

Biologia reprodutiva de *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) na Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo

Fátima L. F. Mariante¹; Gabriela B. Lemos¹; Frederico J. Eutrópio¹ & Levy C. Gomes^{1,2}

¹ Centro Universitário Vila Velha. Rua Comissário José Dantas de Melo 21, Boa Vista, 29102-770 Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. E-mail: fatimalfmariante@hotmail.com; gblemos_pa@hotmail.com; eutropiofj@gmail.com

² Corresponding author. E-mail: levy.gomes@uvv.br

ABSTRACT. Reproductive biology of *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) in Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo. *Echinometra lucunter* Linnaeus, 1758 is a tropical sea urchin with strong bioerosive potential. Consequently, this species has great ecological importance. The species occurs in high densities along the Brazilian coast, particularly in the south and southeast. The objective of this work was to evaluate both the effects of annual seasonality and the lunar cycle on the reproduction of *E. lucunter*. Individuals were sampled monthly for a period of one year and during four complete lunar cycles. The gonadosomatic index (GI) was calculated to determine the annual and monthly reproductive peaks based on the lunar phase. The sex ratio (male:female) was 1:1.04, without significant difference in sexual proportion. The GI was significantly higher for males than for females. The first sexual maturation occurs when carapace width reaches 23.30 mm, and 50% of the animals have gonads with 28.22 mm. The spawning peak generally occurs during the whole year from the full moon to the waning moon. However, there is an annual reproductive peak from summer to autumn.

KEY WORDS. Gonadosomatic Index; lunar periodicity; sazonalidade; sea urchin.

Echinometra lucunter Linnaeus, 1758 é um ouriço-do-mar tropical que possui intenso potencial bioerosivo. Essa característica lhe confere grande importância ecológica modificando a arquitetura do ecossistema e da estrutura da comunidade residente (SANTOS & FLAMMANG 2005). Esses Echinoidea são herbívoros, exercendo significativo controle na população de várias espécies de algas (HOPP & HERDING 1996). Ocorrem em densidades bastante elevadas nos costões rochosos ao longo da costa brasileira principalmente no sul e sudeste.

Segundo LAWRENCE (2001), a última década caracterizou-se por um número crescente de estudos sobre a biologia reprodutiva de Echinoidea, principalmente por meio da determinação do índice gonadosomático. Alguns fatores exógenos são citados como os principais agentes sincronizadores do ciclo reprodutivo destes animais como fotoperíodo, temperatura da água (SPIRLET *et al.* 2000, JAMES *et al.* 2007) e disponibilidade de alimento (PLANK & LAWRENCE 2002, McBRIDE *et al.* 2004, SPHIGEL *et al.* 2005).

O ciclo gametogênico de *E. lucunter* é conhecido para diversas populações desta espécie, entretanto, variações geográficas neste ciclo são evidentes. VENTURA *et al.* (2001) observou variação geográfica na gametogênese de duas populações de *E. lucunter*, sugerindo um período reprodutivo maior em populações de recifes de coral do que em populações de costão rochoso. No sul do Brasil, o período reprodutivo da espécie ocorre entre outubro e novembro (TAVARES *et al.* 2004), enquanto que no Nordeste o período reprodutivo é mais longo e ocorre entre outubro e fevereiro (LIMA *et al.* 2009).

No Brasil, pouco se conhece sobre as populações e estoques de *E. lucunter*. Todavia, a utilização de suas gônadas como alimento e da carapaça e espinhos como artesanato foi documentada no nordeste do Brasil por CARNEIRO & CERQUEIRA (2008). Resultados de estudos sobre esses organismos podem servir de subsídios a futuras atividades de manejo, cultivo e conservação desse recurso. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da sazonalidade e ciclo lunar na reprodução de *E. lucunter* na Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

A Praia da Costa, é delimitada ao norte pelo Farol de Santa Luzia e pela Praia de Itapuã, ao sul, situando-se nas coordenadas 20°20'39"S e 40°16'43,59"W (MARTIN *et al.* 1996). O clima da região é classificado como tropical úmido e a temperatura média anual é de 22°C. As coletas foram realizadas na Pedra da Sereia, localizada próximo à ponta norte da Praia da Costa, sendo esta uma formação rochosa exposta próxima à linha da praia. Ao seu redor existem aglomerados de várias formações rochosas de pequeno porte. A profundidade varia de zero a quatro metros. A variada disposição das rochas forma diversos micro-habitats para a fixação de várias espécies, incluindo *E. lucunter*.

Os ouriços foram capturados por meio de mergulho livre entre dezembro de 2007 e novembro de 2008. Foram capturados 10 espécimes na lua crescente de cada mês. Todos os indivíduos tiveram o diâmetro da carapaça mensurado e o peso

corporal (animal fresco) determinado. As gônadas foram pesadas para a determinação do Índice Gonadossomático (IG), determinado pela fórmula: $IG = (PG/PU) \times 100$, onde: PG é a massa gonadal e PU a massa total do indivíduo (JAMES *et al.* 2007). Os valores do IG da população foram agrupados por estação do ano e comparados por análise de Kruskal-Wallis e teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$) (ZAR 1999).

Para a identificação do sexo foram realizados cortes histológicos, retirando-se 1 cm³ das gônadas dos animais, de acordo com CHEN & CHEN (1992). Os dados de peso do animal, diâmetro da carapaça, peso gonadal e IG obtidos para machos e fêmeas foram comparados pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Para verificar a proporção sexual da população foram utilizados todos os ouriços capturados neste trabalho, incluindo os capturados para avaliação do ciclo lunar. O teste de Qui-quadrado foi utilizado para verificar se havia diferença significativa na frequência dos dois sexos (ZAR 1999).

Os indivíduos foram separados em classes de tamanho (cm) de acordo com a regra de Sturges (VIEIRA 1991). Foram estabelecidas sete classes de tamanho, e para cada uma calculou-se a frequência relativa (%) e o índice gonadossomático médio. O IG das diferentes classes foi comparado por Kruskal-Wallis e teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$) (ZAR 1999). Esta comparação teve a finalidade de verificar se há uma classe na qual os indivíduos investem mais em reprodução.

Durante as coletas mensais foram capturados indivíduos adicionais, com diâmetro inferior a 23 mm para estimar o tamanho da primeira maturação sexual. A idade da primeira maturação foi obtida a partir de uma regressão logarítmica, ajustada para 50 e 100% de presença de gônada (QUIJANO & GASPAS 2005).

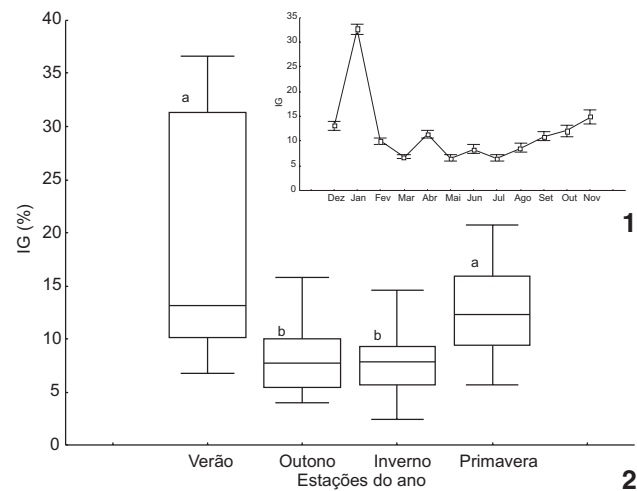
A periodicidade lunar foi investigada através de coletas de 10 indivíduos em cada fase lunar (nova, crescente, cheia e minguante), durante quatro ciclos lunares completos nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2008. Desta forma, foram capturados ao todo 40 animais em cada fase lunar. Os Índices Gonadossomáticos médios foram calculados e a variação do IG em função do ciclo lunar foi verificada por Kruskal-Wallis e teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$).

Os parâmetros físico-químicos da água do mar (oxigênio dissolvido, temperatura e salinidade) foram avaliados em todas as coletas. Os resultados dos diferentes parâmetros analisados foram agrupados por estação do ano e comparados por análise de variância (ANOVA). Foram testadas regressões lineares e não lineares entre o IG médio de cada mês de coleta e a temperatura da água.

RESULTADOS

As variáveis físico-químicas da água não apresentaram diferença significativa entre as estações do ano. Os valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura e salinidade, foram $7,32 \pm 0,68$ mg/l, $23,99 \pm 0,97^\circ\text{C}$ e $33,8 \pm 0,80$, respectivamente. Não houve relação entre o IG médio mensal e a temperatura da água ($R^2 = 0,0005$; $p = 0,8106$).

Durante o verão o IG foi significativamente maior que nas demais estações do ano. Os valores de IG mais baixos foram obtidos no outono e no inverno, porém não houve diferença significativa no IG entre estas estações (Fig. 1). Na primavera os animais apresentaram um valor intermediário de IG não sendo significativamente diferente do outono e do inverno. Os valores mais altos de IG foram obtidos em dezembro e janeiro e os menores em maio e julho (Fig. 2).



Figuras 1-2. Índice gonadossomático (mediana, 25%-75% e Min-Max) para a população *E. lucunter* ($n = 40$ por estação) nas diferentes estações do ano (1) e ao longo dos meses do ano (2). Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis e teste Tukey não paramétrico ($p < 0,05$).

O IG foi significativamente maior nas luas crescente e cheia quando comparado com a lua minguante (Fig. 3). Na lua nova o IG não apresentou diferença significativa das demais luas.

Os resultados de biometria entre machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas, entretanto o IG diferiu significativamente entre os sexos (Tab. I), sendo maior nos machos.

Tabela I. Parâmetros biométricos (mediana) de machos e fêmeas de *E. lucunter* ($n = 118$) e IG (%). Valores de $p < 0,05$ são significativos pelo teste Mann-Whitney.

Parâmetros	Macho ($n = 54$)	Fêmea ($n = 64$)	P
Peso corpóreo (g)	200,2	188,1	0,56
Diâmetro corporal (mm)	69,7	69,9	0,93
Peso gonadal (g)	18,9	16,0	0,14
IG (%)	11,1	8,8	0,02

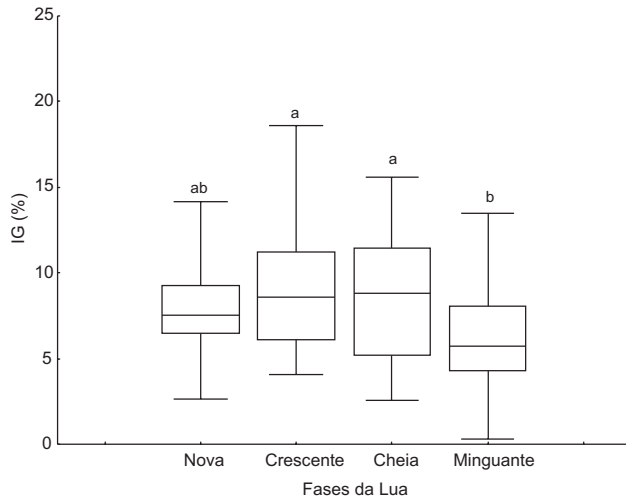


Figura 3. Índice gonadosomático (mediana, 25%-75% e Min-Max) para a população *E. lucunter* (n = 40 para cada fase lunar) nas diferentes fases da lua. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal Wallis e teste Tukey não paramétrico (p < 0,05).

Foram capturados ao todo 244 ouriços para avaliação da razão sexual, sendo 117 machos, 122 fêmeas, quatro sem gônada (juvenil) e um espécime sem sexo definido. A razão sexual macho:fêmea encontrada foi de 1:1,04, não apresentando diferença significativa na proporção sexual pelo teste de Qui-quadrado ($\chi^2 = 0,041667$; p = 0,8966).

Os animais coletados mediram entre 8 e 96 mm e foram divididos em sete classes de comprimento (Fig. 4). A maior frequência relativa foi observada nas classes 61,7 a 71,3 e 71,3 a 80,9 mm e a menor na classe 23,3 a 32,9 mm. Houve uma diferença significativa no IG entre as diferentes classes de tamanho, sendo os maiores IGs observados nas classes 52,1 a 61,7; 61 a 71,35 e 71,3 a 80,9. O IG mais baixo foi observado nas duas menores classes de comprimento.

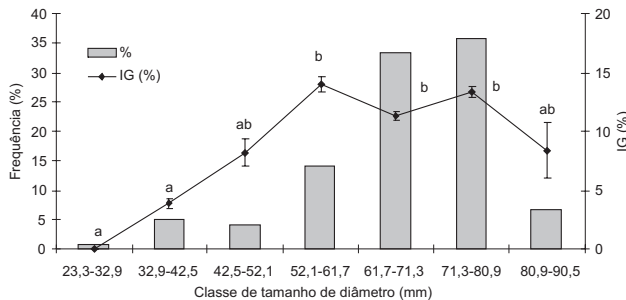


Figura 4. Distribuição do IG (%) (média ± erro padrão) e frequência relativa nas diversas classes de diâmetro corpóreo para a população *E. lucunter* (n = 120). Letras diferentes indicam diferenças significativas para o IG pelo teste de Kruskal Wallis e teste Tukey não paramétrico (p < 0,05).

Os ouriços entre 8 e 23 mm não apresentaram gônadas (Fig. 5). O primeiro diâmetro que apresenta indivíduos com gônada é de 23,30 mm. A presença de gônada em 50% dos animais ocorre em indivíduos de 28,22 mm e em 100% dos animais ocorre em indivíduos maiores que 69,90 mm.

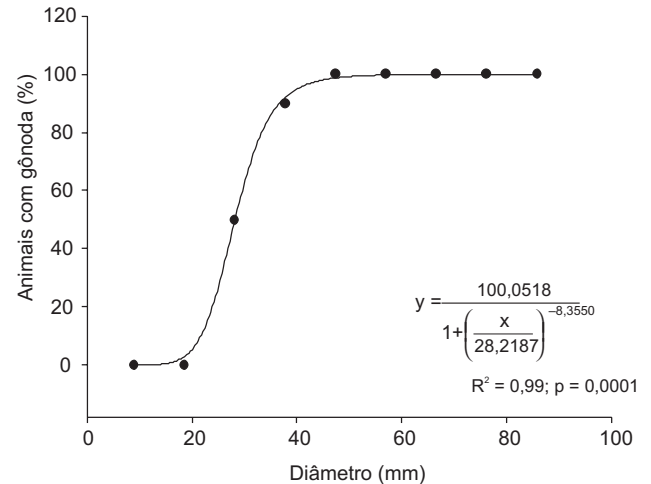


Figura 5. Porcentagem de indivíduos com gônada nas diversas classes de diâmetro corpóreo para a população de *E. lucunter*, na praia da Costa, Espírito Santo.

DISCUSSÃO

Nos equinodermos as demandas metabólicas destinadas à atividade reprodutivas são tão intensas que os organismos dispõem grande parte do ano para preparar-se nutricional e fisiologicamente para esse evento. A reprodução tem um custo que significa risco para o indivíduo, exigindo que recursos disponíveis para outras atividades metabólicas sejam investidos no evento reprodutivo (GRAHME & BRANCH 1985).

Diversos estudos sugerem uma relação entre desova de Echinoidea com a temperatura da água (MUTHIGA & JACCARINI 2005), porém este padrão não foi observado neste estudo, pois não houve diferença significativa entre a temperatura da água nas diferentes estações do ano e não houve relação entre a temperatura da água e o IG médio mensal. SEWELL & YOUNG (1999) observaram que a temperatura não é um limitante para a distribuição do *E. lucunter* e que a fertilização de gametas é de 100% dentro da faixa de temperatura obtida no presente trabalho.

O IG é uma medida indireta de atividade reprodutiva e seus valores devem ser interpretados com cautela pois, a gônada, além de armazenar os gametas também tem a função de armazenamento de nutrientes (STORER *et al.* 2005). Entretanto, LIMA *et al.* (2009) estudando o ciclo gametogênico de *E. lucunter*, observaram que o aumento do IG nesta espécie está diretamente ligado ao desenvolvimento dos gametas, sendo o IG um bom

preditivo de desova para esta espécie. A espécie *E. lucunter* apresentou marcada sazonalidade do ciclo reprodutivo, com o maior pico de desova ocorrendo no verão. Do outono até a primavera é caracterizada por ser uma fase de redução da atividade reprodutiva. O maior IG foi obtido em janeiro, com uma forte diminuição nos valores de IG no mês de fevereiro, sugerindo o pico de desova nestes meses. Recentes estudos com populações de *E. lucunter* no nordeste e sudeste brasileiro, realizados por VENTURA *et al.* (2001) e LIMA *et al.* (2009), apresentaram periodicidade reprodutiva semelhante àquela verificada no litoral capixaba no presente estudo. Este mesmo resultado também foi obtido para as populações estudadas no hemisfério norte, na Flórida, EUA, (MCPHERSON 1969) e em Porto Rico (CAMERON 1986). Entretanto, diferente do encontrado no presente trabalho, populações do ouriço *Holopneustes purpurascens* Agassiz, 1872 coletados na Austrália apresentaram dois picos de desova, um no inverno e outro na primavera (WILLIAMSON & STEINBERG 2002).

O efeito dos fatores exógenos e principalmente do ciclo lunar sobre os Echinoidea é comumente avaliado pelo estudo do comportamento das gônadas dos indivíduos (BYRNE *et al.* 1998, GUILLLOU & LUMINGAS 1998). Apesar de haver um evidente pico reprodutivo no verão, a desova da espécie *E. lucunter* é relacionada com o ciclo lunar. O maior IG ocorre nas fases de lua crescente e cheia, apontando essas fases lunares como época mensal de armazenamento de recursos nas gônadas, com a desova ocorrendo no final da lua cheia. O menor IG ocorre na lua minguante, sugerindo uma fase de maior repouso da atividade reprodutiva. Na lua nova os animais apresentam valores de IG intermediários, o que indica o início da maturação para uma próxima desova. COPPARD & CAMPBELL (2005) também observaram um padrão de desova relacionado com a fase da lua em quatro espécies de Echinoidea coletados em Fiji. Os autores verificaram que o ouriço *Echinothrix diadema* Linnaeus, 1758 apresenta padrão de desova semelhante ao deste trabalho, com o pico de desova ocorrendo na lua cheia. Por outro lado, eles observaram que as espécies *Diadema setosum* Leske, 1778 e *Echinothrix calamaris* Pallas, 1774 desovam preferencialmente na lua nova. Contrariando estes resultados, MUTHIGA & JACCARINI (2005) observaram que o ouriço *Echinometra mathaei* de Blainville, 1825 não apresenta periodicidade lunar na sua desova.

Apenas o IG diferiu significativamente entre machos e fêmeas, os demais parâmetros populacionais estudados foram significativamente semelhantes. Este resultado é similar ao obtido para o ouriço *Lytechinus variegatus* coletado na Venezuela (GÓMEZ 2000). Os resultados indicam que esta similaridade nos parâmetros populacionais encontrados entre macho e fêmea pode ser um padrão para os Echinoidea da região tropical do Oceano Atlântico.

WILLIAMSON & STEINBERG (2002) e TAVARES & BORZONE (2006) obtiveram relação de macho:fêmea de 1:1 em *E. lucunter* capturado no litoral do Paraná, corroborando os resultados obtidos

no presente trabalho (macho:fêmea = 1:1,04). Quase todos os estudos que avaliaram a razão sexual entre Echinoidea, observaram que não existe diferença significativa na proporção sexual. Porém, COPPARD & CAMPBELL (2005) citam proporções diferentes (10:1 e 20:1) para animais coletados em Fiji, mas argumentam que o efeito de substâncias tóxicas no local de coleta deve ser a principal razão para o seu resultado. Uma proporção sexual única aparentemente é um padrão entre o *E. lucunter* e entre os Echinoidea.

O menor animal capturado nas coletas mensais apresentava 23,3 mm de diâmetro e não apresentava gônada, enquanto que o maior animal coletado media 90,5 mm. Com a amplitude de diâmetro dos animais coletados foi possível estabelecer 7 classes de comprimento, com uma maior frequência de indivíduos nas classes 61,7-71,3 e 71,3-80,9 mm, com cerca de 69,2% do total dos animais coletados. Os valores de IG foram maiores nos ouriços com diâmetro entre 52,13 e 80,96 mm e menores nos ouriços com até 32,9 mm. Este resultado mostra que em *E. lucunter* ocorre um aumento gradativo no investimento em reprodução com o aumento do diâmetro. Entretanto, na última classe de tamanho avaliada nota-se um ligeiro declínio nos valores de IG, o que pode demonstrar que os animais entraram em senescência. Este padrão com menor investimento inicial em reprodução nos animais pequenos, grande atividade reprodutiva nos animais de tamanho intermediário e decréscimo do IG nos maiores animais, já havia sido observado para o ouriço *Strongylocentrotus nudus* A. Agassiz, 1863 (AGATSUMA *et al.* 2005).

Nenhum indivíduo com até 23,3 mm apresenta gônada, a metade dos indivíduos apresentam gônada com 28,22 mm e todos apresentam gônada a partir de 69,9 mm de diâmetro. A presença de gônada indica a possibilidade de reprodução, porém, a ausência demonstra impossibilidade de se reproduzir. LIMA *et al.* (2009) observaram que populações de *E. lucunter* do nordeste do Brasil iniciam a primeira maturação com 20,8 mm, ou seja, tamanho similar ao obtido no presente trabalho. WILLIAMSON & STEINBERG (2002) observaram que o ouriço *H. purpurascens* apresenta sua maturação sexual entre 11 e 26 mm de diâmetro, sendo este menor em diâmetro do que o *E. lucunter* coletado na praia da costa que apresenta a primeira maturação com 23,3 mm.

ANDREW & 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 existência de juvenis e adultos de *E. lucunter* nas coletas demonstra que esta espécie tem o mesmo tipo de habitat para as diferentes fases de vida.

Os resultados obtidos, sugerem que deva ser evitada a captura de animais entre 52 e 81 mm, pois animais deste tamanho têm um maior investimento em reprodução. Também, deve ser evitada a captura de indivíduos nas luas crescente e cheia e durante o verão, pois o IG é muito alto, estando estas gônadas em desacordo com o que é desejável no mercado consumidor.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do complexo de Biopráticas do Centro Universitário Vila Velha pelo auxílio na execução deste trabalho. A Carlos R. Marcos pela confecção das lâminas histológicas e a Rodrigo R.L. de Castro pelo auxílio na identificação do sexo dos animais. Trabalho financiado por projeto FUNADESP/UVV # 16/2008. Levy C. Gomes é bolsista de produtividade científica do CNPq.

LITERATURA CITADA

- AGATSUMA, Y.; M. SATO & K. TANIGUCHI. 2005. Factors causing brown-colored gonads of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in northern Honshu, Japan. *Aquaculture* **249**: 449-458.
- ANDREW, N.L. & J.H. CHOAT. 1985. Habitat related differences in the survivorship and growth of juvenile sea urchins. *Marine Ecology Progress Series* **27**: 155-161.
- BYRNE, M.; N.L. ANDREW; D.G. WORTHINGTON & P.A. BRETT. 1998. Reproduction in the diadematoïd sea urchin *Centrostephanus rodgersii* in contrasting habitats along the coast of New South Wales, Australia. *Marine Biology* **132**: 305-318.
- CAMERON, R.A. 1986. Reproduction larval occurrence and recruitment in Caribbean sea urchins. *Bulletin of Marine Science* **39**: 332-346.
- CARNEIRO, L.S. & W.R.P. CERQUEIRA. 2008. Informações sobre o ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata: Echinoidea) para o litoral de Salvador e adjacências. *Sitientibus série ciências biológicas* **8**: 168-171.
- CHEN, B.Y. & C.P. CHEN. 1992. Reproductive cycle, larval development, juvenile growth and population dynamics of *Patiriella pseudoexigua* (Echinodermata: Asteroidea) in Taiwan. *Marine Biology* **113**: 271-280.
- COPPARD, S.E. & A.C. CAMPBELL. 2005. Lunar periodicities of diadematoïd echinoids breeding in Fiji. *Coral Reefs* **24**: 324-332.
- GÓMEZ, A. 2000. Abundancia de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en la isla de Cubagua, Venezuela. *Revista Biología Tropical* **48**: 125-131.
- GRAHME, J. & G.M. BRANCH. 1985. Reproductive patterns of marine invertebrates. *Oceanography and Marine Biology* **23**: 373-398.
- GUILLOU, M.; & L.J.L. LUMINGAS. 1998. The reproductive cycle of the 'blunt' sea urchin. *Aquaculture International* **6**: 147-160.
- HOPP, S. & B. HERDING. 1996. The Boreholes of the Sea Urchin Genus *Echinometra* (Echinodermata: Echinoidea: Echinometridae) as a Microhabitat in Tropical South America. *Marine Ecology* **13** (1-3): 181-186.
- JAMES, P.J.; P. HEATH & M.J. UNWIN. 2007. The effects of season, temperature and initial gonad condition on roe enhancement of the sea urchin *Evechinus chloroticus*. *Aquaculture* **270**: 115-131.
- LAWRENCE, J.M. 2001. Edible sea urchins, p. 1-4. In: J.M. LAWRENCE (Ed.). *Edible sea urchins: biology and ecology*. Amsterdam, Elsevier Science, 429p.
- LIMA, E.J.B.; P.B. GOMES & J.R.B. SOUZA. 2009. Reproductive biology of *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) in a northeast Brazilian sandstone reef. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **81**: 51-59.
- MARTIN, L.; K. SUGUIO; J.M. FLEXOR & J.D. ARCHANJO. 1996. Coastal quarternary formations of the southern part of the state of Espírito Santo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **68**: 389-404.
- MCCBRIDE, A.S.C.; R.J. PRICE; P.D. TOM; J.M. LAWRENCE & A.L. LAWRENCE. 2004. 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* **233**: 405-422.
- MCPHERSON, B.F. 1969. Studies on the biology of the tropical sea urchins, *Echinometra lucunter* and *Echinometra viridis*. *Bulletin of Marine Science* **19**: 194-213.
- MUTHIGA, M.A. & V. JACARRINI. 2005. Effects of seasonality and population density on the reproduction of the Indo-Pacific echinoid *Echinometra mathaei* in Kenyan coral reef lagoons. *Marine Biology* **146**: 445-453.
- PLANK, L. & J. LAWRENCE. 2002. The effect of dietary carotenoides on gonad production and carotenoid profiles in the sea urchin *Lytechinus variegatus*. *Journal of the World Aquaculture Society* **339** (2): 127-137.
- QUIJANO, S.M. & A.G. GASPAR. 2005. Ciclo reproductivo de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en el sur Isla Margarita, Venezuela. *Revista Biología Tropical* **53**: 305-312.
- SANTOS, R. & P. FLAMMANG. 2005. Morphometry and mechanical design of tube foot stems in sea urchins: a comparative study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **315**: 211-223.
- SEWELL, M.A. & C.M. YOUNG. 1999. Temperature limits to fertilization and early development in the tropical sea urchin *Echinometra lucunter*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **236**: 291-305.
- SHPIGEL, M.; S.C. MCCBRIDE; S. MARCIANO; S. RON & A. BEN-AMOTZ. 2005. Improving gonad color and somatic index in the European sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata). *Aquaculture* **245**: 101-109.
- SPIRLET, C.; P. GROSJEAN & M. JANGOUX. 2000. Optimization of gonad growth by manipulation of temperature and photoperiod in cultivated sea urchins, *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata). *Aquaculture* **185**: 85-99.
- TAVARES, Y.A.G. & C.A. BORZONE. 2006. Reproductive cycle of *Mellita quinquesperforata* (Leske) (Echinodermata, Echinoidea) in two contrasting beach environments. *Revista Brasileira de Zoologia* **23** (2): 573-580.
- TAVARES Y.A.G.; H.G. KAWALL & C.A. BORZONE. 2004. Biochemical

- changes the gonad in relation to the reproductive cycle of *Echinometra lucunter* and *Arbacia lixula* in southern Brazil, p. 147-155. *In*: J.M. LAWRENCE & O. GUZMAN (Eds). **Sea-Urchin Fisheries and Aquaculture: proceedings of the International Conference on Sea-Urchin Fisheries and Aquaculture. Puerto Varas, March 2003**. Lancaster, DEStech Publications Inc.
- VENTURA, C.R.R.; R.S. VAROTTO; A.L.P.S. CARVALHO; A.D. PEREIRA; S.L.S. ALVES; F.S. MACCORD. 2001. Interpopulation comparison of the reproductive and morphological traits of *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) from two different habitats on Brazilian coast, p. 289-293. *In*: 6th European Conference on Echinoderms. Lisse, A.A. Balkema Publishers.
- VIEIRA, S. 1991. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2^a ed., 203p.
- WILLIAMSON, J.E. & E.P.D. STEINBERG. 2002. Reproductive cycle of the sea urchin *Holopneustes purpurascens* (Temnopleuridae: Echinodermata). **Marine Biology 140**: 519-532.
- ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice-Hall Press, 663p.

Submitted: 21.XII.2008; Accepted: 08.XII.2009.

Editorial responsibility: Maria Lúcia Negreiros-Fransozo