 e 33. Letras diferentes indicam diferenças significativas (ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

Liberações de menor intensidade, no entanto, podem ocorrer na lua cheia. A liberação de gametas ocorre, preferencialmente, na maré de sizígia, o que deve maximizar as chances de fertilização dos gametas. Esse mesmo comportamento de liberação de gametas preferencial na lua nova e marés de sizígia foi verificado por Coppard e Campbell (2005) em *Diadema setosum* e *Echinothrix calamaris*. No entanto, ao estudar a influência da lua e da maré na liberação de gametas de *Centrostephanus coronatus*, na Califórnia, Kennedy e Pearse (1975) sugeriram que a liberação dos gametas tem relação sincrônica maior com as mudanças de fase da Lua que das alterações da maré.

As diferenças de IG entre os quartos lunares, encontradas para os dois sexos, mostram que o *L. variegatus* apresenta sincronismo de liberação de gametas entre machos e fêmeas. Segundo McCarthy e Young (2004), essa característica é comum em invertebrados marinhos, pois o sincronismo aumenta a chance da fecundação externa como verificado em *L. variegatus* e por Wahle e Gilbert (2002) em *Strongylocentrotus droebachiensis*. Segundo Ventura e Pires (2002), a liberação de gametas sincronizada é muito vantajosa para espécies como o *L. variegatus*, uma vez que a dispersão e o tempo limitado de viabilidade dos gametas são obstáculos limitantes para indivíduos que liberam gametas em um meio tão dinâmico como o oceano.

### Conclusão

Não existe diferença significativa na proporção sexual da população estudada e a maioria dos indivíduos são adultos aptos à reprodução. Existe periodicidade lunar na reprodução de *L. variegatus* com liberação de gametas na lua nova. A reprodução também pode ocorrer na lua cheia, porém, em menor intensidade, fato que indica relação da liberação de gametas com a maré de sizígia.

### Agradecimentos

L. C. Gomes e J. C. Joyeux são bolsistas de produtividade científica do CNPq.

### Referências

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15350**: ecotoxicologia aquática: toxicidade crônica de curta duração: método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea). Rio de Janeiro, 2006.

AGATSUMA, Y.; SATO, M.; TANIGUCHI, K. Factors causing brown-colored gonads of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in northern Honshu, Japan. **Aquaculture**, v. 249, n. 1-4, p. 449-458, 2005.

ANDREW, N. L.; CHOAT, J. H. Habitat related differences in the survivorship and growth of juvenile sea urchins. **Marine Ecology. Progress Series**, v. 27, n. 1, p. 155-161, 1985.

BYRNE, M.; ANDREW, N. L.; WORTHINGTON, D. G.; BRETT, P. A. Reproduction in the diadematoïd sea urchin *Centrostephanus rodgersii* in contrasting habitats along the coast of New South Wales, Australia. **Marine Biology**, v. 132, n. 2, p. 305-318, 1998.

BULLERI, F.; BENEDETTI-CECCHI, L.; CINELLI, F. Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 241, n. 1, p. 81-95, 1999.

COPPARD, S. E.; CAMPBELL, A. C. The lunar periodicity of diadematoïd echinoids breeding in Fiji. **Coral Reefs**, v. 24, n. 2, p. 324-332, 2005.

DOMÍNGUEZ, A.; ROSAS, J.; VELÁSQUEZ, A.; CABRERA, T.; MATA, E. Desarrollo, supervivencia y crecimiento del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata: Echinoidea) alimentado com microalgas a dos salinidades y temperaturas diferentes. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 42, n. 1, p. 49-57, 2007.

GÓMEZ, A. Abundancia de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en la isla de Cubagua, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 48, n. 1, p. 125-131, 2000.

GÓMEZ, A. Abundancia de erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la costa Norte, Este y Oeste de la Isla de Margarita (Venezuela). **Acta Científica Venezolana**, v. 53, n. 1, p. 15-20, 2002.

GÓMEZ, A. Relación diámetro-peso y proporción cromática del erizo *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en las islas de Margarita y Cubagua, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 51, n. 4, p. 83-86, 2003.

HILL, S. K.; LAWRENCE, J. M. Habitats and characteristics of the sea urchin *Lytechinus variegatus* e *Arbacia punctulata* (Echinodermata). **Marine Ecology**, v. 24, n. 1, p. 15-30, 2003.

JAMES, P. J.; HEATH, P.; UNWIN, M. J. The effects of season, temperature and initial gonad condition on roe enhancement of the sea urchin *Evechinus chloroticus*. **Aquaculture**, v. 270, n. 1-4, p. 115-131, 2007.

KENNEDY, B.; PEARSE, J. S. Lunar synchronization of the monthly reproductive rhythm in the sea urchin *Centrostephanus coronatus* Verrill. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 17, n. 3, p. 323-331, 1975.

McBRIDE, S. C.; PRICE, R. J.; TOM, P. D.; LAWRENCE, J. M.; LAWRENCE, A. L. Comparison of gonad quality factors: color, hardness and resilience, of *Strongylocentrotus franciscanus* between sea urchins fed prepared feed or algal diets and sea urchins harvested from the Northern California fishery. **Aquaculture**, v. 233, n. 1-4, p. 405-422, 2004.

- McCARTHY, D. A.; YOUNG, C. M. Effects of water-borne gametes on the aggregation behavior of *Lytechinus variegatus*. **Marine Ecology. Progress Series**, v. 283, n. 1, p. 191-198, 2004.
- MOORE, H. B.; JUTARE, T.; BAUER, J. C.; JONES, J. A. The biology of *Lytechinus variegatus*. **Bulletin of Marine Science**, v. 13, n. 1, p. 23-53, 1963.
- MUTHIGA, N. A. Testing for the effects of seasonal and lunar periodicity on the reproduction of the edible sea urchin *Tripneustes gratilla*. in Kenyan coral reef lagoons. **Hydrobiologia**, v. 549, n. 1, p. 57-64, 2005.
- QUIJANO, S. M.; GÓMEZ, A. G. Ciclo reproductivo de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en el sur de la Isla de Margarita, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 53, n. 3, p. 305-312, 2005.
- SANCHEZ-JEREZ, P.; CESAR, A.; CORTEZ, F. S.; PEREIRA, C. D. S.; SILVA, S. L. R. Spatial distribution of the most abundant sea urchin populations on the southeast coast of São Paulo (Brazil). **Ciencias Marinas**, v. 27, n. 1, p. 139-153, 2001.
- VENTURA, C. R. R.; PIRES, D. O. Ciclos de vida de invertebrados marinhos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMEZ, A. (Ed.). **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 49-67.
- VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- WAHLE, R. A.; GILBERT, A. E. Detection and quantifying male sea urchin spawning with time-integrated fertilization assays. **Marine Biology**, v. 140, n. 2, p. 375-382, 2002.
- WATTS, S. A.; McCLINTOCK, J. B.; LAWRENCE, J. M. The ecology of *Lytechinus variegatus*. In: LAWRENCE, J. M. (Ed.). **Edible sea urchins: biology and ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 375-394.

Received on September 18, 2008.

Accepted on July 30, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.