



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

Fatores que afetam a produção de pré-sementes da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em laboratório no sul do Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Dr. Jaime Fernando Ferreira

Yuri Bovi Morais Carvalho

Florianópolis - SC  
2010

Carvalho, Yuri Bovi Morais

Fatores que afetam a produção de pré-sementes da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em laboratório no sul do Brasil [dissertação] / Yuri Bovi Morais Carvalho; orientador, Jaime Fernando Ferreira. - Florianópolis, SC, 2010

57 f. : 13 fig., 6 tabs

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

Inclui referências

1.vieiras. 2.*Nodipecten nodosus*. 3.assentamento larval. 4.laboratório. 5.pré-sementes.

**Fatores que afetam a produção de pré-sementes  
da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)  
em laboratório no sul do Brasil.**

Por

YURI BOVI MORAIS CARVALHO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM AQUICULTURA**

e aprovada em sua forma final pelo Programa de  
Pós-Graduação em Aquicultura.

---

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

---

Dr. Jaime Fernando Ferreira – *Orientador*

---

Dr. Gilberto Caetano Manzoni

---

Dr. Guilherme Sabino Rupp



Dedico este trabalho aos meus pais



## Agradecimentos

Quero expor minha profunda gratidão a toda a equipe do Laboratório de Moluscos Marinhos. Todos ajudaram de alguma forma. Este trabalho seria impossível ser feito sem a ajuda de todos vocês.

Primeiramente, quero agradecer ao professor Jaime, por ter me aceito como aluno, excelente orientador, propondo novos trabalhos sempre, cada reunião em sua presença sempre é muito produtiva.

Quero agradecer à Marisa, excelente companhia nas saídas de campo para Canto Grande, pela ajuda na formulação dos experimentos e pela colaboração na apresentação da defesa.

Obrigado ao Chico, que muitas vezes para na produção do LMM para ajudar nos experimentos dos alunos, e diversas vezes fica até às 22h..

Carlos Henrique, obrigado por ter dividido seu almoço comigo muitas vezes, me tratando como um irmão (ou filho!).

Obrigado a Jaque, que apesar de pegar no meu pé, suas críticas com relação à organização e limpeza são quesitos fundamentais para um convívio em harmonia.

Obrigado ao Cláudio (Blacher e Melo), Rico, Bê, Sino, Zezé e Duda, Gustavo Gaucho e ao Pancho (cientista mais inteligente que já conheci, todo laboratório deveria ter um cara tipo ele).

Agradeço ao Rupp e Manzoni, pioneiros nos estudos com *Nodipecten nodosus*, por terem aceitado participar da banca examinadora e contribuído com visão crítica do trabalho.

Obrigado ao secretário da pós-graduação Carlito, por agilizar os processos burocráticos

Agradeço aos meus pais, pelo apoio moral em momentos difíceis e pela ajuda financeira durante toda minha estadia em Florianópolis.

E por fim, obrigado ao CNPq pela bolsa concedida, à FINEP e ao projeto Propecten.



## RESUMO

Para contribuir com a produção de pré-sementes (p.s.) de *Nodipecten nodosus* em laboratório, foram avaliadas a quantidade e o tamanho de p.s. fixadas em coletores utilizando diferentes tratamentos durante a fase de assentamento larval. Não se obteve diferença na quantidade e tamanho das p.s. expostas a diferentes graus de luminosidade. Não se encontrou diferença na quantidade de p.s. realizando ou não a limpeza do tanque, entretanto o tamanho foi maior ( $p < 0,05$ ) quando se realizou a limpeza. Obteve-se maior quantidade de p.s. de maior altura ( $p < 0,05$ ) utilizando alta densidade ( $1,42 \text{ larvas.mL}^{-1}$ ) em relação às densidades de  $0,71$  e  $0,35 \text{ larvas.mL}^{-1}$ . Não se registrou diferença na quantidade de p.s. com relação ao tipo de alimento fornecido (*Chaetoceros muelleri* e *C. calcitrans* combinadas com *Isochrysis galbana* (ISO) ou *Pavlova* sp. (PAV), ou juntas (MIX) nem se o alimento foi fornecido uma ou duas vezes ao dia, entretanto foi obtida maior tamanho ( $p < 0,01$ ) nas p.s. alimentadas duas vezes ao dia com MIX. Obteve-se quantidade significativamente maior de p.s. provenientes de reprodutores maturados com astaxantina (“C/ASTA”) quando a avaliação foi realizada no 9º dia, entretanto não se obteve diferença quando a avaliação foi realizada no 18º dia, já com relação à altura, o tamanho das larvas e p.s. “C/ASTA” foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ). Não se obteve diferença na quantidade nem tamanho de p.s. quando fornecido alimento na concentração padrão ou dobro (de 3 a 12 ou de 6 a  $24 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>).

Palavras chaves: vieira, *Nodipecten nodosus*, laboratório, pré-sementes.

## ABSTRACT

To contribute to the spat production from *Nodipecten nodosus* in the laboratory, we evaluated the number and size of spat attached in collectors using different treatments during the larval settlement. It was no statistically difference in the amount and size of spat exposed to different degrees of light. There was no difference in the amount of spat cleaning or not the tank, however the size of the shell was higher ( $p < 0.05$ ) when it conducted the cleanup. We obtained a greater amount of spat and greater height ( $p < 0.05$ ) using high-density ( $1.42 \text{ larvae.mL}^{-1}$ ) in relation to densities of  $0.71$  and  $0.35 \text{ larvae.mL}^{-1}$ . We recorded no difference in the amount of spat with the type of food provided (*Chaetoceros muelleri* and *C. calcitrans* combined with *Isochrysis galbana* (ISO) and *Pavlova* sp. (PAV) or joints (MIX) or if the food was provided once or twice a day, but it was obtained larger spat ( $p < 0.01$ ) fed twice daily with MIX. It was found significantly more spat from breeding matured with astaxanthin (C / ASTA) when the evaluation was done on the 9th day, however there was no difference when the evaluation was done after 18 days, longer in relation to height, size of larvae and spats C / ASTA was significantly higher ( $p < 0, 05$ ). It was not possible to see difference in the amount or size of spat when shipped food concentration or double standard ( $3$  to  $12$  or  $6$  to  $24 \times 10^4 \text{ cels.mL}^{-1}$ ).

Key words: scallop, *Nodipecten nodosus*, hatchery, spat

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes cultivadas em diferentes condições luminosas. ESCURO: ambiente sem entrada de luz; SOMBRA: ambiente de penumbra, CLARO: ambiente com incidência direta de raios solares. 38
- Figura 2. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas nos coletores inseridos em estruturas de PVC (COL PVC) e coletores inseridos em bolsas (COL BOLSA) dos tratamentos TROCA e NÃO TROCA (com limpeza do tanque e sem limpeza do tanque, respectivamente). 39
- Figura 3. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes dos coletores inseridos na estrutura de PVC (PVC) e coletores inseridos na bolsa (BOLSA), dos tratamentos TROCA e NÃO TROCA (com limpeza do tanque e sem limpeza do tanque, respectivamente). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 39
- Figura 4. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade total de pré-sementes obtidas utilizando diferentes densidades larvais (METADE =  $0,3 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , PADRÃO =  $0,7 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , DOBRO =  $1,4 \text{ larvas.mL}^{-1}$ ) com 1 e 2 coletores por balde (1COL e 2COL, respectivamente). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 41
- Figura 5. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes cultivadas sob diferentes densidades larvais (METADE =  $0,3 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , PADRÃO =  $0,7 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , DOBRO =  $1,4 \text{ larvas.mL}^{-1}$ ) com 1 e 2 coletores por balde (1 COL e 2 COL, respectivamente). As letras indicam diferença significativa. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 43

- Figura 6. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas alimentadas uma e duas vezes ao dia (1X e 2X, respectivamente), com diferentes dietas microalgais: PAV = *Pavlova* sp. (50%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); MIX = *I. galbana* (25%) *Pavlova* sp. (25%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); ISO = *Isochrysis galbana* (50%) + *Chaetoceros muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%). 44
- Figura 7. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes alimentadas uma e duas vezes ao dia (1X e 2X), com diferentes dietas microalgais: ISO = *Isochrysis galbana* (50%) + *Chaetoceros muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); PAV = *Pavlova* sp. (50%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); ISO/PAV = *I. galbana* (25%) *Pavlova* sp. (25%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 45
- Figura 8. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas no 9º e 18º dia de assentamento (T9 e T18), provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 46
- Figura 9. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das larvas no início do experimento (T0) e pré-sementes recuperadas no 9º e 18º dia de assentamento (T9 e T18) provenientes de reprodutores maturados em laboratório com e sem adição de astaxantina na dieta (C/ASTA e S/ASTA). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 47
- Figura 10. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA, respectivamente). “PADRÃO” = coletor fica no

mesmo balde do início ao fim do experimento. “COM TROCA DE COLETORES” = coletor “INICIAL” fica do início ao 7º dia de assentamento e “SECUNDÁRIO” é o coletor colocado a partir do 7º dia de assentamento. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

48

Figura 11. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA, respectivamente). “PADRÃO” = coletor fica no mesmo balde do início ao fim do experimento. “COM TROCA DE COLETORES” = coletor “INICIAL” fica do início ao 7º dia de assentamento e “SECUNDÁRIO” é o coletor colocado a partir do 7º dia de assentamento. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

49

Figura 12. Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas com diferentes tratamentos de alimentação. PADRÃO: alimento fornecido uma vez ao dia na concentração de 3 a  $12 \times 10^4$  células. $\text{mL}^{-1}$ . DOBRO: alimento fornecido na concentração de 6 a  $12 \times 10^4$  células. $\text{mL}^{-1}$ , sendo que no INTEIRO, o alimento foi fornecido uma vez ao dia e no METADE, fornecido em dois momentos (as 10h e as 16h).

51

Figura 13. Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes com diferentes tratamentos de alimentação. PADRÃO: alimento fornecido uma vez ao dia na concentração de 3 a  $12 \times 10^4$  células. $\text{mL}^{-1}$ . DOBRO: alimento fornecido na concentração de 6 a  $12 \times 10^4$  células. $\text{mL}^{-1}$ , sendo que o INTEIRO, alimento fornecido uma vez ao dia e o METADE, fornecido em dois momentos (as 10h e as 16h).

52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Concentração das microalgas fornecidas para <i>Nodipecten nodosus</i> durante a fase de assentamento larval, de acordo com o protocolo de produção do LMM-UFSC.	32
Tabela 2.	Teste de Tukey para o quantidade de pré-sementes obtidas com diferentes densidades de larvais (DOBRO = 1,4 larvas.mL <sup>-1</sup> ; PADRÃO = 0,7 larvas.mL <sup>-1</sup> ; METADE = 0,3 larvas.mL <sup>-1</sup> ). Intervalo de confiança de 95%.	41
Tabela 3.	Teste Tukey para a altura (µm) das pré-sementes cultivadas em diferentes densidades larvais. Intervalo de confiança de 95%.	42
Tabela 4.	Teste Tukey para altura (µm) das pré-sementes cultivadas utilizando 1 ou 2 coletores por balde de 14 L (“1COL” e “2COL”). Intervalo de confiança de 95%.	42
Tabela 5.	Teste de Tukey comparando a altura (µm) das pré-sementes provenientes de reprodutores maturados com e sem adição de astaxantina (“C/ASTA” e “S/ASTA”). Intervalo de confiança de 95%.	50
Tabela 6.	Teste de Tukey para a altura (µm) das pré-sementes obtidas no coletor que foi colocado inicialmente no assentamento (“INICIAL”) no coletor que foi colocado a partir do 7º dia (“SECUNDÁRIO”) e para o coletor que ficou do início ao fim do assentamento (“PADRÃO”).	50

## **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO</b>	17
<b>OBJETIVO</b>	25
<b>ARTIGO CIENTÍFICO</b>	26
<b>ABSTRACT</b>	27
<b>INTRODUÇÃO</b>	28
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	30
<b>RESULTADOS</b>	37
<b>DISCUSSÃO</b>	52
<b>CONCLUSÃO</b>	65
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	66
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO</b>	72



## INTRODUÇÃO

Vieiras são moluscos bivalves da família Pectinidae, conhecidos como “scallops” em inglês e “coquilles Saint-Jacques” em francês. Apresentam distribuição mundial e importância econômica em diversos países litorâneos, onde sustentam atividades tanto de pesca como de aqüicultura (SHUMWAY, 2006). Os pectinídeos estão entre os moluscos que apresentam maior valor comercial nos mercados internacionais onde, atualmente, a demanda supera a oferta (SHUMWAY, 2006).

Segundo Spencer (2002), o cultivo de vieiras (pectinicultura) é uma atividade relativamente nova que teve início no Japão em 1930, mas que só teve êxito na produção em larga escala em 1960. As principais regiões produtoras e espécies de pectinídeos cultivadas são: China e Japão (*Patinopecten yessoensis*, Jay, 1956); países da Europa (*Pecten maximus*, Linnaeus, 1758; *Chlamys opercularis*, Linnaeus, 1758); Nova Zelândia (*Pecten novozelandiae*, Reeve, 1853); Estados Unidos e Canadá (*Placopecten magellanicus*, Gmelin, 1791; *Patinopecten caurinus*, Gould, 1850); Estados Unidos (*Argopecten gibbus*, Linnaeus, 1758; *Argopecten irradians*, Lamarck, 1819); Chile e Peru (*Argopecten purpuratus*, Lamarck, 1819).

O recente sucesso no cultivo de ostras *Crassostrea gigas* (Lamarck, 1819) e mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) no Estado de Santa Catarina (SC) criou um clima político e social positivo para futuros estudos relacionados ao desenvolvimento da pectinicultura, com destaque para a espécie nativa *Nodipecten* (= *Lyropecten*) *nodosus* (Linnaeus, 1758) (ROUBACH et al., 2003; OLIVEIRA NETO, 2005; RUPP, 2009).

A vieira *N. nodosus* é a maior espécie de pectinídeo registrada para o litoral brasileiro (RIOS, 1985), sendo inclusa no grupo dos pectinídeos gigantes (SMITH, 1991). É conhecida localmente como “vieira”, “pata de leão” e “coquile” (RUPP; PARSONS, 2006) e sua ocorrência em SC é conhecida para algumas ilhas nas cercanias da Ilha de Santa Catarina (RUPP, 1994). Apresenta grande potencial para aqüicultura, pois possui rápido crescimento e boa aceitação no mercado consumidor (RUPP; PARSONS, 2006). Organismos desta espécie podem ser encontrados em alguns restaurantes requintados, onde são servidos como iguarias finas devido ao apreciado sabor e belo aspecto visual (RUPP; DE BEM, 2004).

Em qualquer tipo de cultivo, o requisito primário é o suprimento abundante, confiável e barato de sementes (juvenis)

(BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989). Em cultivo de bivalves, sementes podem ser obtidas através de duas fontes: captação em ambiente natural, geralmente utilizando um substrato artificial imerso em local de ocorrência natural da espécie; ou pela produção em laboratório, descrita em inglês como “hachery” (ILLANES, 1990). A produção de sementes em laboratório é um processo custoso e é justificada, no caso de espécie nativa da região de cultivo, quando a captação natural é insuficiente e a espécie apresenta alto valor comercial.

Devido à baixa densidade populacional distribuída em uma ampla área geográfica, a coleta de sementes de *N. nodosus* na região de SC é insuficiente para ser usada como fonte de sementes para aquíicultura (RUPP, 1994; MANZONI, 1994; URIARTE; RUPP; ABARCA, 2002). Portanto, a produção de sementes através de técnicas de laboratório é a única forma para sustentar a atividade de pectinicultura na região sul do Brasil. Dentre as vantagens de se produzir sementes em laboratório se destacam a possibilidade de seleção genético (organismos mais resistentes e que crescem mais rápidos), suprimento regular de sementes durante o ano todo e possibilidade de programação da produção (NEWKIRK, 1988). Segundo Hardy (2006), muitas “hatcheries” ao redor do mundo estão fornecendo de maneira eficaz sementes de vieiras para fazendas marinhas, que muitas vezes são dependentes deste suprimento.

Assim como em muitos invertebrados bentônicos marinhos, os moluscos bivalves possuem um período larval planctônico, importante para dispersão da espécie (WILDSH; KRISTMANSON, 1997). Durante este período, as larvas passam por diversos estágios, desde a fecundação até o estágio pediveliger, que é o estágio em que a larva se encontra competente para realizar o assentamento e metamorfose. O assentamento é caracterizado pela transferência de um modo de vida planctônico (na coluna d’água) para o bentônico (associado ao substrato) (GOSLING, 2003). Durante o período de assentamento, a larva procura por um substrato adequado para se fixar (HELM; BOURNE, 2004). Quando um substrato é encontrado, a larva de vieira secreta filamentos de bisso para se fixar temporariamente a ele e então realiza a metamorfose (BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989). Após realizar a metamorfose, o organismo passa a apresentar características morfológicas do adulto e passa a ser chamado de pré-semente ou pós-larva (“spat” em inglês). Baker e Mann (1997) chamam de plantígrado o estágio transitório entre a forma juvenil e a larval.

A metamorfose é um momento crítico no ciclo de vida de bivalves (LAING, 1995). Mortalidades consideráveis podem ocorrer durante este período de intensas mudanças morfológicas e fisiológicas, sendo esta etapa um dos grandes entraves para a produção de moluscos em laboratório (BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989; GOSLING, 2003). Em “hatcheries”, a etapa intermediária entre o cultivo em ambiente controlado e a engorda no mar é conhecida como “berçário” (CLAUS, 1981). A primeira fase do berçário inclui o período da metamorfose até aproximadamente 1 mm de altura das valvas, quando as pré-sementes são mantidas em tanques, usualmente aderidas a um substrato de monofilamento (chamado de coletor).

O processo de metamorfose demanda energia. Após a perda do vélum (órgão responsável pela captura do alimento no estágio larval), as larvas cessam a capacidade de se alimentar até que o ctenídeo (órgão responsável pela captura do alimento nos bivalves adultos) se torne funcional (BAYNE, 1965; SASTRY, 1965; HODGSON; BURKE, 1988). Durante a metamorfose, a larva utiliza sua reserva bioquímica (lipídios, carboidratos e proteínas) acumulada durante o período larval para satisfazer sua demanda energética (SASTRY, 1965). Foi observado que algumas espécies de bivalves utilizam um estilo de alimentação transitório chamado de “pedal feeding”, que consiste na ingestão de detritos e microalgas bentônicas utilizando o pé para este fim, até que o ctenídeo esteja completamente formado (REID et al., 1992), como foi observado para *P. yessoensis* (O’FOIGHIL et al., 1990).

A interação de fatores bióticos (presença de biofilme no substrato, indutores químicos, densidade larval, espécies de microalgas fornecidas como alimento e sua concentração) e fatores abióticos (luz, fotoperíodo, gravidade, turbulência, temperatura, salinidade, composição e área do coletor) podem explicar o padrão de assentamento larval em invertebrados marinhos (LAING, 1995). A identificação dos fatores que afetam o sucesso neste estágio irá determinar um processo mais eficiente de produção de sementes em laboratório (LAING, 1995).

Um dos fatores determinantes para o sucesso do assentamento larval em condições laboratoriais é a presença de coletores para fixação das larvas (ILLANES, 1990). Na natureza, pós-larvas de pectinídeos são encontradas fixas em macroalgas, hidrozoários, briozoários e conchas vazias (GOSLING, 2003). Diversos substratos têm sido utilizados como coletores de vieiras, tanto no ambiente como em laboratório: linhas de nylon (WALLACE, 1982); sacos de cebolas (NAVARTE, 2001); filmes de polietileno (NAIDU; SCAPLEN, 1976); netlon<sup>TM</sup> (VENTILLA,

1977); folhas de *Pinus* sp. (ZANETTE et al., 2009); conchas de vieiras adultas (PEARCE; BOURGET, 1996) e outros.

Foi comprovado que o biofilme formado sobre a superfície do coletor atua induzindo o assentamento e a metamorfose de pectinídeos (PARSONS; DADSWELL; ROFF, 1993; PEARCE; BOURGET, 1996; AVEDAÑO-HERRERA et al., 2003; RUPP; THOMPSON; PARSONS, 2004; ZANETTE et al., 2009). O biofilme é composto por micro-organismos que colonizam a superfície do coletor após a imersão do mesmo em água do mar não filtrada, ou filtrada com adição de microalgas, após um período de uma a duas semanas (RUPP; THOMPSON; PARSONS, 2003; ZANETTE et al., 2009).

No Laboratório de Moluscos Marinho da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM-UFSC), a produção experimental de sementes de *N. nodosus* se iniciou em 1992 (RUPP, 1994), onde desde então diversos estudos (dissertações e teses) foram realizados com o objetivo de viabilizar a produção comercial de vieiras:

Manzoni (1994) estudou o ciclo reprodutivo nos arredores da Ilha do Arvoredo; Rupp (1994) iniciou trabalhos com reprodução, larvicultura, assentamento e transferência de pós-larvas para o mar; Manzoni e Marenzi (1997) estudaram o crescimento até o tamanho comercial; Bem (1999) analisou o uso de antibióticos na larvicultura; Pereira (2000) estudou a flora bacteriana na larvicultura; Rupp (2003) estudou influencia da disponibilidade do alimento e fatores abióticos no crescimento e sobrevivência de pré-sementes e adultos; Sühnel (2002) e Sühnel, Lagreze e Ferreira (2008) avaliaram a transferência de pré-sementes para o mar em diferentes períodos de permanência no laboratório e no mar; Albuquerque e Ferreira (2006) estudaram o cultivo de sementes em diferentes densidades e profundidades; Schleder (2007) e Schleder et al. (2008) analisaram parâmetros hemato-imunológicos em diferentes etapas do ciclo reprodutivo com a utilização de dieta enriquecida com astaxantina; Zanette (2007) e Zanette et al. (2009) avaliaram a taxa de assentamento utilizando diferentes tipos de coletores com ou sem biofilme; Lagreze (2008) estudou a fisiologia alimentar e potencial de crescimento para organismos cultivados em ambiente de alta concentração de seston; por fim, Sühnel (2008) avaliou o efeito da utilização de dietas com diferentes concentrações de astaxantina em reprodutores mantidos em laboratório na maturação gonádica, rendimento larval e produção de pré-sementes.

Até 2005, o grande entrave para o cultivo de vieiras em nível comercial em SC era o abastecimento de sementes pelo laboratório LMM-UFSC (OLIVEIRA-NETO, 2005). Em 2006 este obstáculo foi

superado e teve-se início o cultivo comercial de *N. nodosus*, sendo passadas, neste ano, 122 mil sementes de vieiras para os maricultores do Estado e 24 mil vieiras em tamanho comercial ( $\pm 7$  cm) foram comercializadas no final do mesmo ano, o que representa 2 toneladas (RUPP; OLIVEIRA NETO; GUZENSKY, 2008). Em 2007, estima-se que mais de 300 mil sementes foram repassadas para as fazendas marinhas e a produção comercial ultrapassou 3 toneladas (RUPP, 2009). A dúzia da vieira de cultivo foi comercializada à R\$ 25 a 30 (US\$ 14 a 15 a dúzia) nos mercados locais da região (RUPP, 2009).

No Brasil, além do LMM-UFSC, localizado em Florianópolis, SC, existe outro laboratório que produz comercialmente sementes de *N. nodosus*, o Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía da Ilha Grande (IED-Big) localizado em Angra dos Reis, Rio de Janeiro (RJ).

A produção de sementes de *N. nodosus* no LMM-UFSC passa pelas seguintes etapas: (1) Maturação (ou Acondicionamento) dos reprodutores em laboratório (aproximadamente 2 semanas); (2) Larvicultura (aproximadamente 2 semanas); (4) Berçário em terra (aproximadamente 2 semanas); (5) Berçário no mar (aproximadamente 5 a 7 semanas) (RUPP, 2009).

A maturação dos reprodutores é um processo que pode ser induzido artificialmente em laboratório, como forma de preparar a gônada para que gametas maduros sejam liberados durante a desova. Este procedimento se faz necessário para se realizar desovas fora do período reprodutivo natural da espécie (WIDMAN et al., 2001). O estado nutricional dos reprodutores está diretamente relacionado com a quantidade e qualidade de larvas geradas (FARÍAS-MOLINA, 2001). A composição da dieta fornecida durante a maturação dos reprodutores em laboratório pode afetar o crescimento e a sobrevivência de larvas e pós-larvas provenientes destes reprodutores (ROBINSON, 1992; URIARTE et al., 2004; BARBER; BLAKE, 2006). Navarro et al. (2000) encontraram melhora na taxa de sobrevivência larval da vieira *A. purpuratus* provenientes de reprodutores maturados com dieta microalgal enriquecida com emulsão de lipídeos contendo ácidos graxos essenciais. Sühnel (2008) registrou melhora no rendimento de larvas “D” e pedivéligers de *N. nodosus* provenientes de reprodutores maturados em laboratório com dieta enriquecida com astaxantina proveniente de *Haematococcus pluvialis* seca (Algamac AST), entretanto, não foi observado efeito no rendimento pós-larval.

As vieiras se alimentam ativamente através da filtração de material em suspensão (“suspension-feeding”) e dependem, basicamente, do fitoplâncton como fonte de alimento (MACDONALD;

BRICELJ; SHUMWAY, 2006). Portanto, para a produção de sementes em laboratório, necessita-se produzir microalgas em quantidade e qualidade suficiente, pois as características nutricionais das microalgas irão satisfazer os requerimentos nutricionais dos bivalves em todo seu ciclo de produção (maturação dos reprodutores, larvicultura e berçário) (BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989). O setor de microalgas é considerado o “coração” da “hatchery”, representando cerca de 30% do total dos custos da produção de sementes (COUTTEAU; SORGELOOS, 1992).

O tipo e a quantidade de alimento que os bivalves recebem são de suma importância para a saúde durante todos os estágios do ciclo de produção (SPENCER, 2002). Microalgas consideradas de grande valor nutricional devem ter em sua composição grandes quantidades de ácidos graxos (especialmente os de cadeias longas, chamados de “PUFA’s”) (SPENCER, 2002). Um dos melhores indicadores da qualidade da microalga é a relação entre ácidos graxos  $\omega 3$  e  $\omega 6$  (COUTTEAU; SORGELOOS, 1992). Espécies de microalgas tradicionalmente utilizadas no cultivo controlado de bivalves são: *Isochrysis* aff. *galbana* (clone T-Iso), rica em ácido docosahexanóico (DHA); *Chaetoceros calcitrans*, rica em ácido eicosapentanóico (EPA) (COUTTEAU; SORGELOOS, 1992); *Pavlova* sp., por sua habilidade em sintetizar e acumular PUFA’s (EPA e DHA) (MEIRELES et al. 2003).

Apesar de que dietas contendo apenas uma espécie de microalga possam providenciar crescimento adequado para larvas e pré-sementes, melhores balanços nutricionais são obtidos quando se fornecem uma mistura de espécies (SPENCER, 2002). Segundo Rupp (1994), a mistura de duas ou mais espécies de microalgas determinam taxas de crescimento superiores aos cultivos feitos com dietas mono-específicas.

Com relação à vieira *P. magellanicus*, diversos estudos relacionados a alimentação foram feitos: Gillis e Dabinett (1989) encontraram maior crescimento para pós-larvas de 2 mm alimentadas com um “mix” de três espécies em comparação com dieta unialgal ou duas algas pareadas; Parrish et al. (1998) observaram maior crescimento de juvenis alimentados com *I. galbana* e *Chaetoceros muelleri* em comparação a dieta mono específica. Milke, Bricelj e Parrish (2004) observaram que a dieta ótima para crescimento de juvenis é *Pavlova* sp./*C. muelleri* e quando foi fornecido *Pavlova* sp. ou *C. muelleri* sozinhas, houve diminuição no crescimento.

No LMM-UFSC, a larvicultura de *N. nodosus* é realizada em sistema estático em tanques de 6.000 L, utilizando água marinha

(salinidade entre 33 a 35‰) tratada (filtrada em 1  $\mu\text{m}$  e esterilizada por luz UV), temperatura ambiente (20 a 25  $^{\circ}\text{C}$ ) aeração suave e constante, troca de água a cada 24 ou 48 horas. A densidade utilizada na larvicultura é de 2 larvas. $\text{mL}^{-1}$ . A alimentação fornecida diariamente às larvas consiste de uma dieta mista de algas unicelulares diatomáceas (*C. calcitrans*) e flageladas (*I. galbana* e *Pavlova* sp.) em concentração de 0,5 a 3 x 10<sup>4</sup> células. $\text{mL}^{-1}$ . As peneiras utilizadas para seleção de tamanho são: 50, 60, 70, 90, 120 e 145  $\mu\text{m}$ , descartando sempre as larvas que não cresceram de um dia para o outro.

Quando as larvas ficam retidas na peneira de malha de 145  $\mu\text{m}$  (altura da concha entre 185 a 190  $\mu\text{m}$ ; segundo Rupp et al. 2005) é o sinal que as larvas de *N. nodosus* estão competentes para o assentamento. Outras características se tornam evidentes para indicar larvas pedivéligers: produção de muco; agrupamento; rastejamento com o pé em substrato; presença de pé extenso e ativo; filamentos branquiais desenvolvidos (BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989; HELM; BOURNE, 2004).

Após atingir a maturidade, as pedivéligers passam para sistemas de assentamento (fase chamada de “berçário em terra”). No LMM-UFSC, o assentamento é realizado em tanques cilíndricos de 2.500 L, onde estão dispostos coletores de netlon<sup>TM</sup> com folhas de *Pinus* sp. onde as larvas irão se fixar, em sistema estático. A densidade larval no início do assentamento é de 0,72 larvas. $\text{mL}^{-1}$  com a proporção de 10 mil larvas para cada coletor (SÜHNEL, 2008; ZANETTE et al., 2009). São fornecidas como alimento as diatomáceas *C. muelleri* e *C. calcitrans* e as flageladas *I. galbana* e *Pavlova* sp. na concentração de 3 a 12 x 10<sup>4</sup> células. $\text{mL}^{-1}$ . Os coletores, antes de serem utilizados para o assentamento, são mantidos cerca de 12 dias em tanques nas mesmas condições da larvicultura (alimento e troca de água) para formação de biofilme (ZANETTE et al., 2009; RUPP; THOMPSON; PARSONS, 2004).

Ao final da fase de “berçário em terra”, os coletores com as pré-sementes (altura da concha = 0,5 mm) aderidas são transferidos para o mar, sendo esta fase chamada de “berçário no mar” (RUPP et al., 2005). Para tal, um ou dois coletores (conforme a densidade) são inseridos no interior de sacos verdes de nylon (malha de 1 mm) e transferidos ao mar para então serem amarrados ao cabo do espinhel (“longline”). Após 5 a 7 semanas de imersão no mar (função da estação do ano), as sementes de aproximadamente 1 a 1,5 cm são destacadas dos coletores (RUPP, 2009).

Há laboratórios que mantêm pré-sementes de vieiras em berçários em terra, cultivando-as em sistemas de fluxo contínuo do tipo “raceways” até o tamanho de sementes (10 a 15 mm) para posteriormente serem transportadas para o mar, como é o caso de *P. maximus* produzido na Noruega (MAGNESEN, 2009) e *Euvola ziczac* (Linnaeus, 1758) e *A. gibbus* produzidas experimentalmente na Ilha de Berumudas (SARKIS, 2004). Entretanto, Rupp et al. (2005) observaram que pré-sementes de *N. nodosus* mantidas em berçário no mar (também chamado de “sea based nursery”) cresciam significativamente mais que aquelas mantidas no laboratório em terra. De acordo com Sühnel, Lagreze e Ferreira (2008), a fase de assentamento no laboratório deve ser de no mínimo 15 dias, após este período, foi observado decréscimo na quantidade de pré-sementes. Manter as sementes em berçários em terra é um processo caro, trabalhoso e demanda grandes volumes de microalgas.

Apesar da possibilidade de produção de sementes de pectinídeos em laboratório, consideráveis mortalidades podem ocorrer durante e após a fase de metamorfose (HELM; BOURNE, 2004). Pós-larvas são extremamente frágeis e a maior mortalidade parece ocorrer quando as conchas medem cerca de 0,5 mm de altura (BOURNE; HODGSON; WHYTE, 1989). Portanto, otimizar o crescimento e a taxa de assentamento nos coletores durante a produção de pré-sementes em laboratório é essencial para o estabelecimento de uma pectinicultura em escala industrial.

Enquadrado no Planejamento Estratégico do LMM-UFSC, com o objetivo de contribuir com a produção de pré-sementes da vieira *N. nodosus* em laboratório, este trabalho se propôs a estudar o tamanho e a taxa de recuperação de pré-sementes cultivadas durante a fase de assentamento em diferentes condições de: luminosidade; manejo; densidade larval e de coletores; regime de alimentação e; maturação dos reprodutores, sobre o número de pré-sementes fixas nos coletores e seu tamanho em sistema de assentamento em laboratório.

## **OBJETIVO**

### **Objetivo Geral**

Contribuir para o conhecimento de fatores que influenciam a fase de assentamento larval de *Nodipecten nodosus* em condições laboratoriais, como forma de auxiliar na otimização da produção de pré-sementes para o cultivo de vieiras no Brasil.

### **Objetivos Específicos**

Avaliar a quantidade e a altura das valvas de pré-sementes fixas nos coletores, cultivadas durante a fase de assentamento larval;

- em três diferentes condições luminosas (luz solar incidindo diretamente, ambiente de sombra, ambiente sem entrada de luz);
- realizando ou não a limpeza do tanque de assentamento durante o manejo de troca de água;
- utilizando três diferentes densidades larvais no momento de estocagem no tanque de assentamento, com diferentes proporções de coletores para o volume do tanque;
- alimentadas com diferentes dietas microalgais, concentrações e frequências na alimentação;
- obtidas a partir de reprodutores maturados em laboratório com e sem suplementação de astaxantina na dieta alimentar.

Factors affecting the hatchery spat production of the scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) in southern Brazil.

Yuri Bovi Morais Carvalho<sup>1,2</sup>, Jaime Fernando Ferreira<sup>2</sup>, Francisco da Silva<sup>2</sup>, Marisa Bercht<sup>2</sup>

1- Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, CCA, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

2- Laboratório de Moluscos Marinhos, Departamento de Aqüicultura, CCA, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

e-mail de contato: [imm@cca.ufsc.br](mailto:imm@cca.ufsc.br)

Autor responsável: Yuri Bovi Morais Carvalho

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aqüicultura, Rodovia Ademar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP: 88034-001, Florianópolis, SC, Brasil. Fone 55-48-33343441

e-mail de contato: [yuribovi@gmail.com](mailto:yuribovi@gmail.com)

Key words: scallop, *Nodipecten nodosus*, hatchery, spat

**Running title:** Hatchery spat production of the scallop *Nodipecten nodosus*

## ABSTRACT

To contribute to the spat production from *Nodipecten nodosus* in the laboratory, we evaluated the number and size of spat attached in collectors using different treatments during the larval settlement. It was no statistically difference in the amount and size of spat exposed to different degrees of light. There was no difference in the amount of spat cleaning or not the tank, however the size of the shell was higher ( $p < 0.05$ ) when it conducted the cleanup. We obtained a greater amount of spat and greater height ( $p < 0.05$ ) using high-density ( $1.42 \text{ larvae.mL}^{-1}$ ) in relation to densities of  $0.71$  and  $0.35 \text{ larvae.mL}^{-1}$ . We recorded no difference in the amount of spat with the type of food provided (*Chaetoceros muelleri* and *C. calcitrans* combined with *Isochrysis galbana* (ISO) and *Pavlova* sp. (PAV) or joints (MIX) or if the food was provided once or twice a day, but it was obtained larger spat ( $p < 0.01$ ) fed twice daily with MIX. It was found significantly more spat from breeding matured with astaxanthin (C / ASTA) when the evaluation was done on the 9th day, however there was no difference when the evaluation was done after 18 days, longer in relation to height, size of larvae and spats C / ASTA was significantly higher ( $p < 0, 05$ ). It was not possible to see difference in the amount or size of spat when shipped food concentration or double standard ( $3$  to  $12$  or  $6$  to  $24 \times 10^4 \text{ cels.mL}^{-1}$ ).

## INTRODUÇÃO

Na costa brasileira existem três espécies de pectinídeos com interesse para o cultivo: *Euvola* (= *Pecten*) *ziczac*, Linnaeus 1758; *Chlamys* (= *Aequipecten*) *tehuelchus*, D'Orbigny 1846; e *Nodipecten* (= *Lyropecten*) *nodosus*, Linnaeus 1758. Dentre estas, a vieira *N. nodosus* se destaca, sendo o maior dos pectinídeos registrados para o litoral brasileiro (Rios 1985). Está inclusa no grupo dos pectinídeos gigantes (Smith 1991) e apresenta grande potencial para aqüicultura, pois possui rápido crescimento e boa aceitação no mercado consumidor (Rupp 2009). Além do Brasil, Colômbia e Venezuela se esforçam para implantar cultivo comercial de *N. nodosus* (De La Roche, Marín, Freitas & Vélez 2002).

A vieira *N. nodosus* é encontrada em águas rasas do Caribe, sul das Grandes Antilhas, Ilhas Virgem, leste das Antilhas, leste da América Central, sul da Península de Yucatán, leste do Panamá até a Colômbia, Venezuela e, descontinuamente pelo Brasil até o Estado do Rio de Janeiro (RJ) (Smith 1991). Entretanto, seu limite meridional de distribuição é mais ao sul do que RJ, chegando a águas temperadas do Estado de Santa Catarina (SC) (Rupp & Parsons 2006). Em SC, sua ocorrência é conhecida para algumas ilhas nas cercanias da Ilha de Santa Catarina (Rupp *et al.* 2006).

Ao contrario do que acontece com a produção de *Patinopecten yessoensis* (Jay 1956) no Japão, que se baseia na captação natural de sementes (Gosling 2003), a coleta de sementes de *N. nodosus* em ambiente natural é insuficiente para ser usada como fonte de sementes para aqüicultura (Uriarte, Rupp & Abarca 2002). Portanto, a produção de sementes através de técnicas de laboratório é a única forma para sustentar o cultivo de *N. nodosus* no Brasil (Rupp & Parsons 2006).

No LMM-UFSC (Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina), a produção experimental de sementes de *N. nodosus* iniciou-se em 1992. O abastecimento de sementes foi o grande entrave para a produção comercial de vieiras em SC até 2005 (Oliveira Neto 2005). Em 2006, teve o início do cultivo em nível comercial de *N. nodosus* em SC, sendo passadas neste ano cerca de 122 mil pré-sementes para os maricultores da região, sendo que, ao final do mesmo ano, foram comercializadas 24 mil vieiras (altura da concha aproximada de 7 cm), o que representa 2 toneladas (Rupp, Oliveira Neto & Guzensky 2008). Em 2007, estima-se que mais de 300 mil sementes foram transferidas para o mar e a produção de vieiras para comercialização ultrapassou 3 toneladas (Rupp 2009).

Em “hatcheries”, a fase intermediária entre o cultivo em ambiente controlado e a engorda no mar é conhecida como “berçário” (Claus 1981). A primeira fase do berçário inclui o período de assentamento e metamorfose até aproximadamente 1 mm de altura das conchas, quando as pré-sementes são mantidas em tanques, usualmente aderidas a um coletor de monofilamento (Bourne, Hodgson & Whyte 1989).

O assentamento larval é um momento crítico no ciclo de vida de bivalves (Laing 1995). Consideráveis mortalidades podem ocorrer durante e após a fase de metamorfose (Helm & Bourne 2004). Pré-sementes de vieiras são extremamente frágeis, suas conchas se quebram e se desprendem dos coletores facilmente, tornando difícil a manipulação (Rupp, Parsons, Thompson & Bem 2005). Portanto, estudos relacionados a fase de assentamento larval são importantes para se otimizar a produção de pré-sementes em laboratório.

A interação de fatores bióticos, como tipo e quantidade de alimento (Gillis & Dabinett 1989; Coutteau & Sorgeloos 1992; Parrish, Wells, Yang & Dabinett 1998; Milke, Bricelj & Parrish 2004; Rupp, Thompson & Parsons 2004b), densidade larval no tanque de assentamento (Bourne *et al.* 1989) presença de biofilme no coletor (Parsons, Dadswell & Roff 1993; Pearce & Bourget 1996; Avedaño-Herrera, Riquelme, Silva, Avedaño & Irgang 2003; Rupp *et al.* 2004; Zanette, Ferreira, Silva, Pereira & Melo 2009) e fatores abióticos como luz (Ritchie & Menzel 1969; De La Roche, Louro & Roman 2005; Christophersen & Magnesen 2009) temperatura e salinidade (Rupp & Parsons 2004a), aeração ou agitação da água (Christophersen *et al.* 2009) podem explicar o padrão de assentamento larval em pectinídeos. A identificação dos fatores que afetam o sucesso neste estágio irá determinar um processo mais eficiente de produção de sementes em laboratório (Laing 1995).

Além dos fatores atuantes durante o assentamento, o estado nutricional dos reprodutores está diretamente relacionado com viabilidade das larvas geradas (Utting & Millican 1998; Farías-Molina 2001). A composição da dieta fornecida durante a maturação dos reprodutores em laboratório pode afetar o crescimento e a sobrevivência de larvas e pós-larvas provenientes destes reprodutores (Robinson 1992; Uriarte, Farías, Hernandez, Schäfer & Sorgeloos 2004; Barber & Blake 2006).

Como forma de contribuir com a produção de *N. nodosus* em laboratório, este trabalho se propôs a avaliar a taxa de recuperação e o tamanho de pré-sementes mantidas durante a fase de assentamento

larval sob diferentes condições de: luminosidade; limpeza do tanque e renovação da água; densidade larval e de coletores; regime de alimentação; adição de astaxantina na dieta de reprodutores maturados em laboratório.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no período de abril de 2008 à novembro de 2009, no Laboratório de Moluscos Marinhos, Universidade Federal de Santa Catarina (LMM-UFSC), Florianópolis, Brasil (27°35'S e 48°32'W). Os reprodutores de *N. nodosus* foram mantidos em cultivo na localidade de Canto Grande, município de Bombinhas, Santa Catarina (27°12'S e 48°30'W).

### Obtenção de larvas aptas para o assentamento

Para maturação e aclimação dos reprodutores, adultos de *N. nodosus* foram selecionados do cultivo em Bombinhas e transportados para o LMM-UFSC, onde foram mantidos no setor de maturação sob condições controladas de temperatura (19 a 21 °C) num fluxo contínuo de água do mar (1 L.min<sup>-1</sup>) filtrada (1 µm) e esterilizada por ultra-violeta e alimentação contínua, na razão de 1:1 de *I. galbana* e *C. muelleri*, na concentração entre 5 a 10 × 10<sup>4</sup> células.mL<sup>-1</sup> durante 15 dias. A indução a liberação dos gametas foi realizada de acordo com Rupp (1994), através do aumento gradual de temperatura (temperatura inicial = 21 °C; temperatura final = 26 °C), alternado com períodos sucessivos de “castigo” (exposição das vieiras ao ar durante alguns segundos). Foram utilizadas 30 vieiras adultas para cada desova (7 desovas no total). Previamente à desova, as valvas dos reprodutores foram escovadas para retirada de bioincrustação. A fertilização dos ovócitos ocorreu em balde de 20 L, dosando-se pequenas quantidades de espermatozóides sobre os ovócitos.

As larviculturas foram realizadas de acordo com a metodologia básica de Rupp (1994), adaptadas pelo LMM-UFSC (Zanette *et al.* 2009), em tanques cilíndricos de fibra de vidro (volume = 6.000 L), contendo água do mar (salinidade = 33 a 35 g.L<sup>-1</sup>) filtrada à 1µm e esterilizada por radiação ultra violeta.. Drenagem, renovação de água e limpeza dos tanques foi realizada diariamente. Os tanques foram providos com aeração constante e suave. Alimentação foi fornecida uma vez ao dia e consistiu de três espécies de microalgas (*Isochrysis galbana*, *Pavlova* sp., *Chaetoceros calcitrans*) na razão de 1:1:1, na

concentração inicial de 0,5 até  $3 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup> no final da larvicultura.

### **Preparação dos coletores**

Como substrato para o assentamento, foram utilizados coletores de netlon<sup>TM</sup> (altura = 140 cm; largura = 68 cm; peso = 100 g), normalmente empregados para este fim. Os coletores foram enrolados em forma de novelo com 10 g de folhas secas de *Pinus* sp. (Zanette *et al.* 2009) e um peso de chumbo para não flutuarem. Antes de serem utilizados no assentamento, os coletores foram maturados (criação do biofilme).

A maturação dos coletores foi realizada conforme Zanette *et al.* (2009) e consistiu em manter os coletores nas mesmas condições que a larvicultura (troca de água, aeração e alimentação microalgal) durante o mesmo período que a larvicultura. Previamente à maturação dos coletores, estes foram imersos em água doce contendo hipoclorito de sódio a 50 ppm durante 24 horas. Após isto, o cloro foi neutralizado com tiosulfato de sódio e lavado com água marinha filtrada e esterilizada.

### **Procedimento padrão para o assentamento**

Após a fase larval (12 dias), as pedivéligers retidas na malha de 145 µm foram transferidas para os tanques experimentais de assentamento. Antes de povoar os tanques de assentamento, foi retirada uma amostra (n = 30) para se medir a altura da concha (maior distância entre o umbo da larva e margem posterior da concha) no começo do experimento.

Os experimentos (exceto o Experimento 2 - TROCA ou NÃO TROCA) foram realizados em baldes de plástico com volume de 20 L (volume utilizado de 14 L). Os baldes foram povoados com 10 mil pedivéligers e um coletor de netlon<sup>TM</sup>. No Experimento 2, foram utilizados tanques de fibra de vidro de 2.500 L (altura = 1,5 m; volume utilizado de 2.100 L), povoados com 1,5 milhões de larvas e 150 coletores de netlon<sup>TM</sup>. Aeração contínua e suave foi fornecida através de uma pedra porosa. Os experimentos foram realizados em sistema estático. A densidade larval foi 0,72 larvas.mL<sup>-1</sup> e a proporção de 10 mil larvas para cada coletor foram mantidas padrão. A troca de água (salinidade de 35 g.L<sup>-1</sup>, filtrada em 1 µm e esterilizada por radiação

U.V.) e a limpeza dos tanques com suco de limão foram realizadas diariamente.

A alimentação foi fornecida uma vez ao dia com as diatomáceas: *C. muelleri* e *C. calcitrans*; e as flageladas: *I. galbana* e *Pavlova* sp.; na razão de 1:1:1:1. A concentração do alimento fornecido variou de 3 até  $12 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 1- Concentração das micro-algas fornecidas para *Nodipecten nodosus* durante a fase de assentamento larval, de acordo com o protocolo de produção do LMM-UFSC.

Dia do cultivo	<i>Pavlova</i> sp.	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	<i>Chaetoceros muelleri</i>	Concentração final ( $\times 10^4$ célula.mL <sup>-1</sup> )
0	0,75	0,75	0,75	0,75	3
1-3	0,825	0,825	0,825	0,825	3,3
4-6	0,875	0,875	0,875	0,875	3,5
7-8	1,25	1,25	1,25	1,25	5
9-11	1,75	1,75	1,75	1,75	7
12-16	2,5	2,5	2,5	2,5	10
17-18	3	3	3	3	12

Com a finalidade de diminuir a amplitude térmica (aquecimento durante o dia e esfriamento durante a noite) nos experimentos realizados em baldes, os mesmos foram colocados em calhas contendo água marinha trocada diariamente.

No Experimento 5 – ASTA foi colocado um aquecedor para manter a água da calha aquecida a 20 °C devido ao fato de que este experimento foi realizado no período de inverno e durante os dois primeiros dias de assentamento foram registradas temperaturas próximas a 11 °C (temperatura letal de acordo com Rupp & Parsons, 2004a).

### Experimento 1 – LUX. Recuperação de pré-sementes em diferentes condições luminosas

Foram testadas três iluminações em triplicata: tratamento “CLARO”, desenvolvido em ambiente com incidência direta de raios solares; tratamento “SOMBRA” foi realizado em ambiente de penumbra; tratamento “ESCURO”, onde o assentamento foi realizado na escuridão total (zero Lux), sendo as unidades experimentais deste

tratamento cobertas por uma lona preta para evitar entrada de luz durante a realização do experimento.

A luminosidade foi medida diariamente com um luxímetro em três momentos distintos do dia: de manhã (por volta das 8h) ao meio dia (por volta das 12h) e à tarde (por volta das 16h). A medição da luminosidade foi realizada em cima das unidades experimentais. O tratamento “ESCURO” foi exposto à luminosidade somente no momento de realizar o manejo de troca de água e alimentação.

## **Experimento 2 – TROCA DE TANQUE E RENOVAÇÃO DE ÁGUA. Recuperação de pré-sementes realizando diferentes manejos durante a troca/ renovação de água**

Foram testados dois tratamentos: (1) “TROCA” (tratamento controle, mesmo manejo realizado pelo LMM-UFSC); (2) “NÃO TROCA” (tratamento a ser testado).

Dos 150 coletores colocados em cada tanque de 2.500L, 70 coletores foram agrupados em estruturas de PVC com 5 andares (duas estruturas que cabiam 4 coletores por andar e uma estrutura que cabia 6 por andar), chamados de “COL PVC” e os 80 coletores restantes foram agrupados em dezesseis bolsas netlon, chamados de “COL BOLSA”.

No tratamento “TROCA”, semelhante ao procedimento padrão da produção do LMM-UFSC, os coletores foram transferidos, diariamente, para um tanque previamente limpo e cheio com água marinha tratada. Nos primeiros cinco dias de assentamento, as estruturas de PVC e bolsas foram invertidas a cada troca de tanque, de modo que os coletores próximos ao fundo do tanque iam para superfície e os que estavam na superfície iam para o fundo.

No tratamento “NÃO TROCA”, os coletores permaneceram no mesmo tanque do início ao fim do experimento sem limpeza do tanque e sem se mexer nos coletores (sem expô-los ao ar em nenhum momento). A renovação diária da água do tanque foi realizada de maneira contínua durante 45 minutos, adicionando-se água no tanque no mesmo fluxo ( $85,7 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) em que a água saía do tanque, de forma que a altura da coluna de água no tanque não subisse nem descesse. As larvas e pré-sementes retidas na malha da peneira ( $145 \mu\text{m}$ ) eram posteriormente recolocadas de volta ao tanque em cima dos coletores.

## **Experimento 3 – DENSIDADE. Recuperação de pré-sementes em diferentes densidades larvais e diferentes densidades de coletores**

Foram testadas três densidades larvais: 0,7 larvas.mL<sup>-1</sup> (10 mil larvas por unidade experimental, chamado de “PADRÃO”, a mesma densidade utilizada na produção do LMM-UFSC); 1,4 larvas.mL<sup>-1</sup> (20 mil larvas por unidade experimental, chamado de “DOBRO”) e 0,3 larvas.mL<sup>-1</sup> (5 mil larvas por unidade experimental, chamado de “METADE”).

Estas três densidades larvais foram testadas em duas densidades de coletores: um coletor por unidade experimental, tratamento chamado de “1COL”; e dois coletores por unidade experimental, chamado de “2COL”. Os seis tratamentos foram realizados em triplicata.

A concentração do alimento foi fornecida de acordo com a quantidade de larvas no início do experimento e baseada na densidade “PADRÃO” (de 3 a 12 × 10<sup>4</sup> células.mL<sup>-1</sup>), ou seja, para o tratamento “METADE” variou de 1,5 a 6 × 10<sup>4</sup> células.mL<sup>-1</sup> e para o tratamento “DOBRO” variou de 6 a 24 × 10<sup>4</sup> células.mL<sup>-1</sup>.

#### **Experimento 4 – ALIMENTAÇÃO 1. Recuperação de pré-sementes com diferentes regimes alimentares**

Foram testadas três dietas durante a fase de assentamento, todas dietas contendo duas espécies de diatomáceas, *C. calcitrans* e *C. muelleri*: dieta mista, chamada de “MIX” (*I. galbana* + *Pavlova* sp. + diatomáceas, na proporção de 1:1:1:1); dieta “ISO” (*I. galbana* + diatomáceas, na proporção de 2:1:1); dieta “PAV” (*Pavlova* sp. + diatomáceas, na proporção de 2:1:1). A concentração do alimento foi fornecida de acordo com a Tabela 1.

Estas dietas foram testadas fornecendo-as uma e duas vezes ao dia (tratamentos chamados de “1X” e “2X”, respectivamente), sendo a primeira alimentação oferecida às 11h e a segunda às 16h.

No tratamento “2X”, o alimento foi fornecido de acordo com o protocolo de produção, entretanto, pela tarde se fornecia novamente as microalgas na mesma concentração e proporção que a alimentação fornecida pela manhã. Ou seja, para o tratamento “2X” foi dado o dobro do alimento que na concentração padrão. Os tratamentos foram realizados em triplicata.

#### **Experimento 5 – ASTAXANTINA 1. Recuperação de pré-sementes após 9 e 18 dias de assentamento, provenientes de reprodutores maturados no laboratório com e sem suplementação de astaxantina**

Foram testados dois tratamentos: (1) “C/ASTA”, as larvas foram provenientes de ovócitos de reprodutores maturados no laboratório com dieta enriquecida de astaxantina proveniente da microalga *Haematococcus fluviatilis* seca, produzida comercialmente pela AquaFauna/BIO-MARINE<sub>INC</sub> com o nome de Algamac AST; (2) “S/ASTA”, as larvas foram provenientes de reprodutores maturados em laboratório com a mesma dieta fornecida para o outro tratamento, mas sem a adição de astaxantina.

Foram realizadas duas avaliações: uma com 9 e outra com 18 dias após o início do assentamento (chamados de “9D” e “18D”, respectivamente). Os tratamentos foram realizados em quadruplicata.

### **Experimento 6 – ASTAXANTINA 2, NOVO COLETOR. Recuperação de pré-sementes provenientes de reprodutores maturados no laboratório com e sem astaxantina, utilizando diferentes manejos durante a fase de assentamento**

Neste experimento avaliou-se, novamente, a recuperação de pré-sementes geradas por reprodutores maturados no laboratório com e sem adição de astaxantina na dieta (C/ASTA e S/ASTA, respectivamente).

Além deste fator, testou-se a colocação de um novo coletor no balde de assentamento no sétimo dia após o início do experimento (chamado de coletor “SECUNDÁRIO”) e o coletor que estava desde o início do assentamento foi colocado em um novo balde (chamado de coletor “INICIAL”). Este tratamento (colocar novo coletor no sétimo dia de assentamento, chamado de “COM TROCA DE COLETORES”) foi comparado com o controle, chamado de “PADRÃO” no qual o coletor permaneceu sem ser trocado do início ao fim do experimento, como no procedimento padrão. Cada tratamento foi realizado em triplicata.

### **Experimento 7 - ALIMENTAÇÃO 2. Recuperação de pré-sementes com diferentes regimes alimentares**

Foram avaliados três regimes de alimentação: Tratamento “PADRÃO”, o alimento foi fornecido uma vez ao dia na concentração de  $3 \text{ até } 12 \times 10^4 \text{ células.mL}^{-1}$ ; Tratamento “DOBRO INTEIRO”, o alimento foi fornecido uma vez ao dia na concentração de  $6 \text{ a } 24 \times 10^4 \text{ células.mL}^{-1}$ ; “DOBRO METADE”, o alimento foi fornecido na mesma concentração que o tratamento “DOBRO INTEIRO”, entretanto metade do alimento foi fornecido pela manhã (11h) e a outra metade foi fornecida a tarde (16h). Cada tratamento foi realizado em triplicata.

## Avaliação

Os experimentos foram avaliados no 18° dia de assentamento (exceto para 5° Experimento, ASTA 1, em que também foi realizada avaliação no 9° dia).

Para a quantificação, as pré-sementes foram destacadas dos coletores, com auxílio de jatos de água suave e pincel macio, e então, armazenadas em etanol 70% para posterior contagem em microscópio. A contagem de pré-sementes foi realizada microscópio binocular utilizando uma câmara de Sedgwick–Rafter para este fim.

No 2° experimento (“TROCA ou NÃO TROCA”), o único realizado em tanques de 2.500 L, foram avaliados 10 coletores inseridos na estrutura de PVC (5 da superfície, chamado de “COL PVC SUP” e 5 do fundo, chamado “COL PVC FUNDO”) e 5 coletores inseridos na bolsa de netlon™ (“COL BOLSA”). No entanto, no tratamento “TROCA”, como foi realizada a virada das estruturas de PVC contendo os coletores, calculou-se a média das pré-sementes recuperadas nos coletores do fundo e superfície (“COL PVC”).

A porcentagem de pré-sementes (taxa de recuperação ou de assentamento = TR) foi calculada em função do número inicial de larvas por coletor, no momento do povoamento.

$$TR = \frac{\text{Número médio de pré-sementes por coletor}}{\text{Número de larvas inicialmente estocadas}} \times 100$$

O tamanho médio (altura da concha = maior distância entre o umbo e o lado oposto da valva) das pré-sementes (n = 30) foi medido com auxílio de micrometro ocular ( $\pm 0,01$ ). A característica utilizada para identificar uma pré-semente durante a contagem no microscópio foi a presença de dissoconcha.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi utilizado o programa estatístico XLSTAT Pro-7.5. Para os experimentos LUX, ASTA 1, ASTA 2 e ALIMENTAÇÃO 2 se realizou ANOVA unifatorial. Para o experimento TROCA DE TANQUE E RENOVAÇÃO DE ÁGUA se fez teste Kruskal-Wallis. No experimento ASTA 1 se fez uma ANCOVA para comparar o tamanho das pré-sementes com tamanho larval inicial diferentes. No experimento DENSIDADE e ALIMENTAÇÃO 1 se fez uma ANOVA bifatorial.

Quando se encontrou diferença estatística se realizou teste de Tukey. Realizou-se o teste de Bartlett para se verificar a homogeneidade das variâncias antes de realizar as comparações paramétricas. Considerou-se diferença estatística quando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

### Experimento 1 – LUX

As temperaturas (média  $\pm$  desvio padrão) da água nos baldes foram:  $17,7 \pm 1,6$  °C;  $18,1 \pm 1,5$  °C;  $19,1 \pm 1,4$  °C, para os tratamentos “CLARO”, “SOMBRA” e “ESCURO”, respectivamente. A luminosidade média no tratamento “CLARO” pela manhã foi  $494,73 \pm 336,1$  Lux; ao meio dia foi  $1.296,85 \pm 918,8$  Lux e pela tarde foi  $1.470,25 \pm 2.459,2$  Lux. No tratamento “SOMBRA”, a luminosidade pela manhã foi  $72,02 \pm 31,54$  Lux; ao meio dia foi  $135,02 \pm 58,8$  Lux e pela tarde foi  $119,58 \pm 150,5$  Lux.

A quantidade (média  $\pm$  desvio padrão) de pré-sementes por coletor (Figura 1) e a taxa de recuperação no tratamento “CLARO” foi  $4.195,3 \pm 374,7$  (42%); no tratamento “SOMBRA” foi  $3.706 \pm 885$  (37%) e no tratamento “ESCURO” foi obtido  $3.335 \pm 558,7$  (33%).

A altura (média  $\pm$  desvio padrão) das larvas no estágio Pediveliger no início do experimento foi  $185,77 \pm 5,8$   $\mu$ m e das pré-sementes após 18 dias de assentamento foi:  $699,03 \pm 67,6$   $\mu$ m;  $668,9 \pm 15,7$   $\mu$ m;  $716,8 \pm 29,2$   $\mu$ m, para os tratamentos “CLARO”, “SOMBRA” e “ESCURO”, respectivamente.

Não foi possível detectar diferença estatística significativa na altura das pré-sementes nem na quantidade de pré-sementes cultivadas sob diferentes condições luminosas.

### Experimento 2 – TROCA DE TANQUE E RENOVAÇÃO DE ÁGUA

A temperatura (média  $\pm$  desvio padrão) nos tanques de assentamento foi  $24,1 \pm 1$  °C.

A quantidade (média  $\pm$  desvio padrão) de pré-sementes recuperadas no tratamento “TROCA” no “COL PVC” foi  $1.190,29 \pm 332,9$  e no “COL BOLSA” foi de  $947,4 \pm 432,7$ . No tratamento “NÃO TROCA” no “COL PVC”, a quantidade de pré-sementes recuperadas foi

de  $1.163,2 \pm 835,6$  (sendo que, “COL PVC SUP” =  $1.632,6 \pm 816,53$  pré-sementes; “COL PVC FUNDO” =  $693,8 \pm 594,6$  pré-sementes) e no “COL BOLSA” obteve-se  $497,6 \pm 395,6$ .

As variâncias não foram homogêneas ( $p < 0,034$ ) (teste de Bartlett). Não foi encontrada diferença estatística (teste de Kruskal Wallis) na recuperação de pré-sementes do “COL BOLSA” e “COL PVC”, nem entre o “FUNDO” e “SUP”, e nem entre os tratamentos “TROCA” e “NÃO TROCA” (Figura 2).

Com relação ao tamanho das pré-sementes, a altura (média  $\pm$  desvio padrão) no tratamento “TROCA” no “COL PVC” foi  $1.387,95 \pm 150 \mu\text{m}$  e no “COL BOLSA” foi  $1.336 \pm 219 \mu\text{m}$ . No tratamento “NÃO TROCA” no “COL PVC” foi de  $903 \pm 149 \mu\text{m}$  e no “COL BOLSA” foi  $873 \pm 161 \mu\text{m}$ .

Com relação à altura, a variância não foi homogênea entre os tratamentos ( $p < 0,0001$ ) (teste de Cochran-Cox) e foi encontrada diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) (Figura 3), sendo que as pré-sementes do tratamento “TROCA” apresentaram um incremento médio de 53% na altura com relação ao tratamento “NÃO TROCA”. Não se encontrou diferença estatística na altura das pré-sementes comparando “COL BOLSA” e “COL PVC”.

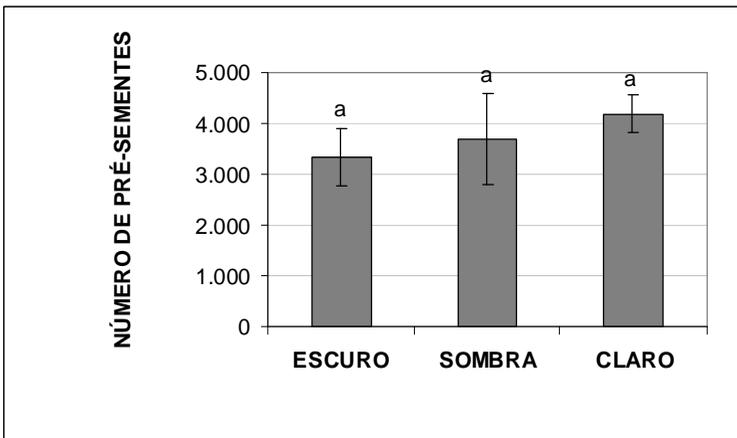


Figura 1- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes cultivadas em diferentes condições luminosas. ESCURO: ambiente sem entrada de luz; SOMBRA: ambiente de penumbra, CLARO: ambiente com incidência direta de raios solares.

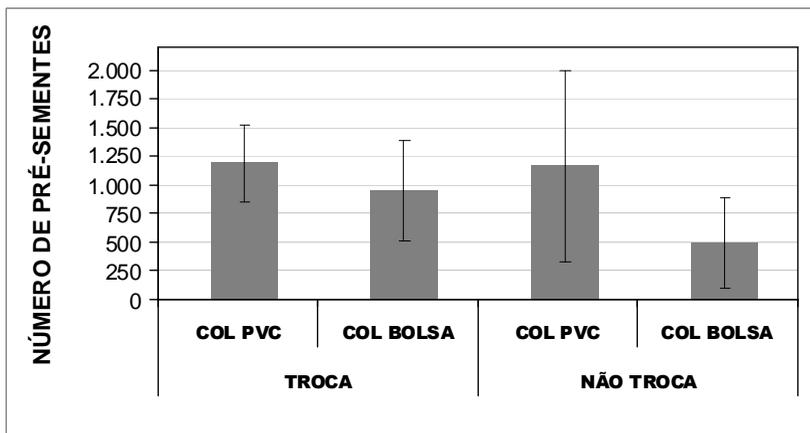


Figura 2- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas nos coletores inseridos em estruturas de PVC (COL PVC) e coletores inseridos em bolsas (COL BOLSA) dos tratamentos TROCA e NÃO TROCA (com limpeza do tanque e sem limpeza do tanque, respectivamente).

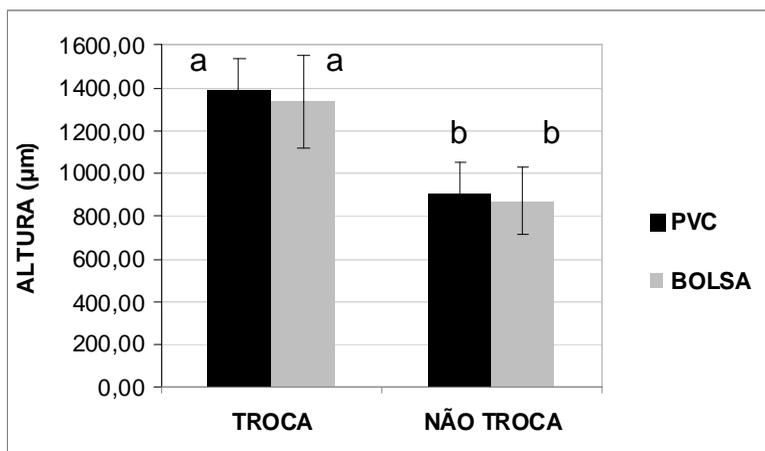


Figura 3- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes dos coletores inseridos na estrutura de PVC (PVC) e coletores inseridos na bolsa (BOLSA), dos tratamentos TROCA e NÃO TROCA (com limpeza do tanque e sem limpeza do tanque, respectivamente). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Experimento 3 – DENSIDADE

A temperatura (média  $\pm$  desvio padrão) da água durante o experimento foi de  $25,61 \pm 0,9$  °C.

A quantidade total (média  $\pm$  desvio padrão) de pré-sementes recuperadas e taxa de recuperação no tratamento “DOBRO” utilizando “2COL” foi de  $533,33 \pm 147$  (2,7%) e utilizando “1COL” foi de  $353 \pm 93,8$  (1,77%). Na densidade “PADRÃO” com “2COL” obteve-se  $270 \pm 45,9$  (2,7%) e com “1COL”  $216 \pm 78,1$  (2,16%). Na densidade “METADE” utilizando “2COL” obteve-se  $153,3 \pm 72,9$  (3,07%) e com “1COL” foi recuperado  $134,33 \pm 27,2$  pré-sementes (2,7%).

Foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na quantidade de pré-sementes recuperadas utilizando diferentes densidades larvais (“DOBRO” > “PADRÃO” > “METADE”) (Tabela 2), mas não se encontrou diferença com relação à quantidade de coletores (“1COL” = “2COL”). A taxa de recuperação (%) não diferiu entre os tratamentos. O tratamento “DOBRO 2COL” (“a”) obteve quantidade significativamente maior de pré-sementes que nos demais tratamentos, exceto quando comparado com o tratamento “DOBRO 1 COL” (“ab”) (Figura 4).

Com relação ao tamanho das pré-sementes, a altura (média  $\pm$  desvio padrão) no tratamento “DOBRO” com “2COL” foi  $955,54 \pm 239,7$   $\mu\text{m}$  e com “1COL” foi  $1.137,36 \pm 249,9$   $\mu\text{m}$ . No tratamento “PADRÃO” com “2COL” a altura foi  $863,24 \pm 167,3$   $\mu\text{m}$  e com “1COL” foi  $1.065,37 \pm 182,3$   $\mu\text{m}$ . No tratamento “METADE” com “2COL” a altura foi  $778,97 \pm 212,8$   $\mu\text{m}$  e com “1COL” foi  $921,62 \pm 182,1$   $\mu\text{m}$ . A altura das pré-sementes diferiu significativamente com relação à densidade larval (Tabela 3) e com relação à quantidade de coletores ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4), sendo altura maior no tratamento “DOBRO” seguido por “PADRÃO” e menor altura na densidade “METADE” e utilizando 1 coletor gerou pré-sementes maiores que utilizando 2 coletores (Figura 5).

Tabela 2- Teste de Tukey para o quantidade de pré-sementes obtidas com diferentes densidades de larvais (DOBRO = 1,4 larvas.mL<sup>-1</sup>; PADRÃO = 0,7 larvas.mL<sup>-1</sup>; METADE = 0,3 larvas.mL<sup>-1</sup>). Intervalo de confiança de 95%.

Tratamento	Diferença	Diferença	Valor	Pr. >	Significância
		padrão	crítico	Diff	
<b>DOBRO~ METADE</b>	299,333	6,008	2,668	0,0002	SIM
<b>DOBRO PADRÃO</b>	~ 200,167	4,018	2,668	0,0045	SIM
<b>PADRÃO METADE</b>	~ 99,167	1,991	2,668	0,1569	NÃO

*Valor crítico de Tukey:* 3,773

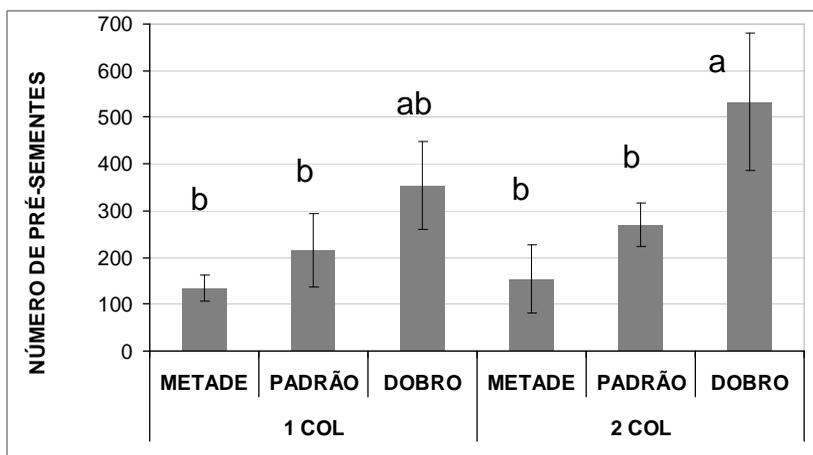


Figura 4- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade total de pré-sementes obtidas utilizando diferentes densidades larvais (METADE = 0,3 larvas.mL<sup>-1</sup>, PADRÃO = 0,7 larvas.mL<sup>-1</sup>, DOBRO = 1,4 larvas.mL<sup>-1</sup>) com 1 e 2 coletores por balde (1COL e 2COL, respectivamente). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3- Teste Tukey para a altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes cultivadas em diferentes densidades larvais. Intervalo de confiança de 95%.

<b>Tratamento</b>	<b>Diferença</b>	<b>Diferença</b>	<b>Valor</b>	<b>Pr. &gt;</b>	<b>Significância</b>
		<b>padrão</b>	<b>crítico</b>	<b>Diff</b>	
<b>DOBRO ~ METADE</b>	197,978	8,971	2,350	<0,0001	SIM
<b>DOBRO ~ PADRÃO</b>	83,168	3,758	2,350	0,001	SIM
<b>PADRÃO ~ METADE</b>	114,810	5,187	2,350	<0,0001	SIM

*Valor crítico de Tukey:* 3,324

Tabela 4- Teste Tukey para altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes cultivadas utilizando 1 ou 2 coletores por balde de 14 L (“1COL” e “2COL”). Intervalo de confiança de 95%.

<b>Tratamento</b>	<b>Diferença</b>	<b>Diferença</b>	<b>Valor</b>	<b>Pr. &gt;</b>	<b>Significância</b>
		<b>padrão</b>	<b>crítico</b>	<b>Diff</b>	
<b>1COL ~ 2COL</b>	176,908	9,799	1,964	<0,0001	SIM

*Valor crítico de Tukey:* 2,778

#### **Experimento 4 – ALIMENTAÇÃO 1**

A temperatura (média  $\pm$  desvio padrão) da água durante o experimento foi de  $21,7 \pm 1,3$  °C. A altura (média  $\pm$  desvio padrão) da concha das larvas no início do experimento foi de  $188,87 \pm 8,4$   $\mu\text{m}$ .

A quantidade (média  $\pm$  desvio padrão) e a taxa de recuperação no tratamento “PAV” dando o alimento “1X” foi de  $6.520,67 \pm 1.426,4$

(65,2%) e “2X” foi de  $7.324,33 \pm 795,5$  (73%). Para o tratamento “MIX” alimentando “1X” obteve-se  $7.310,33 \pm 1.000,7$  (73,1%) e “2X” obteve-se  $6.512,67 \pm 1.413,3$  (65,12%). Para o tratamento “ISO” alimentando “1X” obteve-se  $5.267 \pm 1.132,9$  (52,67%) e “2X” obteve-se  $4.888,33 \pm 610,1$  (48,88%).

O tipo de alimento e a quantidade de vezes que este foi fornecido não tiveram efeito significativo na quantidade de pré-sementes recuperadas (Figura 6).

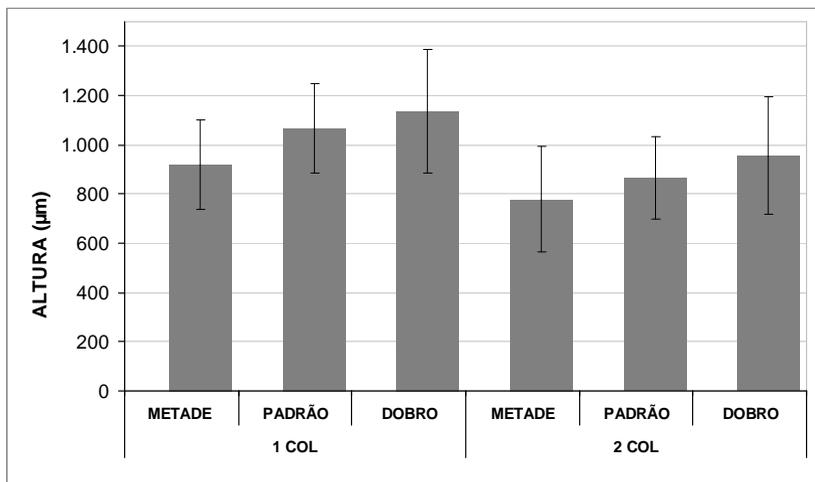


Figura 5- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes cultivadas sob diferentes densidades larvais (METADE =  $0,3 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , PADRÃO =  $0,7 \text{ larvas.mL}^{-1}$ , DOBRO =  $1,4 \text{ larvas.mL}^{-1}$ ) com 1 e 2 coletores por balde (1 COL e 2 COL, respectivamente). As letras indicam diferença significativa. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

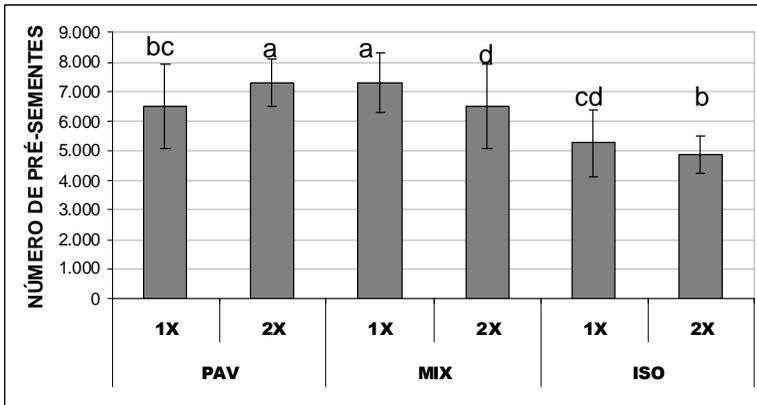


Figura 6- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas alimentadas uma e duas vezes ao dia (1X e 2X, respectivamente), com diferentes dietas microalgais: PAV = *Pavlova* sp. (50%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); MIX = *I. galbana* (25%) *Pavlova* sp. (25%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); ISO = *Isochrysis galbana* (50%) + *Chaetoceros muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%).

Com relação ao tamanho, a altura (média  $\pm$  desvio padrão) das pré-sementes (Figura 7) no tratamento “PAV” “1X” foi de  $684,11 \pm 147,5 \mu\text{m}$  e “2X” foi de  $750,13 \pm 155 \mu\text{m}$ . No tratamento “MIX” “1X” a altura foi de  $724,64 \pm 137,5 \mu\text{m}$  e “2X” foi de  $807,19 \pm 165 \mu\text{m}$ . No tratamento “ISO” quando se forneceu alimento “1X”, altura das pré-sementes foi de  $547,97 \pm 115 \mu\text{m}$  e quando se forneceu o alimento no “2X” foi de  $482,83 \pm 105 \mu\text{m}$ .

A dieta alimentar teve efeito significativo ( $p < 0,0001$ ) na altura das pré-sementes, sendo o tratamento “MIX” a dieta em que se obteve o maior tamanho (altura média =  $765,9 \mu\text{m}$ ), seguido pelo tratamento “PAV” (média =  $717,12 \mu\text{m}$ ). O menor crescimento foi obtido com “ISO” (altura média =  $515,4 \mu\text{m}$ ).

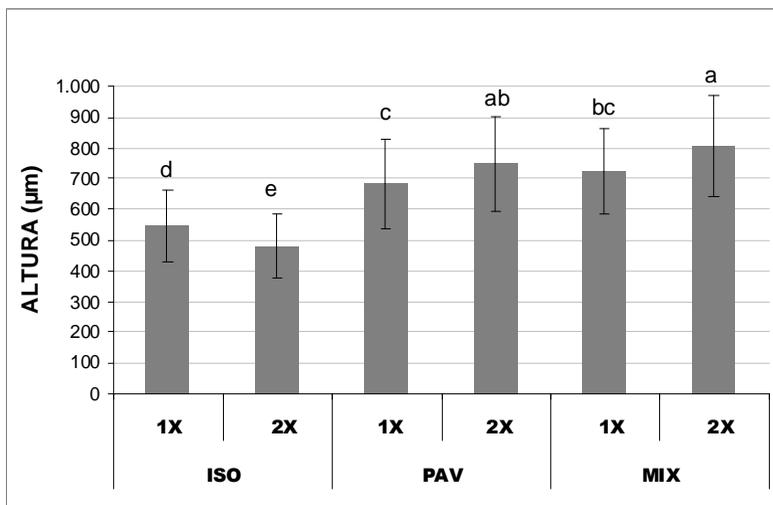


Figura 7- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes alimentadas uma e duas vezes ao dia (1X e 2X), com diferentes dietas microalgais: ISO = *Isochrysis galbana* (50%) + *Chaetoceros muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); PAV = *Pavlova* sp. (50%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%); ISO/PAV = *I. galbana* (25%) *Pavlova* sp. (25%) + *C. muller* (25%) + *C. calcitrans* (25%). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Não se encontrou diferença estatística na altura das pré-sementes fornecendo o alimento uma “1X” ou “2X”. Entretanto, encontrou-se interação significativa entre a dieta microalgal e quantas vezes a alimentação é oferecida ( $p < 0,0001$ ). Quando fornecido “MIX” e “PAV”, obteve-se crescimento significativamente maior alimentando “2X” e, quando fornecido “ISO”, maior tamanho foi obtido alimentando “1X”.

### Experimento 5 – “ASTA” 1

As alturas (média  $\pm$  desvio padrão) das larvas “C/ASTA” e “S/ASTA” no início do assentamento foram, respectivamente,  $191,37 \pm 9,8 \mu\text{m}$  e  $183,87 \pm 6,2 \mu\text{m}$ . Foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na altura inicial das larvas (“C/ASTA” > “S/ASTA”).

No tratamento “C/ASTA T9”, a quantidade (média  $\pm$  desvio padrão) de pré-sementes por coletor e a taxa de recuperação foi de 8.824

$\pm 553,6$  (88,24%) e no “C/ASTA T18” obteve-se  $7.554,25 \pm 912,2$  (75,54%). A altura (média  $\pm$  desvio padrão) das pré-sementes no “C/ASTA T9” foi  $347,5 \pm 70,72 \mu\text{m}$  e no “C/ASTA T18” foi  $667,5 \pm 132,5 \mu\text{m}$

No tratamento “S/ASTA T9”, a quantidade de pré-sementes foi de  $7.068,75 \pm 621,9$  (70,68%) e no “S/ASTA T18” obteve-se  $8.269 \pm 1.431,8$  (82,69%). A altura das pré-sementes no “S/ASTA T9” foi de  $345 \pm 55 \mu\text{m}$  e no “S/ASTA T18” foi de  $657,5 \pm 195 \mu\text{m}$ .

Com relação à quantidade de pré-sementes recuperadas, a única diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi entre os tratamentos “C/ASTA T9” e “S/ASTA T9” (Figura 8). No tratamento “C/ASTA T9” obteve-se 23% a mais pré-sementes que no “S/ASTA T9”. Com relação à altura das pré-sementes, a maturação dos reprodutores não exerceu efeito significante (Figura 9).

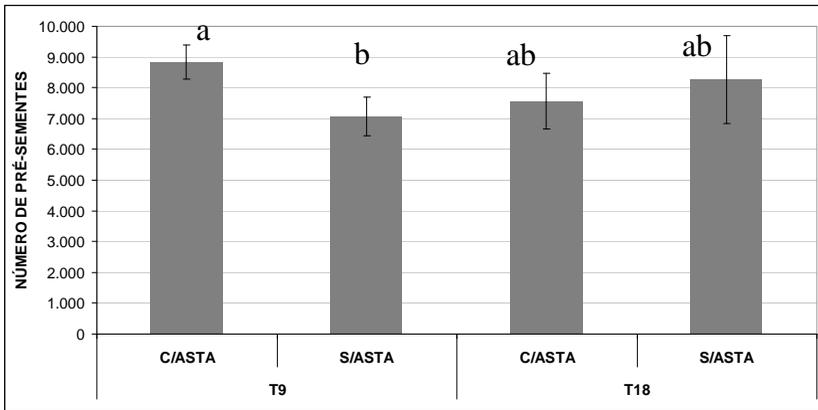


Figura 8- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas no 9° e 18° dia de assentamento (T9 e T18), provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

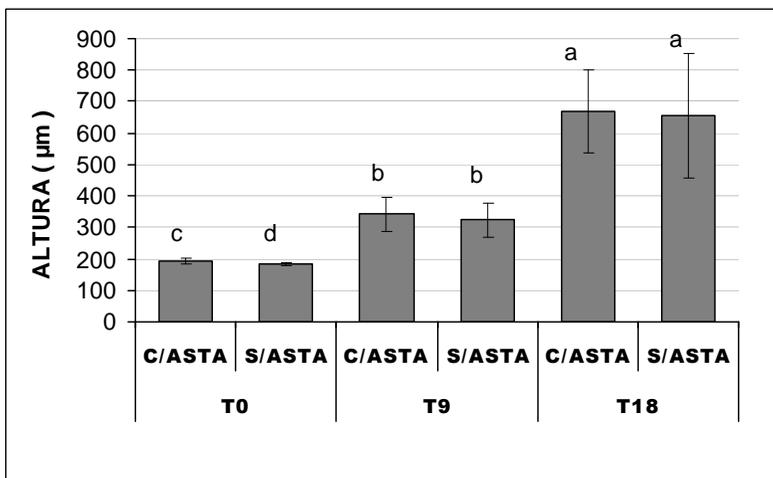


Figura 9- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das larvas no início do experimento (T0) e pré-sementes recuperadas no 9° e 18° dia de assentamento (T9 e T18) provenientes de reprodutores maturados em laboratório com e sem adição de astaxantina na dieta (C/ASTA e S/ASTA). As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Experimento 6 – “ASTA” – 2, NOVO COLETOR

A temperatura (média  $\pm$  desvio padrão) da água durante o experimento foi de  $18,4 \pm 2,2$  °C. A altura (média  $\pm$  desvio padrão) das larvas “S/ASTA” e “C/ASTA” foram, respectivamente,  $177,2 \pm 14$   $\mu\text{m}$  e  $182,9 \pm 15,4$   $\mu\text{m}$  (sem diferença estatística).

A quantidade (média  $\pm$  desvio padrão) de pré-sementes (Figura 10) e a taxa de recuperação no tratamento “PADRÃO C/ASTA” foi de  $3.121,3 \pm 533$  (31,21%), para o “PADRÃO S/ASTA” foi de  $4.027 \pm 472,2$  (40,3%). A quantidade de pré-sementes obtidas no “INICIAL C/ASTA” foi de  $2.307 \pm 332,9$  (23%) e para o “INICIAL S/ASTA” foi de  $2.794 \pm 524,2$  (28%). O número de pré-sementes obtido no tratamento “SECUNDÁRIO C/ASTA” foi de  $828,7 \pm 218,1$  (8,3%) e no “SECUNDÁRIO S/ASTA” obteve-se  $1.374 \pm 137$  (13,7%). O total de pré-sementes fixas nos dois coletores (“INICIAL” + “SECUNDÁRIO”) providas de reprodutores maturados (“C/ASTA” foi de  $3.135,7 \pm 192$  (31,4%) e para “S/ASTA” foi de  $4.168 \pm 647,5$  (41,7%).

Não se encontrou diferença significativa na quantidade de pré-sementes se estas provinham de reprodutores maturados “C/ASTA” ou “S/ASTA”. Não se encontrou diferença entre o número de pré-sementes

recuperadas fazendo a soma do que foi recuperado no coletor “INICIAL” + “SECUNDÁRIO” comparado com o tratamento “PADRÃO”. Encontrou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na quantidade de pré-sementes fixas no coletor “INICIAL” e “SECUNDÁRIO”. Foi observado que 70% das pré-sementes assentaram no coletor “INICIAL” e 30% das larvas assentaram no coletor “SECUNDÁRIO”.

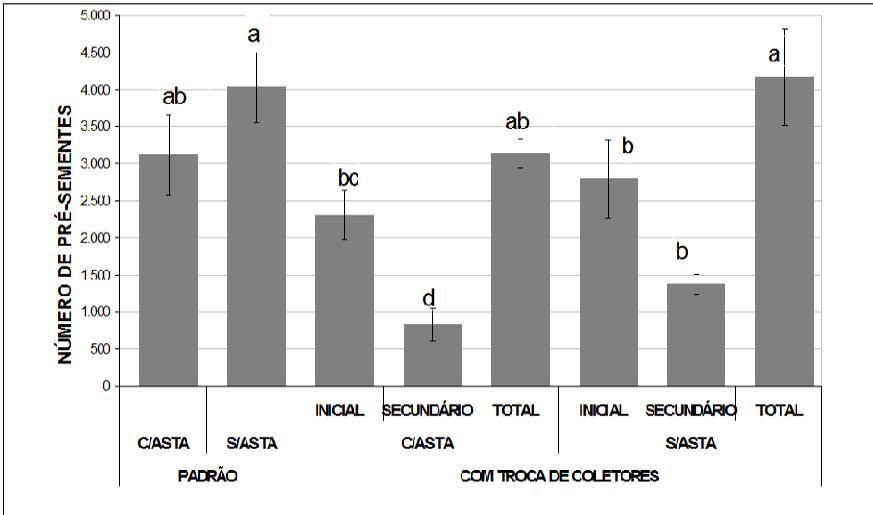


Figura 10- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA). “PADRÃO”= coletor permanece do início ao fim para as 10.000 larvas. “COM TROCA DE COLETORES”, coletor “INICIAL” é colocado a disposição das larvas do início ao 7º dia de experimento e então é colocado o coletor “SECUNDÁRIO” é disponibilizado para as larvas que não assentaram até 7º dia. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A altura média das pré-sementes (Figura 11) no tratamento “PADRÃO C/ASTA” foi de  $511,8 \pm 108,3 \mu\text{m}$  e “PADRÃO S/ASTA” foi de  $483,4 \pm 116,5 \mu\text{m}$ . No coletor “INICIAL C/ASTA” a altura foi de  $565,4 \pm 109,5 \mu\text{m}$  e “INICIAL S/ASTA” foi de  $536,7 \pm 106,8 \mu\text{m}$ . No coletor “SECUNDÁRIO C/ASTA” a altura foi de  $425,3 \pm 102,5 \mu\text{m}$  e no “SECUNDÁRIO S/ASTA” foi de  $409,4 \pm 82,8 \mu\text{m}$ .

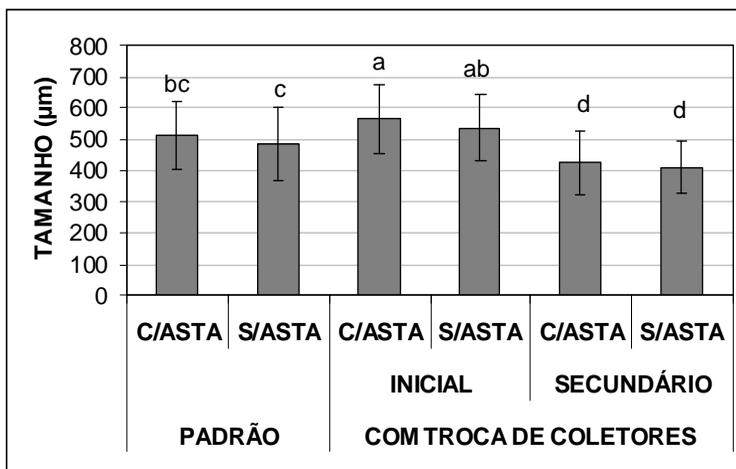


Figura 11- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes provenientes de reprodutores maturados com e sem astaxantina (C/ASTA e S/ASTA, respectivamente). “PADRÃO” = coletor fica no mesmo balde do início ao fim do experimento. “COM TROCA DE COLETORES” = coletor “INICIAL” fica do início ao 7<sup>o</sup> dia de assentamento e “SECUNDÁRIO” é o coletor colocado a partir do 7<sup>o</sup> dia de assentamento. As letras indicam a classificação das médias segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O tamanho das pré-sementes dos tratamentos “C/ASTA” e “S/ASTA” diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5.), sendo o tratamento “C/ASTA” (média = 500,8  $\mu\text{m}$ ) significativamente superior ao “S/ASTA” (média = 476,481  $\mu\text{m}$ ). O tamanho das pré-sementes foi significativamente diferente para os coletores “INICIAL” (média = 551,028  $\mu\text{m}$ ), “PADRÃO” (média = 497,611  $\mu\text{m}$ ) e “SECUNDÁRIO” (média = 417,347  $\mu\text{m}$ ) (Tabela 6).

Tabela 5- Teste de Tukey comparando a altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-ementes provenientes de reprodutores maturados com e sem adição de astaxantina (“C/ASTA” e “S/ASTA”). Intervalo de confiança de 95%.

<b>Tratamento</b>	<b>Diferença</b>	<b>Diferença</b>	<b>Valor</b>	<b>Pr.</b>	<b>&gt; Significância</b>
		<b>padrão</b>	<b>crítico</b>	<b>Diff</b>	
<b>C/ASTA</b>	~ 24,361	2,698	1,964	0,007	SIM
<b>S/ASTA</b>					
<i>Valor crítico de Tukey:</i>		2,778			

Tabela 6- Teste de Tukey comparando a altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-ementes obtidas no coletor que foi colocado no início do experimento (“INICIAL”) e no coletor que foi colocado a partir do 7º dia de assentamento (“SEC”) e para o coletor que ficou do início ao fim do assentamento (“PADRÃO”). Intervalo de confiança de 95%.

<b>Tratamento</b>	<b>Diferença</b>	<b>Diferença</b>	<b>Valor</b>	<b>Pr.</b>	<b>&gt; Significância</b>
		<b>Padrão</b>	<b>crítico</b>	<b>Diff</b>	
<b>INICIAL~ SEC</b>	133,681	12,087	2,350	<0,0001	SIM
<b>INICIAL~ PADRÃO</b>	53,417	4,830	2,350	<0,0001	SIM
<b>PADRÃO~ SEC</b>	80,264	7,257	2,350	<0,0001	SIM
<i>Valor crítico de Tukey:</i>		3,324			

## Experimento 7 – ALIMENTAÇÃO 2

A altura média das larvas no início do experimento foi  $182,8 \pm 9 \mu\text{m}$ . A temperatura média da água durante o experimento foi  $20,4 \pm 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A quantidade média de pré-sementes (Figura 12) obtidas por coletor e a taxa de recuperação no tratamento “PADRÃO” foi de  $5.030 \pm 649,1$  (50,3%); no tratamento “DOBRO INTEIRO” foi de  $4.744 \pm 345,1$  (47,4%); no tratamento “DOBRO METADE” foi de  $5.263,3 \pm 348,2$  (52,6%).

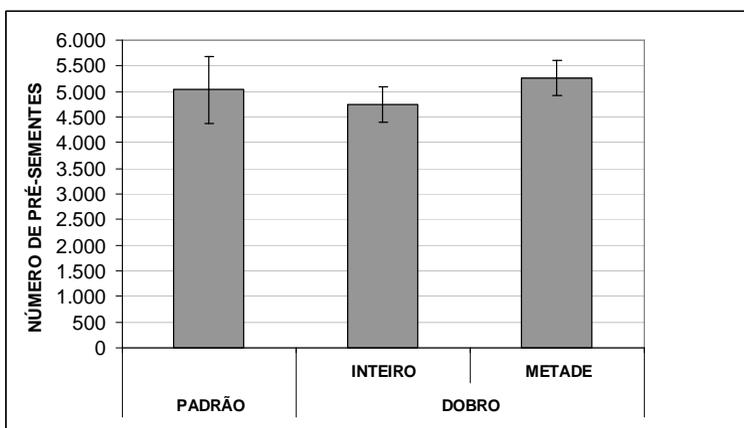


Figura 12- Média  $\pm$  desvio padrão da quantidade de pré-sementes obtidas com diferentes tratamentos de alimentação. PADRÃO: alimento fornecido uma vez ao dia na concentração de  $3 \text{ a } 12 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>. DOBRO: alimento fornecido na concentração de  $6 \text{ a } 12 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>, sendo que no INTEIRO, o alimento foi fornecido uma vez ao dia e no METADE, fornecido em dois momentos (as 10h e as 16h).

A altura média das pré-sementes (Figura 13) no tratamento “PADRÃO” foi de  $661,7 \pm 150 \mu\text{m}$ , no tratamento “DOBRO INTEIRO” foi de  $642,5 \pm 157,6 \mu\text{m}$  e n

Não se encontrou diferença significativa com relação à quantidade de pré-sementes recuperadas nem com relação ao tamanho das pré-sementes alimentadas com diferentes concentrações

(“PADRÃO”, “DOBRO INTEIRO” e “DOBRO METADE”). O tratamento “DOBRO METADE” foi de  $619,4 \pm 143,2 \mu\text{m}$ .

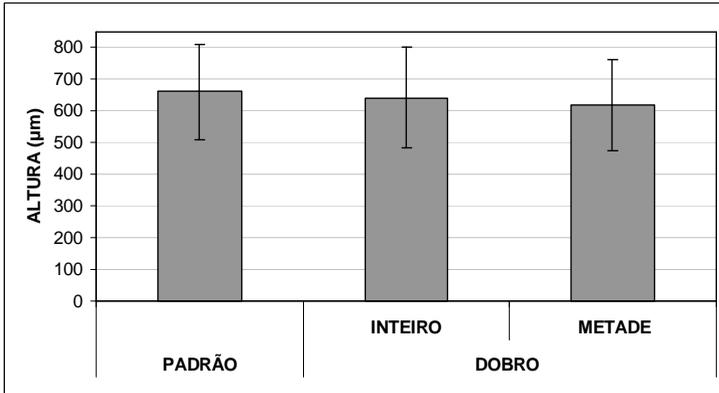


Figura 13- Média  $\pm$  desvio padrão da altura ( $\mu\text{m}$ ) das pré-sementes com diferentes tratamentos de alimentação. PADRÃO: alimento fornecido uma vez ao dia na concentração de  $3 \text{ a } 12 \times 10^4 \text{ células.mL}^{-1}$ . DOBRO: alimento fornecido na concentração de  $6 \text{ a } 12 \times 10^4 \text{ células.mL}^{-1}$ , sendo que o INTEIRO, alimento fornecido uma vez ao dia e o METADE, fornecido em dois momentos (as 10h e as 16h).

## DISCUSSÃO

Taxas de assentamento (i.e. quantidade de pré-sementes recuperadas em relação ao número de larvas inicialmente estocadas) consideradas regulares pelo LMM-UFSC estão em torno de 30%, ou seja, de 10 mil pedivélgers, recupera-se ao redor de 3 mil pré-sementes (dados não publicados). Neste caso, pré-sementes que se soltam dos coletores durante o manejo ou larvas que se fixam fora dos coletores não são contabilizadas (são descartadas), pois somente as pré-sementes que presas nos coletores é que irão para o mar.

Em laboratório de produção comercial de sementes da vieira *Pecten maximus* (Linnaeus 1758) na Noruega, as taxas de assentamento ficam em torno de 10 a 20% (Christophersen *et al.* 2009). Na França, no laboratório “Le Tinduff”, a taxa média de assentamento de *P. maximus*, dependendo da estação do ano, é de 0 a 30% (Nicolas 1999).

Portanto, as taxas obtidas pelo LMM-UFSC já se igualam e até ultrapassam as de outros laboratórios ao redor do mundo.

Nos sete experimentos realizados, as taxas de assentamento variaram de 2% (Experimento 3 – DENSIDADE) até 88% (Experimento 5 – ASTA 1). As menores taxas de assentamento foram obtidas nos experimentos realizados na estação de verão (de dezembro a março), variando de 2 a 11%. As maiores taxas foram de abril a outubro, variando de 31 a 88%. Resultado inverso foi obtido por Zanette *et al.* (2009), no qual a taxa de assentamento de *N. nodosus* foi alta (de 26,91 a 65,92%) no verão e baixa (0,04 a 0,78%) durante o inverno. Estes autores explicam que o pior resultado obtido durante o inverno poderia ser devido à má qualidade dos oócitos, referenciando Manzoni (1994), que identificou a época de pico de reprodução de *N. nodosus* durante a primavera/verão. Magnesen, Bergh & Christophersen (2006) salientam que a qualidade dos reprodutores em diferentes épocas do ano tem efeito significativo sobre a qualidade dos oócitos e viabilidade larval.

As taxas de assentamento obtidas em cada experimento foram muito próximos: Experimento LUX, variou de 33 a 42%; Experimento TROCA ou NÃO TROCA, variou de 5 a 11%; Experimento DENSIDADE, variou de 2 a 3%; Experimento ALIMENTAÇÃO 1, variou de 49 a 73%; Experimento “ASTA” 1, variou de 71 a 88%; Experimento “ASTA” 2, variou de 31 a 40%; Experimento ALIMENTAÇÃO 2, variou de 47 a 53%. Isto sugere que a qualidade dos reprodutores possa ser a causa desta variância ao longo do ano.

Com relação ao tamanho, a altura média da larva pedivéliger (12 dias após a fertilização) no início do experimento variou 182,8 a 191,37  $\mu\text{m}$ . De La Roche *et al.* (2002) observaram larvas de *N. nodosus* maduras para o assentamento após o 10º dia de larvicultura, com tamanho médio de  $208 \pm 1 \mu\text{m}$ . Rupp *et al.* (2005) registraram larvas de *N. nodosus* aptas para realizar o assentamento com altura de 185 a 190  $\mu\text{m}$ . Zanette (2007) obteve larvas “olhadas” (altura da concha = 183,7  $\pm$  16,9  $\mu\text{m}$ ) com 9 dias de cultivo e larvas pedivéligeres (altura da concha = 216  $\pm$  5,9  $\mu\text{m}$ ) com 11 dias de larvicultura.

Após 9 dias (~ 21 dias após a fecundação) do início da fase de assentamento, a altura média das pré-sementes foi de 336,6  $\pm$  55,1  $\mu\text{m}$  (Experimento 5 – ASTA). De La Roche *et al.* (2002) obtiveram pré-sementes de *N. nodosus* com a 9 dias de assentamento de 426  $\pm$  11  $\mu\text{m}$ . Rupp *et al.* (2004b) obtiveram pré-sementes de *N. nodosus* com 333,6  $\pm$  4,85  $\mu\text{m}$  após 9 dias de assentamento.

Após o 18 dias de assentamento (~ 30 dias após a fecundação), a altura média das pré-sementes variaram de 409,4  $\mu\text{m}$  (Experimento 6 –

ASTA 2) até  $1.362 \mu\text{m}$  (Experimento 2 – TROCA ou NÃO TROCA). Nos experimentos realizados por Zanette (2007), as pré-sementes atingiram altura média entre  $621,7 \pm 34,7 \mu\text{m}$  e  $711,4 \pm 56,5 \mu\text{m}$  após 15 dias de assentamento. Rupp *et al.* (2004b) obtiveram, após 16 dias de cultivo, pré-sementes com altura média de  $401,08$  até  $403,17 \mu\text{m}$ .

Através da análise visual dos resultados obtidos nos experimentos realizados, parece existir uma relação inversa entre quantidade e o tamanho das pré-sementes: quanto maior a quantidade de pré-sementes recuperadas, menor a altura da concha delas. Provavelmente porque quando há mais pré-sementes por coletor há menos alimento e espaço por indivíduo.

Com relação à variância da quantidade de pré-sementes por coletor, o maior desvio padrão foi obtido no experimento avaliando a limpeza dos tanques (Experimento 2 – TROCA ou NÃO TROCA), o único que foi realizado em tanques de 2.500 L, regularmente utilizados para este fim. Neste experimento, a variância foi tão grande que foi necessário usar teste não paramétrico para fazer comparações entre as médias. Elevada variância na quantidade de pré-sementes fixas nos coletores se observa regularmente no assentamento de *N. nodosus* LMM-UFSC (dados não publicados). Nos experimentos realizados em baldes de 20 L foram observadas variâncias homogêneas passíveis de se realizar testes paramétricos. Com o exposto, parece que o volume do tanque tem efeito significativo para a variância (quanto maior o tanque maior a variância).

Sugere-se que trabalhos devem ser realizados para avaliar o efeito do tamanho do tanque na variância da quantidade de pré-sementes recuperadas nos coletores, pois obter quantidades homogêneas de pré-sementes nos coletores é de fundamental importância para o LMM-UFSC para se ter um maior controle na quantidade de pré-sementes que estão sendo levadas para o mar.

## **Experimento 1 – LUX**

Segundo Bourne *et al.* (1989), lembrando que seu trabalho se refere à produção de vieiras no Canadá onde a água é mais fria, os tanques de larvicultura devem ser posicionados de modo que eles não sejam submetidos à incidência direta dos raios solares, sugerindo que o topo dos tanques deve ser coberto com plástico preto para bloquear a entrada de luz solar. Estes autores afirmam que a incidência direta de luz solar pode aquecer a água a temperaturas indesejáveis, causar proliferação de algas e por fim, levar a mortalidade larval.

Apesar do descrito acima, a temperatura da água nas unidades experimentais do tratamento “CLARO”, em que raios solares incidiram diretamente, foi inferior (temperatura média =  $17,73 \pm 1,9$  °C) aos outros tratamentos (“SOMBRA” =  $18,09 \pm 1,9$  °C; “ESCURO” =  $19,12 \pm 1,7$  °C). Vale-se lembrar que a temperatura foi medida às 8h da manhã, antes de se realizar a renovação de água. A maior temperatura obtida no tratamento “ESCURO” provavelmente se deva ao fato deste tratamento ter sido coberto com plástico preto, e assim, a água não perdeu calor durante a noite.

Apesar do efeito negativo descrito por Bourne *et al.* (1989), neste experimento foi observada uma tendência de aumento (sem diferença significativa) da taxa de recuperação de pré-sementes com um aumento da luminosidade (42% no “CLARO”; 37% no “SOMBRA”; 33% “ESCURO”). Em ambiente com incidência direta de raios solares (tratamento “CLARO”, luminosidade média =  $1040,1 \pm 762,2$  Lux; máx. = 4.560 Lux; mín. = 44 Lux), obteve-se o maior número de pré-sementes por coletor, 13% a mais que no tratamento “SOMBRA” (luminosidade média =  $104,1 \pm 90,7$  Lux; máx. = 610 Lux; mín. = 4 Lux) e 25% a mais que no “ESCURO” (zero Lux). Além da maior quantidade média de pré-sementes obtida no “CLARO”, neste tratamento foi registrado o menor desvio padrão.

De La Roche *et al.* (2005) observaram redução significativa na taxa de assentamento na ausência de luz em experimento com a vieira *Chlamys varia* (Linnaeus, 1758). Em experimento realizado por Cole & Knight Jones (1939), *apud* De La Roche *et al.* (2005) foi registrado que o assentamento da ostra *Ostrea edulis* (Linnaeus 1758) foi três vezes maior durante o dia (com luz solar) do que à noite (escuridão), sugerindo que na ausência de luz, a atividade de natação e a procura por substrato se tornam reduzido. Christophersen *et al.* (2009) observaram que, em condições laboratoriais, a luminosidade tem baixo efeito no assentamento larval da vieira *P. maximus*. Segundo Ritchie & Menzel (1969), larvas da ostra americana *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) possuem um comportamento de evitar a luz durante o assentamento.

O resultado obtido no presente experimento contraria a hipótese que Zanette (2007) havia levantado: “É importante ressaltar que o experimento de inverno (taxa de recuperação = 0,04 a 0,78%) recebeu forte influência da radiação solar e o experimento de primavera (taxa de recuperação = de 26,91 a 65,92%) foi conduzido em condições controladas de luz (140 Lux com a luz acesa e 10 Lux com a luz apagada e durante a noite zero Lux)”. Este autor levantou a hipótese de que a baixa taxa de assentamento de larvas de *N. nodosus* poderia ser

devido à elevada incidência de raios solares nos tanques de assentamento, sem fazer menção a quantidade de luz (lux) que ele descreve como forte.

Com o exposto, concluí-se que não há necessidade de se cobrir com telas os tanques de assentamento para reduzir a luminosidade e nem há necessidade de iluminação artificial quando o tanque estiver em local fechado (escuro). Por fim, recomenda-se que se coloquem os tanques de assentamento na parte externa do laboratório em local exposto aos raios solares a fim de maximizar a produção de pré-sementes de *N. nodosus* em laboratório.

## **Experimento 2 - TROCA ou NÃO TROCA**

Com o resultado obtido neste experimento, pode-se afirmar que a taxa de recuperação de pré-sementes não é afetada pelo tratamento proposto, em que os coletores permanecem no mesmo tanque do início ao fim do assentamento, sem limpeza do tanque e com renovação de água por um fluxo contínuo durante 45min, entretanto a altura da pré-semente sofreu efeito negativo.

No tratamento “NÃO TROCA”, os coletores localizados na superfície do tanque recuperaram 135% a mais pré-sementes que nos coletores situados próximos ao fundo do tanque. Resultado inverso foi obtido por De La Roche *et al.* (2005) em experimento com *C. varia*, no qual o assentamento foi significativamente maior nos coletores localizados no fundo do tanque. Estes autores explicam que larvas desta espécie de vieira possuem fototropismo negativo e procuram por locais sombrios para assentarem. Apesar de que o foco do presente experimento não ter sido estudar o fototropismo de *N. nodosus* e baseado nos resultados obtidos aqui e no Experimento 1 – LUX, não há evidências para se afirmar que a larva de *N. nodosus* procure por locais sombrios para assentarem, uma vez que o assentamento ocorreu numericamente superior (sem diferença significativa) nos coletores localizados próximos à superfície do tanque (local mais iluminado do tanque). Outro fator que podem atuar na causa de diferenças no assentamento entre coletores localizados na superfície e no fundo do tanque é a hidrodinâmica e a turbulência causada pela aeração.

Trocas de água são necessárias para se manter um ambiente saudável e remoção de resíduos que são acumulados durante o cultivo (Widman, Chromanski, Robohm, Stiles, Wikfors & Calabrese 2001). As pré-sementes mantidas no tratamento “TROCA” provavelmente foram expostas a uma água de melhor qualidade em comparação com aquelas

cultivadas no tratamento “NÃO TROCA”, refletindo em tamanho significativamente maior. Entretanto, as pré-sementes cultivadas no tratamento “NÃO TROCA” não sofreram com o possível estresse de exposição ao ar que ocorre durante o momento em se trocam os coletores de tanque.

De acordo com Bourne *et al.* (1989), os tanques de assentamento utilizados para os pectinídeos não podem ser drenados, limpos e então preenchidos novamente, uma vez que, pré-sementes de vieiras não conseguem fechar firmemente suas valvas e ficam sujeitas a desidratação quando expostas ao ar (Widman *et al.* 2001) e se soltam dos coletores se eles forem expostos ao ar. Bourne *et al.* (1989) recomendam que as trocas de água durante a fase de assentamento larval devam ser realizadas adicionando água marinha tratada na mesma taxa em que a água é sifonada do tanque, de maneira que o nível de água não suba nem desça enquanto a água do tanque é renovada. No tratamento “NÃO TROCA”, a troca de água foi realizada da maneira que Bourne *et al.* (1989) recomendam.

Em experimento analisando crescimento e sobrevivência larval, avaliando o efeito da troca total ou parcial de água dos tanques de larvicultura. Velasco & Barros (2008) registraram maior crescimento para as larvas de *N. nodosus* cultivadas com troca d'água parcial, sem diferença na sobrevivência.

Considerando-se a parte prática do trabalho, com o objetivo de mitigar o esforço de trabalho, mesmo com o tamanho menor das pré-sementes no tratamento “NÃO TROCA”, devido à facilidade de manejo, recomenda-se que o LMM-UFSC adote este sistema de produção com a finalidade de maximizar a utilização dos tanques de assentamento (em vez de se usar dois tanques para se realizar um assentamento, poderiam se utilizar os dois tanques para se fazer dois assentamentos) e mitigar os esforços relacionados à mão de obra necessária para o manejo durante a fase de assentamento larval. Como não houve diferença estatística no assentamento nos coletores inseridos na bolsa e inseridos na estrutura de PVC, e uma vez que esta estrutura é utilizada somente para facilitar o manejo no tratamento “TROCA”, recomenda-se a utilização de bolsas de netlon<sup>TM</sup> para agrupar os coletores.

Mas, considerando a parte científica do trabalho, o tratamento controle realizado pelo LMM-UFSC, em que se realiza diariamente a troca dos coletores para um tanque previamente limpo e cheio com água renovada, seria o mais recomendado, uma vez que as pré-sementes mantidas neste tratamento cresceram significativamente mais e

numericamente se obteve uma maior quantidade de pré-sementes por coletor.

Como os resultados de recuperação neste experimento foram muito baixos e a variância foi muito alta, sugere-se que este experimento deva ser refeito futuramente.

### **Experimento 3 – DENSIDADE**

Um dos grandes problemas enfrentados para produção de sementes em laboratório é determinar a densidade larval máxima de estocagem no tanque, sem afetar a sobrevivência e o crescimento das mesmas (Loosanof & Davis 1963). O objetivo de uma “hatchery” é otimizar os fatores de cultivo e aumentar a produção em um limitado volume de água, com o mínimo custo possível.

De acordo com Bourne *et al.* (1989), o número de larvas estocadas no sistema de assentamento é um ponto crítico na produção de sementes. Se larvas de mais forem estocadas no sistema, as taxas de assentamento, metamorfose e conseqüentemente a sobrevivência das pós-larvas irão declinar. De acordo estes autores, a densidade no tanque de assentamento não deve exceder a 0,5 larvas.mL<sup>-1</sup>.

Segundo Widman *et al.* (2001), o suprimento de alimento microalgal deve ser proporcional à densidade de estoque no tanque de assentamento. No presente experimento, a concentração de microalgas foi ajustada de acordo com a densidade larval, de modo a assegurar que as larvas e pré-sementes recebessem quantidade igual de alimento.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que ao se dobrar a densidade larval de 0,72 (densidade utilizada na fase de assentamento de *N. nodosus* pelo LMM-UFSC) para 1,4 larvas.mL<sup>-1</sup>, houve um incremento significativo na quantidade e na altura de pré-sementes recuperadas e não se encontrou efeito significativo na taxa de assentamento. Com relação à quantidade de coletores oferecidos para as larvas, não se encontrou efeito significativo na recuperação, entretanto se observou efeito negativo na altura final das pré-sementes quando a quantidade de coletores foi dobrada, provavelmente devido à maior quantidade de pré-sementes recuperadas no tratamento com dois coletores por 14 L.

Velasco *et al.* (2008), analisando a densidade na larvicultura de *N. nodosus*, obtiveram maior crescimento utilizando a menor densidade (1 larva.mL<sup>-1</sup>) em comparação com a maior densidade (5 larvas.mL<sup>-1</sup>), sendo que a sobrevivência não diferiu entre os tratamentos, sugerindo que larvas desta espécie são menos susceptíveis ao “crowding”. Neste

experimento, Velasco *et al.* (2008) ofereceram a mesma concentração de alimento para aos dois tratamentos.

Liu, Dong, Tang, Zhang & Xiang (2006) registraram que larvas do bivalve de areia (“clam”) *Meretrix meretrix* (Röding 1798) crescem menos com aumento de densidade, entretanto não encontraram correlação entre taxa de sobrevivência e densidade larval. Neste experimento, Liu *et al.* (2006) forneceram o alimento conforme a densidade larval.

Com relação à quantidade de coletores disponíveis, o tamanho significativamente menor das pré-sementes com o dobro de coletores (tratamento “2COL”) poderia ser explicado devido ao fato que neste tratamento foi obtido mais pré-sementes que no tratamento “1COL”, logo as pré-sementes do tratamento “2COL” cresceram menos, já que havia mais pré-sementes por quantidade de alimento fornecido.

Utilizando a densidade “DOBRO” com “2COL” foi obtido um aumento (não significativo) de 50% na quantidade de pré-sementes comparado com “1COL” (de 353 para 533 pré-sementes). Todavia, como estavam presentes dois coletores em cada balde, houve uma diminuição no número de pré-sementes por coletor (no tratamento “DOBRO 2COL”, obteve-se uma média de 533 pré-sementes por unidade experimental, que daria 266 pré-sementes por coletor; já no tratamento “DOBRO 1COL” obteve-se 353 pré-sementes por unidade experimental e por coletor).

O resultado deste experimento discorda com os resultados obtidos na literatura, em que maiores densidades resultam em crescimento e sobrevivência menores (Loosanoff, Davis & Chanley 1953; Macdonald 1988), devido ao aumento de colisões entre larvas e ao maior acúmulo de fezes e microalgas descartadas que levam a problemas microbiológicos e aumento de níveis de amônia no tanque (Sastry 1979; Uriarte *et al* 2002). Maiores chances de colisões entre larvas não deve ter sido um problema durante o presente experimento, uma vez que nesta fase do cultivo as larvas passam mais tempo rastejando à procura de um substrato adequado para fixação e metamorfose.

Recomenda-se, a partir dos resultados demonstrados, dobrar a densidade larval atualmente utilizada no protocolo de produção (de 0,7 larvas.mL<sup>-1</sup> para 1,4 larvas.mL<sup>-1</sup>) com a finalidade de se maximizar a obtenção de pré-sementes. Já com relação à proporção de coletores por larvas, cabe ao LMM-UFSC e aos pectinicultores que se abastecem de pré-sementes do laboratório saber qual é a melhor opção a ser empregada utilizando a densidade larval “DOBRO”: Utilizando o

sistema de produção do LMM (tanque de 2.500 L, 1,5 milhões de larvas e 150 coletores), o que é preferível: e.g. entregar 300 coletores com 266 pré-sementes por coletor (total de 80 mil pré-sementes), ou entregar 150 coletores com 353 pré-sementes por coletor (total de ~ 53 mil pré-sementes)? Se o número final de pré-sementes for mais importante, é melhor utilizar “2COL”, se a quantidade de pré-sementes por coletor for mais importante, utilizar “1COL”.

Como os resultados obtidos no presente experimento foram baixíssimos (taxa de recuperação de 2 a 3%), deve-se ter cautela com as conclusões feitas. Será que os resultados seriam os mesmos com taxas de recuperação superiores? Futuros experimentos avaliando a densidade de estoque nos tanques de assentamento devem ser repetidos. Também se deve levar em consideração o efeito da quantidade de pré-sementes por coletor no mar, uma vez que a densidade de sementes por coletor possa ser um fator importante no crescimento e sobrevivência das sementes.

#### **Experimento 4 - Alimentação 1**

Qualidade do alimento tem sido identificada como um dos fatores mais importantes para serem controlados com o propósito de maximizar o crescimento e sobrevivência de pectinídeos em condições laboratoriais (Bayne & Newell 1983).

Através dos resultados obtidos neste experimento, pode-se afirmar que a dieta microalgal oferecida durante a fase de assentamento larval possui efeito significativo na altura das pré-sementes. A dieta que favoreceu maior crescimento foi o tratamento “MIX” (*I. galbana* + *Pavlova* + diatomáceas) e a dieta que apresentou o menor crescimento foi a “ISO” (*I. galbana* + diatomáceas).

Com relação à quantidade de vezes que o alimento é fornecido, não se encontrou efeito significativo no crescimento das pré-sementes. Entretanto quando analisado a interação do tipo de alimento com a quantidade de vezes que este é fornecido tem-se efeito significante, sendo o melhor resultado de crescimento para a dieta “ISO/PAV 2X”.

Já com relação à taxa de recuperação, não se encontrou efeito significativo do tipo de alimento e a quantidade de vezes que este foi fornecido, entretanto, se observa que nas dietas com inclusão de *Pavlova* sp. um incremento médio de 36% no rendimento de pré-sementes em comparação com a dieta “ISO”.

Resultado similar ao registrado aqui foi obtido por Navarte & Pascual (2003) em experimento avaliando o crescimento larval da vieira *C. tehuelchus* utilizando três dietas: (ISO/PAV) *I. galbana* + *Pavlova*

*lutheri* + *C. calcitrans*; (ISO) *I. galbana* + *C. calcitrans*; (PAV) *P. lutheri* + *C. calcitrans*. Estes autores encontraram maior crescimento larval para as dietas (1) > (3) > (2) e afirmam que dietas com inclusão de *P. lutheri* apresentam maiores taxas de crescimento larval, corroborando com o resultado obtido aqui no presente estudo.

Resultado contrario ao registrado aqui foi obtido por Cerón-Ortiz, Cordero, Arredondo-Vega & Voltolina (2009), em que registraram crescimento significativamente maior para pré-sementes da vieira *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) alimentadas com *I. galbana* + *C. calcitrans* (ISO) em comparação com as dietas *I. galbana* + *P. lutheri* + *C. calcitrans* (MIX) ou *P. lutheri* + *C. calcitrans* (PAV), sendo a dieta “MIX” a que rendeu menor crescimento para as pré-sementes. Com relação à taxa de sobrevivência, Cerón-Ortiz *et al.* (2009) afirmam que a dieta “PAV” foi a que rendeu taxa de sobrevivência significativamente maior, concluindo que esta dieta tem maior valor alimentício que as outras duas dietas.

Concluí-se que tanto a dieta “ISO”, como a “PAV” e a combinação das “MIX” podem ser utilizadas na alimentação durante a fase de assentamento larval da vieira *N. nodosus*. Entretanto, com o intuito de maximizar o crescimento e a taxa de recuperação de pré-sementes, recomenda-se fornecer duas vezes ao dia (com um intervalo de seis horas entre uma alimentação e a outra) a dieta mista (*I. galbana* 25% + *Pavlova* sp. 25% + *C. calcitrans* 25% + *C. muelleri* 25%) ou somente “PAV” (*Pavlova* sp. 50% + *C. calcitrans* 25% + *C. muelleri* 25%). A dieta “PAV” seria a melhor escolha, pois poderia se propor ao Setor de Microalgas do LMM-UFSC diminuir a produção de *I. galbana* e concentrar esforços na produção de *Pavlova* sp.

## **Experimento 5 – ASTAXANTINA 1**

A astaxantina é um carotenóide natural que os moluscos bivalves não conseguem sintetizar, sendo que sua obtenção é feita através da ingestão de microalgas (Farías-Molina, 2001). A microalga *H. pluvialis* tem se destacado comercialmente por ser rica em astaxantina. Pesquisas avaliando o sistema imune de vieiras *N. nodosus* com adição de astaxantina na dieta em laboratório não mostraram efeito imunestimulante, sendo que somente foi observado aumento na produção de ERO (espécies reativas de oxigênio, potente agente microbicida) (Schleder, Kayser, Sühnel, Ferreira, Rupp & Barracco

2008). Schleder *et al.* (2008) e Sühnel (2008) relatam que adição de astaxantina na maturação dos reprodutores resulta em aumento do número de ovócitos liberados na desova e no rendimento larval.

Através dos resultados obtidos no presente experimento, é possível se afirmar que o fornecimento de astaxantina aos reprodutores durante 15 dias, previamente a desova, tem efeito significativo no tamanho (altura da concha) da larva pedivéliger, mas não afeta o crescimento e a taxa de assentamento das sementes, mas tem efeito na velocidade de assentamento larval.

Com relação à taxa de recuperação, foi obtida quantidade significativamente maior de pré-sementes “C/ASTA” no 9º dia de assentamento. Entretanto, não se observou diferença significativa na quantidade de pré-sementes quando foi realizada avaliação no 18º dia de assentamento. O que parece ter acontecido neste experimento é que a adição de astaxantina na maturação dos reprodutores acelerou o processo de assentamento larval, uma vez que as larvas provenientes dos reprodutores maturados com dieta enriquecida com astaxantina eram significativamente maiores.

Sühnel (2008) e Uriarte *et al.* (2004) afirmam que existem evidências de que a dieta dada aos reprodutores afeta a progênie apenas durante a fase larval, não afetando a fase pós-larval. Sühnel (2008) observou melhora no rendimento larval de *N. nodosus* de larvas provenientes de ovócitos de reprodutores maturados em laboratório com dieta enriquecida com astaxantina na dieta, mas não encontrou efeito significativo no rendimento de pré-sementes, sendo que a avaliação de seu experimento foi realizada no 15º dia de assentamento. Esta autora não fez menção ao tamanho das pedivéliger e pré-sementes.

Recomenda-se que mais trabalhos sejam realizados com a utilização de astaxantina na maturação de reprodutores com ênfase no rendimento larval e pós-larval de sua progênie em diferentes épocas do ano, pois a condição nutricional dos reprodutores cultivados no mar irá influenciar diretamente nos resultados, e.g., se os reprodutores vierem do campo com acúmulo suficiente de carotenóides, não importa se no laboratório será fornecido ou não suplementação de astaxantina na dieta.

## **Experimento 6 – ASTAXANTINA 2**

Neste experimento a taxa de recuperação de pré-sementes não foi afetada significativamente pela maturação dos reprodutores, apesar de que numericamente se observou quantidades superiores de pré-sementes recuperadas no tratamento sem astaxantina (no tratamento

“PADRÃO” foi registrado 30% a mais; no coletor “INICIAL” foi encontrado 20% mais; no coletor “SECUNDÁRIO” foi obtido 60% a mais pré-sementes). Com relação ao tamanho da pré-semente, se observou efeito significativo, sendo maiores as pré-sementes no tratamento em que se forneceu astaxantina para os reprodutores.

Além destas observações, foi possível detectar através do resultado deste experimento que 70% das larvas assentam até o sétimo dia após o início da fase de assentamento e 30% das larvas assentam após o sétimo dia. Através deste resultado, pode-se afirmar que as larvas de *N. nodosus* assentam predominantemente até o 7º dia na fase de assentamento.

Navarro, Leiva, Martinez & Aguilera (2000) registraram melhora na taxa de sobrevivência larval da vieira *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) provenientes de reprodutores alimentados com dieta microalgal enriquecida com emulsão de lipídeos contendo ácidos graxos essenciais durante a maturação da gônada. Sühnel (2008) registrou melhora no rendimento de larvas “D” e pedivéligers de *N. nodosus* de progênie de reprodutores maturados em laboratório com dieta enriquecida com astaxantina proveniente de *H. pluvialis* seca (Algamac AST), entretanto não foi observado efeito no rendimento pós-larval

O efeito benéfico da utilização da astaxantina no tamanho final das pré-sementes deve ser visto com cautela. Este efeito pode ser decorrente das menores quantias de pré-sementes obtidas no tratamento “C/ASTA”, o que levou a menor competição por espaço e alimento e resultou em crescimento maior comparado ao tratamento “S/ASTA”.

Através dos resultados obtidos neste experimento e no Experimento 5, pode-se afirmar que utilizando astaxantina na maturação dos reprodutores tem-se efeito significativo positivo no tamanho das pedivéligers no final da larvicultura e começo da fase de assentamento (no 1º experimento), no tamanho das pré-sementes (somente no 2º experimento) e na quantidade de pré-sementes recuperadas no 9º dia de assentamento (1º experimento). Em contrapartida, no experimento ASTAXANTINA 2 observa-se redução na taxa de recuperação de pré-sementes no tratamento “C/ASTA”.

A partir do exposto, fica difícil se recomendar ou não utilizar astaxantina na maturação dos reprodutores, uma vez que não se observou efeito claro no tamanho e na taxa de recuperação de pré-sementes.

## Experimento 7 – ALIMENTAÇÃO 2

Este experimento foi elaborado levantando-se a hipótese de que mortalidades durante a fase de assentamento que ocorrem no LMM-UFSC poderiam ser devido à falta ou excesso de alimento fornecido. Com base nos resultados obtidos, a concentração de alimento padrão não é um fator limitante para o crescimento e assentamento larval de *N. nodosus*, sendo provavelmente outro fator que causou as mortalidades na produção do LMM-UFSC.

Em um sistema estático de larvicultura e assentamento, quando a concentração de microalgas excede certo limite, os custos de produção energética de pseudofeces e outros efeitos inibitórios relacionados à fisiologia da digestão pode resultar na diminuição do crescimento das larvas à medida que aumenta a concentração de alimentos (Bayne & Newell 1983). Além disso, a contaminação bacteriana dos alimentos em concentrações altas e acúmulo de ectometabolitos podem render uma dieta tóxica para as larvas e pós-larvas em desenvolvimento (Loosanoff & Davis 1963).

Ao se fornecer o dobro da alimentação (de 6 a  $24 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>), obteve-se igual rendimento e igual crescimento das pré-sementes mantidas na alimentação padrão (de 3 a  $12 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>), o que leva a crer que, utilizando a densidade larval de 0,72 larvas.mL<sup>-1</sup>, a alimentação padrão não é um fator limitante para o crescimento das pré-sementes e, é a que deve ser seguida, para evitar desperdícios de microalgas. Além desta informação, pode-se levantar a hipótese de que o excesso de microalga fornecida durante a fase de assentamento não possui efeito na sobrevivência das larvas e pré-sementes, contrariamente ao observado por Rupp *et al.* (2004b), lembrando que o foco do estudo de Rupp *et al.* (2004b) foi avaliar a alimentação apenas nos primeiros dias de assentamento.

Em experimento analisando o crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *N. nodosus* alimentadas com baixa ( $4,7 \times 10^3$  células.mL<sup>-1</sup>) e alta ( $4 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>) concentração de alimento, Rupp *et al.* (2004b) registraram maior crescimento no tratamento em que se deu alimento na concentração baixa de comida, ressaltando que a avaliação de seu experimento foi realizada no 9º dia de assentamento e neste experimento a avaliação foi realizada no 18º dia. Rupp *et al.* (2004b) afirmam que quando as pós-larvas são submetidas a elevadas concentrações de micro-algas, elas passam por estresse fisiológico, impossibilitando-as de explorar seu potencial de crescimento e que

quando submetidas a baixas concentrações de alimento, as pós-larvas têm sua eficiência de absorção do alimento ingerido aumentada, refletindo em maior crescimento mesmo ingerindo menor quantidade de comida. Além deste fator.

Entretanto, a alta concentração que Rupp *et al.* (2004b) submeteram as larvas durante o assentamento, é igual à concentração de alimento fornecida nos primeiros dias de assentamento, de acordo com a produção do LMM-UFSC. No presente experimento, a alta concentração de microalgas fornecidas, apesar de não ter sido benéfica para o tamanho e quantidade de pré-sementes, ela não foi prejudicial, ou seja, o rendimento e o crescimento foram similares para a concentração “DOBRO” e “PADRÃO”.

Com o exposto, recomenda-se continuar fornecendo o alimento apenas uma vez ao dia na concentração de 3 até  $12 \times 10^3$  cél.mL<sup>-1</sup> fornecida pelo LMM-UFSC no protocolo de produção de pré-sementes de *N. nodosus*. O resultado obtido neste experimento contraria ao obtido no Experimento 4 – ALIMENTAÇÃO 1, em que se obteve maior crescimento quando o alimento foi fornecido duas vezes ao dia.

## CONCLUSÃO

A partir do que foi obtido nos sete experimentos realizados, conclui-se que: (Experimento 1) A iluminação não possui efeito significativo, entretanto se registrou uma melhora na taxa de assentamento quando o assentamento foi realizado em local exposto diretamente aos raios solares; (Experimento 2) É possível realizar a fase de assentamento larval em laboratório com o manejo “NÃO TROCA”, sem a necessidade de trocar os coletores de tanque diariamente para um tanque previamente limpo; (Experimento 3) Dobrando a densidade larval, se obteve quantidade significativamente maior de pré-sementes, com tamanho significativamente maior e dobrando a quantidade de coletores por volume de água se obteve um aumento não significativo de quantidade de pré-sementes de tamanho significativamente menor (ressaltando que a quantidade de pré-sementes recuperadas neste experimento foram muito a baixo da média obtida pelos outros experimentos e pelo LMM-UFSC, não publicado); (Experimento 4 e 7) A dieta mista (*I. galbana*, *Pavlova* sp., *C. calcitrans* e *C. muelleri*) foi a que se obteve crescimento significativamente maior para as pré-sementes, sem efeito na taxa de recuperação, comparado aos tratamentos em que se forneceu *Pavlova* sp + diatomáceas e *I. galbana* + diatomáceas, e a dieta que se obteve piores resultados de crescimento e

recuperação foi *I. galbana* + diatomáceas, e quando se forneceu o alimento duas vezes ao dia se obteve crescimento maior no Experimento 4, mas no Experimento 5 não se obteve diferença significativa quando o alimento foi fornecido uma ou duas vezes ao dia; (Experimento 6 e 7) O fornecimento de astaxantina aos reprodutores teve efeito no tamanho larval apenas no experimento 6, sendo que neste experimento se observou uma aceleração na velocidade de assentamento larval, sem se observar o mesmo no experimento 7, em que se obteve quantidades numericamente maiores de pré-sementes no tratamento em que não se forneceu astaxantina aos reprodutores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avedaño-Herrera R., Riquelme C., Silva F., Avedaño M. & Irgang R. (2003) Optimization of settlement of larval *Argopecten purpuratus* using natural diatom biofilms. *Journal of Shellfish Research* **22**, 393-399.

Barber B.J. & Blake N.J. (2006) Reproductive physiology. In: *Scallop: biology, ecology and aquaculture* (ed. by S.E. Shumway; G.L. Parsons), pp. 357-416. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

Bayne B.L. & Newell R.C. (1983) Physiological energetics of marine mollusks. In: *The Mollusca*, vol. 4 Physiology, Part 1 (ed. by A.S.M. Saleuddin & K.M. Wilbur), p. 407-516. Academic Press.

Bourne N., Hodgson C.A. & Whyte J.N.C. (1989) *A manual for scallop culture in British Columbia*. Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1694, 215pp.

Cerón-Ortiz A.N., Cordero B., Arredondo-Vega B.O. & Voltolina D. (2009) Effect of algal diet and temperature on survival, growth and biochemical composition of spat of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus*. *Aquaculture* **298**, 64–69.

Christophersen G. & Magnesen T. (2009) Settlement of *Pecten maximus* L. Effects of postlarval rearing environment. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* **107** (1,2), 55-60.

Cole H.A. & Knight Jones E.W. (1939) Some observations and experiments on the setting behaviour of larvae of *Ostrea edulis*. *ICES* **14**, 86–105. *Apud* De La Roche J.P., Louro A. & Roman G. (2005) Settlement of *Chlamys varia* (L.) in the hatchery. *Journal of Shellfish Research* **24** (2), 363-368.

Coutteau P. & Sorgeloos P. (1992) The use of algal substitutes and the requirement for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve mollusks: an international survey, *Journal of Shellfish Research* **11**, 467-476.

Claus C. (1981) Trends in nursery rearing in bivalve mollusks. In: *Nursery Culturing of Bivalve Molluscs* (ed. by C. Claus; N. De Pauw; E Jasper), pp. 1-33. European Mariculture Society, Belgium.

De La Roche J.P., Marín B., Freitas L. & Vélez A. (2002) Embryonic development and larval and postlarval growth of the tropical scallop *Nodipecten* (= *Lyropecten*) *nodosus* (L.) (Mollusca: Pectinidae). *Aquaculture Research* **33**, 819-827.

De La Roche J.P., Louro A. & Roman G. (2005) Settlement of *Chlamys varia* (L.) in the hatchery. *Journal of Shellfish Research* **24** (2), 363-368.

Farias-Molina A. (2001) Nutrición en moluscos Pectínidos. In: *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica. Ciencia y Acuicultura* (ed. by A.N. Maeda-Martinz), p. 89-104. Limusa, México.

Gosling E. (2003) *Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture*, 442p. Fishing News Books, UK.

Gillis C.A. & Dabinett P.E. (1989) A comparison of unialgal and mixed algal diets on growth of spat of *Placopecten magellanicus*. *Bull. Aquacult. Ass. Can* **89**(3), 77-79.

Helm M.M. & Bourne N. (2004) *Hatchery culture of bivalves. A practical manual*, 471p. FAO Fisheries Technical Paper, Rome. Italy.

Laing I. (1995) Effect of food supply on oyster spatfall. *Aquaculture* **131**, 315-324.

Liu B., Dong B., Tang B., Zhang T., Xiang J. (2006) Effect of stocking density on growth, settlement and survival of clam larvae, *Meretrix meretrix*. *Aquaculture* **258**, 344–349.

Loosanoff V.L & Davis H.C. (1963) Rearing Bivalve Mollusks. *Advances in Marine Biology* **1**, 1-136.

Loosanoff V. L., Davis H. C. & Chanley P. E. (1953) Effect of overcrowding on rate of growth of clam larvae. *Anat. Rec.* **117**, 645–664.

Magnesen T., Bergh Ø., Christophersen G. (2006) Yields of great scallop, *Pecten maximus*, in a commercial flow through rearing system in Norway. *Aquaculture International* **14**, 377-394.

Manzoni G.C. (1994). *Aspectos da biologia de Nodipecten nodosus (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia), nos arredores da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina – Brasil), com vista à utilização na aquíicultura. Dissertação de Mestrado.* Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Aqüicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 98 pp.

MacDonald B.A. (1988) Physiological energetics of Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **120**, 155–170.

Milke L.M., Bricelj V.M. & Parrish C.C. (2004) Growth of postlarval sea scallops, *Placopecten magellanicus*, on microalgal diets, with emphasis on the nutritional role of lipids and fatty acids. *Aquaculture* **234**, 293-317.

Navarte M.A. & Pascual M.P. (2003) Fertilization, larval rearing and post-larval growth of the Tehuelche scallop *Aequipecten tehuelchus* D'Orb., 1846. *Aquaculture* **217**, 259-274.

Navarro J.M., Leiva G.E., Martinez G. & Aguilera C. (2000) Interactive effects of diet and temperature on the scope for growth of the scallop *Argopecten purpuratus* during reproductive conditioning. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **27**, 67-83.

Nicolas L. (1999) *Etude sur la métamorphose et le développement post-larvaire de la coquille St Jacques Pecten maximus, en éclosion. Eléments de comparaison avec l'huître creuse, Crassostrea gigas. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, France, 224 pp.*

Oliveira Neto F.M. (2005) *Diagnóstico do Cultivo de Moluscos em Santa Catarina*. EPAGRI Boletim Técnico, 97pp.

Parrish C.C., Wells J.S., Yang Z. & Dabinett P. (1998) Growth and lipid composition of scallop juveniles, *Placopecten magellanicus*, fed the flagellate *Isochrysis galbana* with varying lipid composition and the diatom *Chaetoceros muelleri*. *Marine Biology* **133**, 461-471.

Parsons G.J., Dadswell M.J. & Roff J.C. (1993) Effect of biofilm on settlement of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* in Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. *Journal of Shellfish Research* **12(2)**, 279-283.

Pearce C.M. & Bourget E. (1996) Settlement of larvae of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), on various artificial and natural substrata under hatchery-type conditions. *Aquaculture* **141**, 201-221.

Rios E.C. (1985) *Compendium of Brazilian Sea Shells*. Fundação Cidade do Rio Grande, Rio Grande, 328 pp.

Ritchie T.P. & Menzel R.W. (1969) Influence of light on larval settlement of American oysters. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.* **59**, 116-120.

Robinson A. (1992) Gonadal cycle of *Crassostrea gigas kumamoto* (Thunberg) in Yaquina Bay, Oregon and optimum conditions for broodstock oysters and larval culture. *Aquaculture* **106**, 89-97.

Rupp G.S. & Parsons G.J. (2004a) Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **309**, 173-198.

Rupp G.S., Thompson R.T. & Parsons G.L. (2004b) Influence of food supply on post-metamorphic growth and survival of hatchery produced lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (L.). *Journal of Shellfish Research* **23**, 5-13.

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* (L.) from a subtropical environment. *Aquaculture* **243**, 195-216.

Rupp G.S. & Parsons G.J. (2006) Aquaculture and Fisheries in Brazil. In: *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture* (ed. by S.E. Shumway; G.L. Parsons), pp. 1225-1250. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

Rupp G.S., Oliveira Neto F.M. & Guzensky, J. (2008) Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en la región sudeste-sur de Brasil. In: *Taller regional de la FAO sobre el Estado Actual Del Cultivo y Manejo de Moluscos Bivalvos y su Proyección Futura: Factores que Afectan su Sustentabilidad en América Latina*. pp. 77-89. FAO Actas de Pesca y Acuicultura n° 12, Roma.

Rupp G.S. (2009) Status of Scallop Aquaculture in Brazil. *Bull. Aquacult. Assoc. Canada* **107**(1-2), 66-69.

Sastry A.N. (1979) Pelecypoda (excluding ostreidae). In: *Reproduction of marine invertebrates, Mollusc: Pelecypods and Lesser Classes* (ed. by A.C. Giese & J.S. Pearse), pp. 113–292. Academic Press, New York.

Schleder D.D., Kayser M., Sühnel S., Ferreira J.F., Rupp G.S. & Barracco M.A. (2008) Evaluation of hemato-immunological parameters during the reproductive cycle of the scallop *Nodipecten nodosus* in association with a carotenoid-enriched diet. *Aquaculture* **280**, 256-263.

Smith J.T (1991) Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean province: *Lyropecten*, "*Macrochlamys*", *Vertipecten* and *Nodipecten* species. U.S Geological Survey Professional Paper, 1391, 155p.

Sühnel S. (2008) *Utilização de diferentes dietas em reprodutores da vieira Nodipecten nodosus (L.) em laboratório e seu efeito na*

maturação, no rendimento larval e na produção de pré-sementes. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Aqüicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 155 pp.

Uriarte I., Rupp G.S. & Abarca A. (2002) Producción de juveniles de pectinídeos iberoamericanos bajo condiciones controladas. In: *Los Moluscos Pectinídeos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura* (ed. by A.N. Maeda-Martinez), pp. 147-171. Editorial Limusa, México.

Uriarte I., Farías A., Hernandez J., Schäfer C. & Sorgeloos P. (2004) Reproductive conditioning of Chilean scallop (*Argopecten purpuratus*) and the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*): effects of enriched diets. *Aquaculture* **230**, 349-357. 2004.

Utting S.D. & Millican P.F. (1998) The role of diet in hatchery conditioning of *Pecten maximus* L.: a review. *Aquaculture* **165**, 167-178.

Velasco L.A. & Barros J. (2008) Experimental larval culture of the Caribbean scallops *Argopecten purpuratus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture Research* **39**, 603-618.

Widman J.C., Choromanski J., Robohm R.A., Stiles, S., Wikfors G.H., Calabrese A. (2001) *Manual for hatchery culture of the bay scallop *Argopecten irradians irradians**. National Oceanic and Atmospheric Administration, Connecticut, 49 pp.

Zanette G.B. (2007) *Influência do tipo de coletor e do tempo de larvicultura na taxa de assentamento da vieira *Nodipecten, nodosus* (L.) em laboratório. Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Aqüicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 33 pp.

Zanette G.B., Ferreira J.F., Silva F.C., Pereira A. & Melo C.M.R. (2009) Influence of the type of collector and collector preparation periods on the setting rate of the scallop *Nodipecten nodosus* L. in the laboratory. *Aquaculture Research*, **40**, 1451-1458.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO**

ALBUQUERQUE, M.C.P.; FERREIRA, J.F. Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. **Biotemas**, v. 19(2), p. 37-40, 2006.

AVEDAÑO-HERRERA, R.; RIQUELME, C.; SILVA, F.; AVEDAÑO, M.; YRGANG, R. Optimization of settlement of larval *Argopecten purpuratus* using natural diatom biofilms. **Journal of Shellfish Research**, v. 22, p. 393-399, 2003.

BAKER, P.; MANN, R. The postlarval phase of bivalve mollusks: a review of functional ecology and new records of postlarval drifting of Chesapeake Bay bivalves. **Bulletin of Marine Science**, v. 61(2), p. 409-430, 1997.

BARBER, B.J.; BLAKE, N.J. Reproductive physiology. In: Shumway, S.E. (ed.). **Scallop: biology, ecology and aquaculture**, Elsevier, Amsterdam. 2006.

BAYNE, B. L. Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). **Ophelia**, v. 2 (1), p. 1-47, 1965

BEM, M.M. **Efeito da adição de antibióticos no cultivo de larvas de *Nodipecten nodosus* (L.) (Bivalvia: Pectinidae)**. 89f. Dissertação de Mestrado, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1999.

BOURNE, N.; HODGSON, C.A.; WHYTE, J.N.C. **A manual for scallop culture in British Columbia**. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 215p. 1989.

COUTTEAU, P.; SORGELOOS, P. The use of algal substitutes and the requirement for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve mollusks: an international survey, **Journal of Shellfish Research**, v. 11, p. 467-476, 1992.

CLAUS, C. Trends in nursery rearing in bivalve mollusks. In: Claus, C., De Pauw, N., Jasper, E. (eds.). **Nursery Culturing of Bivalve Molluscs**. European Mariculture Society. Belgium, pp. 1-33. 1981

FARÍAS-MOLINA, A. Nutrición en moluscos Pectínidos. In: Maeda-Martínez, A.N. (ed.). **Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica. Ciencia y Acuicultura**. Limusa, México, p. 89-104. 2001.

GILLIS, C.A.; DABINETT P.E. A comparison of unialgal and mixed algal diets on growth of spat of *Placopecten magellanicus*. **Bulletin of Aquaculture Association of Canada**, v. 89(3), p. 77-79, 1989.

GOSLING, E. **Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture**. Blackwell Publishing, Fishing News Books, UK, 442p. 2003.

HARDY, D. **Scallop farming**. , Oxford, Fishing News Books, England, 2006.

HELM, M.M.; BOURNE, N. **Hatchery culture of bivalves. A practical manual**. FAO Fisheries Technical Paper 471. Rome. Italy. 2004.

HODGSON, C.A.; BURKE, R.D. Development and larval morphology of spiny scallop, *Chlamys hastate*. **Biol. Bull.**, v. 174, p. 303-318, 1988

ILLANES, J.E. Cultivo Del ostión Del norte *Argopecten purpuratus*. In: Hernandez, R.A. (Ed.). **Cultivo de moluscos en América Latina**. Bogotá : CIID, p. 211-230. Memórias Segunda Reunion Grupo de Trabajo Técnico. 1990.

LAGREZE, F.J.S. **Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L. 1758) cultivada em ambiente com alta concentração de seston**. 53f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Aquicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 2008.

LAING, I. Effect of food supply on oyster spatfall. **Aquaculture**, v. 131, p. 315-324, 1995.

MACDONALD, B.A.; BRICELJ, V.M.; SHUMWAY, S.E. Physiology: Energy Acquisition and Utilisation. In: Shumway, S.E.; Parsons, G.J.(ed.). **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Elsevier, pp. 417-492. 2006.

MAGNESEN, T. Scallop Aquaculture in Norway. **Bulletin of Aquaculture Association of Canada**, v. 107(1-2), p. 49-54, 2009.

MANZONI, G.C. **Aspectos da biologia de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia), nos arredores da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina – Brasil), com vista à utilização na aqüicultura.** 98f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

MANZONI, G.C.; MARENZI, A.W.C. Crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Pectinidae) em cultivo experimental na enseada da armação do Itapocoroy (26°46'S – 48°37'W), Penha (SC). **Anais X Semana Nacional da Oceanografia** – 05 a 10 de outubro 1997, Itajaí, Santa Catarina, pp. 178 – 180. 1997.

MEIRELES, L.A.; GUEDES, A.C.; MALCATA, F.X. Lipid class composition of the microalga *Pavlova lutheri*: Eicosapentaenoic and Docosahehaenoic acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v. 51, p. 2237-2241, 2003

MILKE, L.M.; BRICELJ, V.M.; PARRISH, C.C. Growth of postlarval sea scallops, *Placopecten magellanicus*, on microalgal diets, with emphasis on the nutritional role of lipids and fatty acids. **Aquaculture**, v. 234, p. 293-317, 2004.

NAIDU, K.S.; SCAPLEN, R. Settlement and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, larvae on enclosed polyethylene film collectors. In: T.V.R. Pillay and W.A. Dill (Eds.) **Advances in Aquaculture**. FAO, ROME. pp. 379-381. 1976.

NEWKIRK, G. On the development of commercial bivalve hatcheries. In: URIBE, E. (Ed.). **Producción de larvas y juveniles de especies marinas**. Coquimbo, Chile : Universidad Catolica del Norte, pp. 104-171. 1988.

NAVARTE, M.A. Settlement of Tehuelche scallop, *Aequipecten tehuelchus* D'Orb., larvae on artificial substrata in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). **Aquaculture**, v. 196, p. 55-65, 2001.

NAVARRO, J.M.; LEIVA, G.E.; MARTINEZ, G.; AGUILERA, C. Interactive effects of diet and temperature on the scope for growth of the

scallop *Argopecten purpuratus* during reproductive conditioning. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 27, p. 67-83, 2000.

O'FOIGHIL, D.; KINGZETT, B.; O'FOIGHIL, G.; BOURNE, N. Growth and survival of juvenile japanese scallops, *Placopecten magellanicus*, in nursery culture. **Journal of Shellfish Research**, v. 9(1), p. 135-144, 1990.

OLIVEIRA NETO, F.M. **Diagnóstico do Cultivo de Moluscos em Santa Catarina**. EPAGRI, Florianópolis, Boletim Técnico, n. 220. 97 p. 2005

PARSONS, G.J.; DADSWELL, M.J.; ROFF, J.C. Effect of biofilm on settlement of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* in Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. **Journal of Shellfish Research**, v. 12(2), p. 279-283, 1993.

PARRISH, C.C.; WELLS, J.S.; YANG, Z., DABINETT, P. Growth and lipid composition of scallop juveniles, *Placopecten magellanicus*, fed the flagellate *Isochrysis galbana* with varying lipid composition and the diatom *Chaetoceros muelleri*. **Marine Biology**, v. 133, p. 461-471, 1998.

PEARCE, C.M.; BOURGET, E. Settlement of larvae of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), on various artificial and natural substrata under hatchery-type conditions. **Aquaculture**, v. 141, p. 201-221, 1996.

PEREIRA, A. **Estudo da Flora bacteriana associada a larvicultura de *Nodipecten nodosus* (L.) (Mollusca: Bivalvia)**. 86f. Dissertação de Mestrado, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

REID, R.G.B.; MACMAHON, R.F.; O'FOIGHIL, D.; FINNIGAN, R. Anterior inhalant currents and pedal feeding in bivalves. **Veliger**, v. 35, p. 93-104, 1992.

RIOS, E.C. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. Fundação Cidade do Rio Grande, Rio Grande. 1985.

ROBINSON, A. Gonadal cycle of *Crassostrea gigas kumamoto* (Thunberg) in Yaquina Bay, Oregon and optimum conditions for broodstock oysters and larval culture. **Aquaculture**, v. 106, p. 89-97, 1992.

ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C.; CAVALLI, R.O. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture**, v. 34(1), p. 28-34, 2003.

RUPP, G.S. **Obtenção de reprodutores, indução a desova, cultivo larval e pós larval de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia)**. 132f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Aqüicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 1994.

RUPP, G.S. **Influences of food availability and abiotic factors on growth and survival of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment**. 203f. Doctorate thesis. Department of Biology, Memorial University of Newfoundland, 2003.

RUPP, G.S.; BEM, M.M. Cultivo de vieiras. In: Poli, C.R.; Poli, A.T.; Andreatta, E.; Beltrame, E. (ed.). **Aquicultura: Experiências brasileiras**. Multitarefa, pp. 289-308, Florianópolis. 2004.

RUPP, G.S.; THOMPSON, R.T.; PARSONS, G.L. Influence of food supply on post-metamorphic growth and survival of hatchery produced lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (L.). **Journal of Shellfish Research**, v. 23, p. 5-13, 2004

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. de. Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (L.) from a subtropical environment. **Aquaculture**, v. 243, p. 195-216, 2005.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J. Aquaculture and Fisheries in Brazil. In: Shumway, S.E.; Parsons, G.J.(ed.). **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Elsevier, pp. 1225-1250. 2006.

RUPP, G.S.; OLIVEIRA NETO, F.M. de; GUZENSKI, J. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en la region sudeste-sur de Brasil. In: Lovatelli, A.; Farias, A.; Uriarte, I (ed). **Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina**. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. Roma, FAO. pp 77-89. 2008.

RUPP, G.S. Status of Scallop Aquaculture in Brazil. **Bulletin of Aquaculture Association of Canada**, v. 107(1-2), p. 66-69, 2009.

SASTRY, A.N. The development and external morphology of pelagic larval and post-larval stages of the bay scallop *Aequipecten irradians concentricus* Say, reared in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 15(2), p. 417-435, 1965.

SARKIS, S. Culturing scallops in Bermuda: A model for the Gulf and Caribbean region. **World Aquaculture**, v. 35(4), p. 44-50, 2004.

SCHLEDER, D.D. **Parâmetros hemato-imunológicos na vieira *Nodipecten nodosus* em diferentes etapas do ciclo reprodutivo e submetida a uma dieta rica em carotenóides**. 55f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Aqüicultura, Florianópolis, SC, Brasil. 2007.

SCHLEDER, D.D.; KAYSER, M.; SÜHNEL, S.; FERREIRA, J.F.; RUPP, G.S.; BARRACCO, M.A. Evaluation of hemato-immunological parameters during the reproductive cycle of the scallop *Nodipecten nodosus* in association with a carotenoid-enriched diet. **Aquaculture**, v. 280, p. 256-263, 2008.

SHUMWAY S.E. **Scallops: biology, ecology, and aquaculture**. Elsevier, Amsterdam. 2006.

SMITH, J.T. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean province: *Lyropecten*, "*Macrochlamys*", *Vertipecten* and *Nodipecten* species. **U.S. Geological Survey Professional Paper**. 1991.

SPENCER, B.E. **Molluscan Shellfish Farming**. Blakwell Publishing, UK. 2002.

SÜHNEL, S. **Recuperação de pré-sementes da vieira *Nodipecten nodosus* (L.) após diferentes períodos de permanência no laboratório e no mar.** 54f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SÜHNEL, S.; LAGREZE, F.J.S.; FERREIRA, J.F. Recuperation of *Nodipecten nodosus* scallop spat (Linnaeus, 1758) after different periods of permanence in laboratory and in the sea. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 34(1), p. 39-47, 2008.

SÜHNEL, S. **Utilização de diferentes dietas em reprodutores da vieira *Nodipecten nodosus* (L.) em laboratório e seu efeito na maturação, no rendimento larval e na produção de pré-sementes.** 155f. Tese de Doutorado. Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

URIARTE, L.; RUPP, G.S.; ABARCA, A. Producción de juveniles de pectinídeos iberoamericanos bajo condiciones controladas. In: A.N, Maeda-Martinz (ed.). **Los Moluscos Pectinídeos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura.** Limusa, pp. 147-171, México. 2002.

URIARTE, I.; FARÍAS, A.; HERNANDEZ, J.; SHÄFER, C.; SORGELOOS, P. Reproductive conditioning of Chilean scallop (*Argopecten purpuratus*) and the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*): effects of enriched diets. **Aquaculture**, v. 230, p. 349-357, 2004.

VENTILLA, R.F. **A scallop spat collector trial off the Northern Ardnamurchan Coast.** White Fish Authority, Field Report 485. 16pp. 1977.

WALLACE, J.C. The culture of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Muller): Spat collection and growth during the first year. **Aquaculture**, v. 26, p. 311-320, 1982.

WIDMAN JR, J.C.; CHOROMANSKI, J.; ROBOHM, R.A.; STILES, S.; WIKFORS, G.H.; CALABRESE, A. **Manual for hatchery culture of the bay scallop *Argopecten irradians irradians*.** Milford, Connecticut, 49p, 2001.

WILDSH, D.; KRISTMANSON, D. **Benthic Suspension Feeders and Flow.** Cambridge University Press. 409p. 1997.

ZANETTE, G.B. **Influência do tipo de coletor e do tempo de larvicultura na taxa de assentamento da vieira *Nodipecten, nodosus* (L.) em laboratório**. 33f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

ZANETTE, G.B., FERREIRA, J.F., DA SILVA, F.C., PEREIRA, A., MELO, C.M.R. Influence of the type of collector and collector preparation periods on the setting rate of the scallop *Nodipecten nodosus* L. in the laboratory. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 1451-1458, 2009.