

## Controle biológico de organismos incrustantes em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil

Rafael Pasin Corrente Rangel Roma<sup>1</sup>

Helcio Luis de Almeida Marques<sup>2\*</sup>

Rogério Stojanov Bueno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação do Instituto de Pesca

<sup>2</sup>Centro de Pesquisas em Aquicultura, Instituto de Pesca  
Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Av. Francisco Matarazzo, 455, CEP 05001-900 São Paulo – SP, Brasil

\*Autor para correspondência

helcio@pesca.sp.gov.br

Submetido em 15/02/2009

Aceito para publicação em 01/06/2009

### Resumo

O presente experimento teve como objetivo comparar a eficiência de três organismos (os ouriços-do-mar *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* e o gastrópodo *Tegula viridula*) no controle de bioincrustações em lanternas de cultivo e nas valvas da vieira *Nodipecten nodosus*. Para tal, vieiras com altura inicial média de  $32,6 \pm 4,9$ mm, foram cultivadas em oito lanternas japonesas com cinco pisos cada, na densidade de 25 animais / piso, obedecendo ao seguinte delineamento: T1 – controle (somente vieiras); T2 – vieiras com *Echinometra lucunter*; T3 – vieiras com *Lytechinus variegatus*; T4 – vieiras com *Tegula viridula*. Utilizaram-se os biocontroladores nas densidades de quatro (*E. lucunter*), três (*L. variegatus*) e 16 animais / piso (*T. viridula*). Após 150 dias, o experimento foi encerrado e a biomassa remanescente (peso seco) de bioincrustações foi avaliada nas lanternas de cultivo e nas valvas das vieiras. As espécies de ouriços-do-mar *E. lucunter* e *L. variegatus* foram mais eficientes no controle das bioincrustações das lanternas (86% e 59% em relação ao tratamento controle, respectivamente), mas não houveram diferenças significativas entre as eficiências dos controladores na remoção das bioincrustações das valvas. Esse resultado sugere que o controle biológico pode ser utilizado como método auxiliar na redução das bioincrustações em cultivos de vieiras.

**Unitermos:** biocontroladores, bioincrustações, maricultura, *Nodipecten nodosus*, vieira

### Abstract

**Biological control of fouling incrustation on the scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) cultured in Ubatuba, SP, Brazil.** This experiment was developed at the marine farm of the São Paulo State Fisheries Institute in Ubatuba, SP, Brazil, aiming to compare the efficiency of three organisms (the sea urchins *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* and the gastropod *Tegula viridula*) in controlling fouling incrustation in lantern net and on *Nodipecten nodosus* valves. Scallops measuring  $32.6 \pm 4.9$ mm of initial height were cultivated in eight Japanese lanterns with five floors each, at a density of 25 scallops/floor, according to the following delineament:

T1 – control (scallops alone); T2 – scallops with *E. lucunter*; T3 – scallops with *L. variegatus*; T4 – scallops with *T. viridula*. Densities of the bio-controllers were: four (*E. lucunter*), three (*L. variegatus*) and 15 animals/floor (*T. viridula*). The experiment was finished 150 days later and the remaining fouling in the lanterns and on the scallops valves was removed and weighed (dry weights). The sea-urchin species *E. lucunter* and *L. variegatus* were significantly more efficient in removing the lantern fouling (86% and 59% relative to the control treatment respectively, but there were no significant differences among the biocontrollers in controlling the fouling on the scallop valves. These results suggest that biological control can be helpful as an auxiliary method in scallop culture fouling removal.

**Key words:** biocontrollers, fouling, mariculture, *Nodipecten nodosus*, scallop

## Introdução

O cultivo de vieiras, ou pectinicultura, experimentou um grande crescimento no Brasil nos últimos anos, passando de 1 para 16 toneladas/ano no período de 2005 a 2007 (FAO, 2008). Apesar de ser ainda incipiente no Estado de São Paulo, a pectinicultura tem sido considerada como uma alternativa promissora para diversificar a maricultura paulista, hoje restrita à mitilicultura e à ostreicultura (Marques et al., 2004a). A espécie autóctone *Nodipecten nodosus* apresenta um grande potencial para aquicultura, pois atinge grande porte, tem rápido crescimento, possui alto valor comercial e apresenta viabilidade de produção de sementes em laboratório (Rupp e Bem, 2004).

Segundo Lodeiros et al. (2001), diversos fatores ambientais estão associados com a redução da taxa de crescimento das vieiras. Um desses fatores, que ocorre nos cultivos de vieiras e de outros bivalves marinhos, tanto em clima tropical quanto subtropical, são as incrustações de origem principalmente biológica sobre as lanternas de cultivo e as valvas dos animais. Por esse motivo, não é surpreendente que exista uma grande quantidade de trabalhos relacionados à taxa de desenvolvimento e a métodos para redução de bioincrustações em cultivos de bivalves (Taylor et al., 1997; Pit e Southgate, 2003). As bioincrustações resultam em redução de fluxo de água dentro das lanternas e em uma maior competição pelo alimento e oxigênio disponíveis, podendo algumas vezes causar mortalidade entre as vieiras (Kaehler e McQuaid, 1999; Uribe et al., 2001).

Um grande número de técnicas, tais como: raspagem manual, exposição e secagem ao ar, utilização de materiais de revestimento a base de silicone, spray de alta pressão e uso de produtos químicos, têm sido

utilizadas para remover ou reduzir os bioincrustantes em cultivos de bivalves marinhos (Hodson et al., 2000; Lodeiros e Garcia, 2004; Ross et al., 2004; Gelli et al., 2005; Bazes et al., 2006). Todavia, todos esses métodos apresentam desvantagens tais como o aumento do estresse nos animais, dificuldades no manejo e aumento dos custos de produção. A remoção manual de organismos incrustantes ao longo do cultivo pode ainda afetar a sobrevivência e ocasionar prejuízos (Lodeiros e Himmelman, 1996; Gelli et al., 2005).

Dentre os diversos métodos de controle, mais recentemente tem sido estudado o controle biológico, através do policultivo com espécies herbívoras ou onívoras, que empregam a raspagem do substrato como forma de obtenção de alimento. Ross et al. (2004), descreveram a eficácia do controle biológico de bioincrustações em cultivo de *Pecten maximus* utilizando duas espécies de ouriço-do-mar (*Echinus esculentus* e *Psammechinus miliaris*) e caranguejos ermitões (*Pagurus* spp.). Lodeiros e Garcia (2004), em um estudo semelhante, utilizaram duas espécies de ouriço-do-mar (*Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus*) no cultivo da ostra perlífera *Pinctata imbricata* na Venezuela. Armstrong et al. (1999), verificaram que vieiras recobertas pela esponja *Suberites* sp. não apresentaram incrustações nas valvas, facilitando o processo de limpeza dos animais. A vantagem do controle biológico sobre as demais formas de redução de bioincrustantes é principalmente de ordem econômica, pela redução da frequência da limpeza manual das lanternas e das valvas dos animais.

O objetivo do presente trabalho foi investigar a eficiência de três organismos (os ouriços-do-mar *Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus*

e o gastrópodo *Tegula viridula*) no controle de bioincrustantes nas lanternas de cultivo e nas valvas da vieira *Nodipecten nodosus* cultivadas suspensas em long-lines na região de Ubatuba (SP), bem como verificar a influência da presença dos biocontroladores sobre o crescimento e a sobrevivência das vieiras.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na fazenda marinha do Núcleo de Pesquisa do Instituto de Pesca – APTA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, localizada na parte sul da Enseada de Ubatuba, litoral Norte do Estado de São Paulo, em local com profundidade média de 4m. O sistema de cultivo empregado foi o de lanternas japonesas. Para sustentar as lanternas, utilizou-se um espinhel com dois cabos paralelos de polietileno, com comprimento de 50m.

Os biocontroladores utilizados foram coletados através de mergulho livre em costões rochosos localizados na Enseada de Ubatuba e Praia Vermelha. As espécies *Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus* se alimentam principalmente de algas e organismos incrustantes (Lawrence, 2001; Ross et al., 2004; Schutz, 2005), ao passo que *Tegula viridula* é caracterizado como sendo um herbívoro não perfurador por Abbott (1974). Após serem coletados, esses organismos permaneceram estocados em lanternas japonesas por um curto período, aguardando o início do experimento.

As sementes das vieiras foram adquiridas com altura variando entre 5 e 10mm, junto ao laboratório do IED-BIG (Instituto de Eco-desenvolvimento da Baía da Ilha Grande), situado em Angra dos Reis (RJ). Após a chegada ao local do experimento, as sementes foram imediatamente estocadas em lanternas-berçário (malha de 2mm de diâmetro) com cinco pisos, na densidade de 250 vieiras / piso, onde permaneceram por 30 dias. Em seguida foram transferidas para lanternas intermediárias (malha de 4mm de diâmetro) na densidade de 200 vieiras / piso, onde permaneceram em cultivo por 64 dias.

Após esse período, iniciou-se o experimento com os organismos biocontroladores. As vieiras, com altura média de  $32,6 \pm 4,9$ mm, foram transferidas para

8 lanternas de engorda (malha de 15mm), com cinco pisos de 1256cm<sup>2</sup> cada, na densidade de 25 vieiras / piso (Marques et al., 2004b), onde foram cultivadas por 150 dias, conforme o seguinte delineamento: T1 – controle (vieiras sem os organismos biocontroladores); T2 – vieiras com *Echinometra lucunter*; T3 – vieiras com *Lytechinus variegatus*; T4 – vieiras com *Tegula viridula*. Para cada tratamento foram utilizadas duas lanternas com 5 pisos cada, configurando 10 réplicas. Os biocontroladores foram estocados na densidade inicial de quatro animais / piso (*E. lucunter*), três animais / piso (*L. variegatus*) e 15 animais / piso (*T. viridula*). Mensalmente as lanternas foram retiradas e as vieiras medidas na sua altura com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,1mm.

Para a quantificação e avaliação das bioincrustações remanescentes, as mesmas foram retiradas separadamente das lanternas e das valvas das vieiras, colocadas sobre papel toalha, à sombra, durante aproximadamente 30min, até que toda a água excedente escorresse por percolação, sendo em seguida embaladas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer. As bioincrustações retiradas foram ainda divididas em dois grupos: a) incrustações não calcárias (ascídias, hidrozoários, esponjas, anêmonas, etc.) e b) incrustações calcárias (cracas grandes e moluscos bivalves como *Pteria* sp. e *Pinctata* sp.), devido à grande quantidade de material calcificado existente no segundo grupo, que provavelmente interferiria na comparação entre os pesos. O peso seco das incrustações foi obtido no laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo. Para tal, cada amostra individual foi descongelada, seca em estufa a 80°C por 24h e em seguida pesada em balança eletrônica digital com precisão de 0,01g.

A temperatura, salinidade e transparência da água foram medidas diariamente no início da manhã. Para a leitura das temperaturas utilizou-se um termômetro de máxima e mínima mergulhado na água durante todo o período de experimento, em uma profundidade de 2m, onde se situavam as lanternas de cultivo. A salinidade foi medida através de um refratômetro-salinômetro marca BERNAUER com escala de 0 a 60. Para medir a transparência da água utilizou-se um disco de Secchi.

Amostras de água para a determinação da clorofila-*a*, visando à estimativa da biomassa de microalgas e, para

a determinação da matéria orgânica particulada (POM), foram coletadas quinzenalmente a 2m de profundidade durante o período experimental. As amostras foram filtradas no laboratório do Núcleo de Ubatuba, com o auxílio de uma bomba a vácuo. Os filtros contendo os resíduos da filtração foram embalados em papel alumínio e congelados até o transporte ao laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo para análise. Na determinação dos teores de clorofila-*a* e de matéria orgânica particulada utilizou-se o método descrito em APHA/AWWA/WPCF (1998).

Os dados de crescimento e sobrevivência das vieiras, bem como os pesos das bioincrustações, foram comparados, para os quatro tratamentos, através de análise de variância (ANOVA). Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As variâncias foram previamente submetidas ao teste de Bartlett (Vieira e Hoffmann, 1989) para verificação da homogeneidade e normalidade dos dados, sendo que quando necessário, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Dados em porcentagem (sobrevivências), foram submetidos previamente à transformação  $\arcsin(x)^{1/2}$  (Vieira e Hoffmann, 1989).

## Resultados e Discussão

### Parâmetros ambientais

Durante o período experimental, as temperaturas máximas e mínimas da água apresentaram as médias e desvio padrão de  $26,8 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$  e  $25,5 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. A salinidade média foi de  $34,2 \pm 1,3$ , sendo observada uma pequena queda entre os meses de janeiro e fevereiro, chegando a um mínimo de 30. A transparência medida com o disco de Secchi apresentou valor médio de  $2,0 \pm 1,0\text{m}$ .

A variação da temperatura correspondeu aos valores adequados ao bom desenvolvimento das vieiras, já que segundo Rupp e Parsons (2004), o crescimento de *Nodipecten nodosus* é significativamente menor em temperaturas abaixo de  $17^{\circ}\text{C}$  e maior quando a temperatura está acima de  $20^{\circ}\text{C}$ , sendo que a temperatura de  $31^{\circ}\text{C}$  é letal. A salinidade aqui registrada também

se mostrou adequada ao cultivo, já que os mesmos autores acima descrevem que *N. nodosus* é uma espécie estenoalina, preferindo salinidades acima de 28 e que pode apresentar altas mortalidades em salinidades inferiores a 25.

Os teores de matéria orgânica particulada (POM) e clorofila-*a* apresentaram valores médios e desvio padrão de  $18,6 \pm 11,4\text{mg.L}^{-1}$  e  $2,1 \pm 0,1\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente. O maior valor de POM ocorreu no mês de junho ( $38,7\text{mg.L}^{-1}$ ) e o menor valor ocorreu no mês de julho ( $8,2\text{mg.L}^{-1}$ ). Para a clorofila-*a*, o maior valor ocorreu nos meses de maio e julho ( $2,2\mu\text{g.L}^{-1}$ ), sendo o menor valor encontrado no mês de junho ( $1,9\mu\text{g.L}^{-1}$ ). A clorofila-*a*, que é um importante parâmetro para estimar a biomassa fitoplanctônica e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento, apresentou valores maiores do que os observados por Rupp et al. (2005), em Porto Belo (SC), que encontraram valores máximos durante o inverno-primavera (média de  $1,7\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e menores na primavera-outono (média de  $0,7\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Todavia, os valores foram menores do que os observados por Rupp (2007) na Armação de Itapocoroy (Penha, SC), que registrou concentrações médias de  $2,7\mu\text{g.L}^{-1}$  a 3m e de  $2,76\mu\text{g.L}^{-1}$  a 10m de profundidade. Lodeiros et al. (1998), em um trabalho realizado em Turpialito no Golfo de Cariaco, Venezuela, comparando as médias de clorofila-*a* em três diferentes profundidades, no período de dezembro a julho, encontraram 4, 8, 1,9 e  $0,7\mu\text{g.L}^{-1}$  em 8m, 21m e 34m de profundidade respectivamente, observando uma relação inversa entre a profundidade e a biomassa fitoplanctônica.

### Crescimento e sobrevivência de *N. nodosus*

Pela Figura 1, verifica-se que no tratamento T3 (*Lytechinus variegatus*), foi observado um maior crescimento das vieiras em cultivo. Já no tratamento T4 (*Tegula viridula*) registrou-se um crescimento das vieiras semelhante ao dos tratamentos T1 e T2 até a penúltima biometria, sendo que ao encerramento do experimento o comprimento médio final registrado nesse tratamento acabou sendo significativamente menor. O crescimento das vieiras após 150 dias de cultivo no tratamento T3 diferiu significativamente ( $F = 33,37$ ;

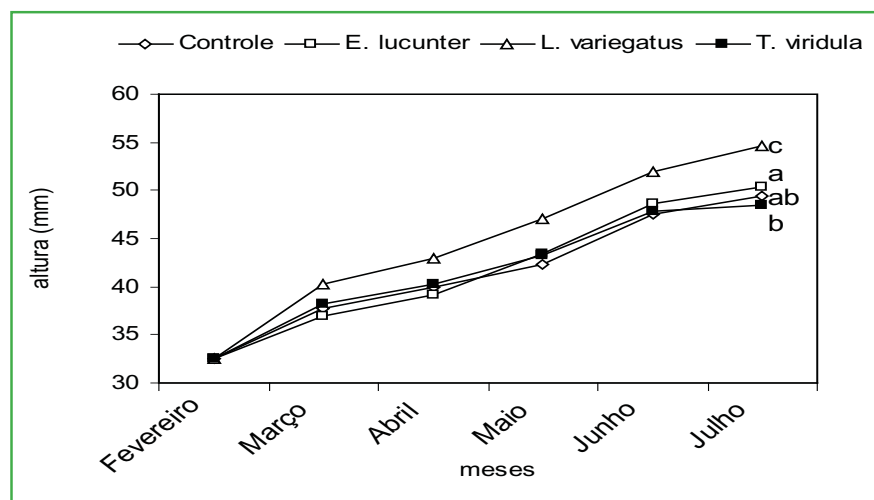


FIGURA 1: Alturas de vieiras *Nodipecten nodosus* nos diferentes tratamentos, durante o período experimental. Letras iguais indicam diferenças não significativas pelo teste de Tukey.

$p < 0,05$ ) dos demais (Tabela 1). Nos tratamentos T1 (controle) e T2 (*Echinometra lucunter*) os crescimentos não diferiram entre si, mas diferiram significativamente do tratamento T4 (*T. viridula*), no qual se verificou o menor crescimento.

Ross et al. (2004), trabalhando com biocontroladores de incrustações em um cultivo de *Pecten maximus*, observaram que a espécie de ouriço *Psammechinus miliaris* incrementou significativamente as taxas de crescimento das vieiras, quando empregada na densidade de 5 animais / “pearl-net”, com piso medindo 1.156cm<sup>2</sup>. Esse resultado apresenta semelhança com os observados neste trabalho, embora a espécie *Lytechinus variegatus*, aqui utilizada, tenha sido estocada em uma densidade menor (três animais/1.256cm<sup>2</sup>).

No presente trabalho, a melhor taxa de crescimento diário das vieiras foi de 0,2459mm.dia<sup>-1</sup> no tratamento T3 (*Lytechinus variegatus*), seguido de 0,2303mm.

dia<sup>-1</sup> no tratamento T2 (*Echinometra lucunter*), 0,2289 mm.dia<sup>-1</sup> no tratamento T4 (*Tegula viridula*) e 0,2277mm.dia<sup>-1</sup> no tratamento T1 (controle). Essa taxa foi bastante semelhante às registradas por outros autores para a mesma espécie: Albuquerque e Ferreira (2006), em Porto Belo (SC), trabalhando com um cultivo intermediário de *Nodipecten nodosus* com tamanho inicial de 23,9mm a uma profundidade de 4m, observaram taxas de crescimento diário de 0,2003mm.dia<sup>-1</sup> e 0,1859mm.dia<sup>-1</sup> para as densidades de 50 e 100 indivíduos, respectivamente. Lodeiros et al. (1998) observaram, para *N. nodosus*, os valores de 0,3333mm.dia<sup>-1</sup>, 0,2833mm.dia<sup>-1</sup> e 0,1666mm.dia<sup>-1</sup> para 8, 21 e 34m de profundidade, respectivamente, durante os 5 primeiros meses de cultivo, utilizando uma densidade de 90 indivíduos/piso.

Ainda pela Tabela 1, verifica-se que a sobrevivência final das vieiras situou-se acima de 87% nos quatro

TABELA 1: Médias e desvio padrão das alturas (mm) e sobrevivências (%) das vieiras por tratamento ao final do experimento (150 dias). Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Parâmetro	T1 (Controle)	T2 ( <i>E. lucunter</i> )	T3 ( <i>L. variegatus</i> )	T4 ( <i>T. viridula</i> )
Altura	49,4 ± 7,2 <sup>a,b</sup>	50,4 ± 8,0 <sup>a</sup>	54,7 ± 8,4 <sup>c</sup>	48,4 ± 7,7 <sup>b</sup>
Sobrevivência	95,2 ± 3,9 <sup>a</sup>	92,8 ± 4,6 <sup>a,b</sup>	92,8 ± 5,3 <sup>a,b</sup>	87,6 ± 7,2 <sup>b</sup>

tratamentos. Foram observadas diferenças significativas apenas entre as sobrevivências das vieiras nos tratamentos T1 (controle) e T4 (*Tegula viridula*). A maior mortalidade, registrada no tratamento T4 (*T. viridula*), pode ter ocorrido no último mês de cultivo, já que a mesma não foi observada nos meses que antecederam o final do experimento. Nota-se, ainda, que para os tratamentos T2 (*Echinometra lucunter*) e T3 (*Lytechinus variegatus*), os resultados de sobrevivência não diferiram significativamente do tratamento T1 (controle), indicando que a presença desses animais nas lanternas de cultivo não interferiu na sobrevivência das vieiras.

Albuquerque e Ferreira (2006) cultivaram *Nodipecten nodosus* em 4, 9 e 14m de profundidade e nas densidades de 50 e 100 vieiras por piso (cultivo intermediário), registrando uma taxa de sobrevivência final entre 90 e 96%, bastante semelhante à registrada no presente experimento. Todavia, os resultados aqui obtidos foram melhores do que os obtidos na maioria dos trabalhos revisados, para essa e outras espécies. Na Venezuela, Lodeiros et al. (1998), estudando o cultivo de vieiras *N. nodosus* suspensas por sete meses em um “long-line” em três profundidades distintas, obtiveram taxas de sobrevivência de 66,7; 58,5 e 14,7%, respectivamente a 8, 21 e 34m de profundidade. Baber e Davis (1997), utilizando a espécie *Argopecten irradians* cultivada nos Estados Unidos, encontraram taxas de sobrevivência de 50,8 e 57,4%. Marques et al. (2004a), comparando o crescimento de *N. nodosus* em duas profundidades distintas (3 e 6m), em Ubatuba (SP), encontraram valores médios da taxa de sobrevivência de 89,5 e 91,6%, respectivamente. Em outro estudo realizado em Ubatuba (SP), Gelli et al. (2005) encontraram, também para *N. nodosus*, sobrevivências de 81,8 e 88,3%.

O crescimento e a sobrevivência das vieiras também estão relacionados com diversas variáveis, tais como temperatura, salinidade, disponibilidade de alimento e densidade de povoamento (Ross et al., 2004), sendo que distúrbios biológicos frequentes também podem reduzir as taxas de crescimento da vieira (Irlandi e Mehlich, 1996). No caso do presente experimento, aparentemente, a presença dos biocontroladores não afetou o bom desenvolvimento das vieiras em cultivo,

provavelmente em função da densidade utilizada na estocagem dos mesmos. Esse fato sugere que maiores densidades podem ser utilizadas em experimentos futuros, com vistas a aumentar a eficiência do controle das bioincrustações.

### Sobrevivência dos biocontroladores

A espécie *E. lucunter* tolerou bem as condições de cultivo, apresentando 100% de sobrevivência. Já as espécies *L. variegatus* e *T. viridula* mostraram-se mais frágeis, apresentando 70,8 e 82% de sobrevivência, respectivamente. As sobrevivências diferiram significativamente entre *Echinometra lucunter* e as demais espécies ( $F= 3,39$  e  $p < 0,05$ ), não diferindo entre *Lytechinus variegatus* e *Tegula viridula*.

Foi observada uma pequena mortalidade de *L. variegatus* no mês de junho, ao mesmo tempo em que foi constatada uma elevação dos níveis de matéria orgânica em suspensão para o valor de  $38,7\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . De acordo com Lawrence (2001), *L. variegatus* não tolera a presença de silte em suspensão na água e abandona as áreas com alta turbidez. No presente trabalho o confinamento dos animais nas lanternas impediu essa reação de escape e provavelmente refletiu em uma maior mortalidade dos animais.

Ross et al. (2004), trabalhando com controladores biológicos de “fouling” em um cultivo de *Pecten maximus* na Inglaterra, observaram que o ouriço-do-mar *Echinus esculentus* apresentou melhor sobrevivência do que *Psammechinus miliaris* (médias de 96% e 87% respectivamente). Já o caranguejo ermitão *Pagurus* spp. apresentou sobrevivência total.

### Eficiência no controle de bioincrustações

Comparando-se as quantidades (peso seco) de incrustações calcárias remanescentes nas lanternas de cultivo, verificou-se que *T. viridula* foi significativamente menos eficiente no seu controle (peso seco de  $199,4\text{g} \pm 80,0$ ) do que *E. lucunter* ( $38,3\text{g} \pm 10,3$ ) e *L. variegatus* ( $78,5\text{g} \pm 78,2$ ) ( $F = 8,76$ ;  $p < 0,05$ ), que não diferiram significativamente entre si (Figura 2). Observou-se

ainda que o tratamento T1 (Controle) apresentou uma quantidade remanescente de incrustações (191,4g ± 119,2) menor do que o tratamento T4 (*T. viridula*), embora não diferisse significativamente deste. Para a análise das incrustações não calcárias nas lanternas, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis mostrou que os tratamentos T4 (*T. viridula*) (peso seco remanescente de 100,7g ± 38,9), T1 (Controle) (78,6g ± 34,6) e T3 (*L. variegatus*) (54,6g ± 20,5) diferiram significativamente do tratamento T2 (*E. lucunter*), que apresentou maior eficiência de controle (25,4g ± 5,6) ( $F = 11,85$ ;  $p < 0,05$ ). Com relação ao controle das bioincrustações nas valvas das vieiras, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para incrustações calcárias como para não calcárias.

Em termos de porcentagem com relação ao tratamento T1 (controle), a espécie *E. lucunter* foi a que proporcionou a maior redução das taxas de incrustação, tanto de incrustações calcárias (86,35%) quanto de não calcárias (67,72%). *Echinometra lucunter* se adapta a diferentes condições ambientais, é uma espécie generalista que se alimenta preferencialmente de macrófitas marinhas, ocasionalmente consumindo animais bênticos, como esponjas e corais (Lawrence, 2001). A outra espécie de ouriço-do-mar, *L. variegatus*, que também apresentou boa eficiência, removendo 59%

das bioincrustações calcárias e 30% das não calcárias em relação ao tratamento controle, é caracterizada como uma espécie onívora (Bessingfield e McClintock, 1998; Lawrence, 2001). Já a espécie *T. viridula* não apresentou um resultado satisfatório como biocontrolador, sendo que as taxas de biomassa seca de bioincrustações foram incrementadas em 4,17% para as incrustações calcárias e em 28% para as não calcárias nas lanternas, em relação ao tratamento controle, embora esses resultados não tenham sido significativos.

Ross et al. (2004) estudaram o controle biológico de bioincrustantes em um cultivo de *Pecten maximus*, registrando uma redução dos pesos das incrustações em mais de 50% nas malhas dos “pearl-nets” de cultivo. Resultado diverso ao do presente experimento foi observado por Lodeiros e Garcia (2004), em cultivo de ostras perlíferas *Pinctada imbricata* no Golfo de Cariaco na Venezuela, os quais, utilizando a espécie *Echinometra lucunter* nos tratamentos, registraram uma redução de 45 a 51% do peso seco de bioincrustações das lanternas em relação ao tratamento controle. Porém a espécie *Lytechinus variegatus* também utilizada por aqueles autores, mostrou maior eficiência, proporcionando uma redução de 74% das bioincrustações na lanterna quando comparado com o tratamento controle. Não houve

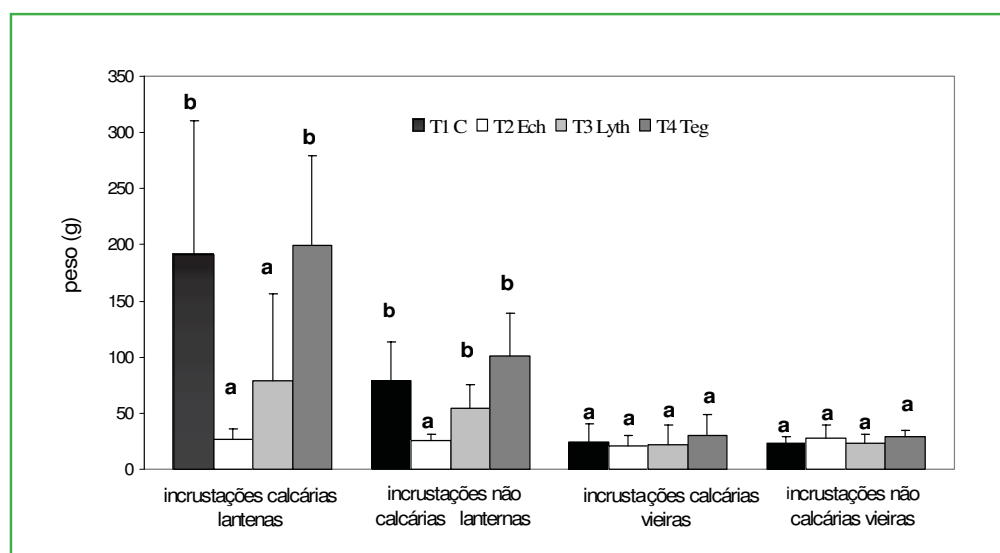


FIGURA 2: Peso seco médio de bioincrustações remanescentes nas lanternas e nas valvas de vieiras, nos quatro tratamentos testados. Letras iguais sobre as barras indicam diferenças não significativas pelos testes de Kruskal-Wallis ou Tukey ( $p < 0,05$ ).

diferenças significativas no crescimento de *P. imbricata* nos diferentes tratamentos.

A diversidade e a intensidade dos bioincrustantes em cultivos de vieiras dependem diretamente da estação do ano, localização geográfica e condições ambientais locais. Uribe et al. (2001) descreveram que na Baía de Tongoy (Chile) a biomassa de bioincrustações nos pectinídeos apresentou variações sazonais durante as estações, variando de 30 a 170g por exemplar de *Argopecten purpuratus* cultivados por 90 dias. Para o presente experimento, a biomassa seca máxima de bioincrustações, agrupando-se as calcárias e não calcárias foi de 59,1g por vieira no tratamento T4 (*T. viridula*).

Apesar da menor sobrevivência, verificou-se que *L. variegatus* proporcionou um maior crescimento das vieiras do que *E. lucunter*. No presente trabalho optou-se por não realizar a reposição dos biocontroladores quando estes morriam, o que se houvesse ocorrido, poderia ter melhorado o desempenho de *L. variegatus* na remoção do “fouling”.

A boa sobrevivência registrada nas vieiras pode estimular o uso de bio-controladores em relação a outros métodos de remoção de “fouling”, como a limpeza manual das lanternas e das valvas das vieiras. Há discordâncias entre alguns autores com relação à eficiência da remoção manual. Parsons e Dadswell (1992) relatam que uma limpeza manual durante o cultivo intermediário de *Placopecten magellanicus* resultou em 23% de mortalidade das vieiras. Lodeiros e Himmelman (1996), verificaram o impacto do “fouling” na espécie de vieira *Euvola ziczac* em quatro diferentes tratamentos de limpeza nas vieiras e lanternas e relataram uma mortalidade de 64% para o tratamento sem limpeza, e 22% para o tratamento com limpeza, tanto nas vieiras quanto nas lanternas de cultivo. Já Gelli et al. (2005) demonstraram que o tratamento de limpeza periódica das valvas de *N. nodosus* não resultou em maior crescimento, podendo diminuir a taxa de sobrevivência (81,8% para vieiras limpas e 88,3% para não limpas), provavelmente devido ao estresse durante o manejo de limpeza. Rupp (2007) informa que apesar de *N. nodosus* ser uma espécie bastante resistente ao manejo, a remoção manual do “fouling” parece ser inviável em cultivos de escala comercial.

Os resultados aqui obtidos podem indicar ainda uma possível viabilidade de realização do policultivo de vieiras com espécies biocontroladoras de valor comercial, como é o caso dos ouriços-do-mar, desde que novos estudos sejam realizados com relação às densidades de estocagem dos biocontroladores, permitindo assim uma melhoria na rentabilidade da produção destes.

A incrustação biológica ainda persiste como uma significativa barreira econômica para o desenvolvimento da aquicultura. O aprimoramento do biocontrole como redução dessas incrustações somente será conseguido através de estudos visando a determinar qual a melhor densidade, tamanho dos organismos biocontroladores, outras espécies com potencial e definição da época para sua utilização, com vistas à utilização comercial dessa técnica em sistemas de cultivo de bivalves.

## Referências

- Abbott, R. T. 1974. **American seashells: The marine mollusks of the Atlantic and Pacific coasts of North America**. 2<sup>nd</sup> ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 663pp.
- Albuquerque, M. C. P.; Ferreira, J. F. 2006. Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. **Biotemas**, 19 (2): 37-45.
- APHA/AWWA/WPCF. 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Pollution Control Federation, Washington, USA, 1085pp.
- Armstrong, E. J.; Mackenzie, J. D.; Goldsworthy, G. T. 1999. Aquaculture of sponges on scallops for natural products research and antifouling. **Journal of Biotechnology**, 70: 163-174.
- Barber, B. J.; Davis, C. V. 1997. Growth and mortality of cultured bay scallops in the Damariscotta River, Maine (USA). **Aquaculture International**, 5: 451-460.
- Bessingfield, S. D.; McClintock, J. B. 1998. Differential survivorship, reproduction, growth, and nutrient allocation in the regular echinoid *Lythechinus variegatus* (Lamarck) fed natural diets. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 226: 195-215.
- FAO – Fishery Information, Data and Statistics Unit. 2008. **Aquaculture production: quantities 1950-2005. FISHSTAT Plus – Universal software for fishery statistical time series [online]**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em <<http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>>. Acesso em 22 de dezembro de 2008.
- Gelli, V. C.; Roma, R. P. C. R.; Marques, H. L. A.; Novais, A. B. G.; Rodrigues, V. C. S. 2005. Influência do manejo da limpeza do fouling no crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten*



- nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba (SP). **Anais do XIX Encontro Brasileiro de Malacologia**, Rio de Janeiro, Brasil, p.407.
- Hodson, S. L.; Burke, C. M.; Bisset, A. P. 2000. Biofouling in fish-cage netting: efficacy of a silicone coating and the effect of net colour. **Aquaculture**, **184**: 277-290.
- Irandi, E. A.; Mehlich, M. E. 1996. The effects of tissue cropping and disturbance by browsing fish on growth of two species of suspension-feeding bivalves. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **197**: 279-293.
- Kaehler, S.; McQuaid, C. D. 1999. Lethal and sub-lethal effects of phototrophic endoliths attacking the shell of the intertidal mussel *Perna perna*. **Marine Biology**, **135**: 497-503.
- Lawrence, J. M. 2001. **Edible sea urchins biology and ecology**. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 419pp.
- Lodeiros, C. J.; Garcia, N. 2004. The use of sea urchins to control fouling during suspended culture of bivalves. **Aquaculture**, **231**: 293-298.
- Lodeiros, C. J.; Himmelman, J. H. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (Linnaeus, 1758) in suspended culture. **Aquaculture Research**, **27**: 749-756.
- Lodeiros, C. J.; Maeda-Martinez, A. N.; Freitas, L.; Uribe, E.; Luch-Cota, D. B.; Sicard, M. T. 2001. Ecophysiology of scallops from Iberoamerica. In: Maeda-Martinez, A. N. (Ed.). **Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura**. Editorial LIMUSA, Mexico, Mexico, p.77-88.
- Lodeiros, C. J.; Rengel J. J.; Freitas L.; Morales F.; Himmelman, J. H. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten Nodipecten nodosus* maintained in suspended culture at three depths. **Aquaculture**, **165**: 41-50.
- Marques, H. L. A.; Gelli, V. C.; Lombardi, J. V.; Rodrigues, V. C. S.; Kuntz, D.; Contin, E. R.; Oliveira, E. N. 2004a. Comparação entre o crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em duas profundidades no litoral de Ubatuba (SP). **Anais do I Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Vitória, Brasil, p.132
- Marques, H. L. A.; Gelli, V. C.; Rodrigues, V. C. S.; Kuntz, D.; Contin, E. R. 2004b. Crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba (SP). **Anais do I Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Vitória, Brasil, p.136.
- Parsons, G. J.; Dadswell, M. J., 1992. Effect of stocking density on growth, production and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Plassamaquoddy Bay, New Brunswick. **Aquaculture**, **103**: 291-309.
- Pit, J. H.; Southgate, P. C. 2003. Fouling and predation: How do they affect growth and survival of the blacklip pearl oyster, *Pinctata margaritifera*, during nursery culture? **Aquaculture International**, **11**: 545-555.
- Ross, K. A.; Thorpe, J. P.; Brand, A. R. 2004. Biological control of fouling in suspended scallop cultivation. **Aquaculture**, **229**: 99-116.
- Rupp, G. S. 2007. **Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina: Influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza**. Boletim Técnico 135, EPAGRI, Florianópolis, Brasil, 83pp.
- Rupp, G. S.; Bem, M. M. 2004. Cultivo de vieiras. In: Poli, C. R.; Poli, A. T. B.; Andreatta, E. R. & Beltrame, E. (Eds). **Aquicultura: Experiências brasileiras**. Ed. Multitarefa, Florianópolis, Brasil, p.289-308.
- Rupp, G. S.; Parsons, G. J. 2004. Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limits. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **309**: 173-198.
- Rupp, G. S.; Parsons, G. J.; Thompson, R. J.; Bem, M. M. 2005. Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. **Aquaculture**, **243**: 195-216.
- Schutz, H. 2005. **Sea urchins: A guide to worldwide shallow water species**. H.&P. Schultz Partner Scientific Publications, Hemdingen, Germany, 484pp.
- Taylor, J. J.; Southgate, P. C.; Rose, R. A. 1997. Fouling animals and their effects on growth of silver-lip pearl oyster, *Pinctata maxima* (Jameson) in suspended culture. **Aquaculture**, **153**: 31-40.
- Uribe, E.; Lodeiros, C. J.; Félix-Pico, E.; Etchepare, I. 2001. Fouling in Iberoamerican scallop. In: Maeda-Martinez, A. N. (Ed.) **Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura**. Editorial LIMUSA, Mexico, Mexico, p.246-266.
- Vieira, S.; Hoffmann, R. 1989 **Estatística Experimental**. Ed. Atlas, São Paulo, Brasil, 179pp.