

Efeito da densidade inicial de cultivo sobre a produtividade de mexilhões *Perna perna* em Santa Catarina

Felipe Matarazzo Suplicy¹

Resumo – Para identificar o efeito da densidade inicial de cultivo sobre produtividade de mexilhões, 45 cordas de cultivo medindo um metro com densidades de 300, 400 e 600 indivíduos por metro foram confeccionadas e monitoradas por oito meses. O monitoramento incluiu biometrias bimestrais de mexilhões utilizando amostras compostas por segmentos da porção intermediária das cordas de cultivo de cada tratamento, medindo 33cm, e a pesagem mensal das cordas inteiras. Os resultados obtidos indicaram que a densidade inicial de cultivo não afetou a taxa de crescimento dos mexilhões, no entanto, perdas de mexilhões e de produtividade foram observadas na densidade mais elevada, após o sétimo mês de cultivo.

Termos para indexação: mexilhões; densidade; produtividade.

Evaluation of initial density effect on the productivity of *Perna perna* mussels in Santa Catarina State

Abstract – To identify the initial density effect on mussel farming productivity, 45 one-meter culture ropes with densities of 300, 400 and 600 individuals per meter were prepared and monitored for eight months. The monitoring included bi-monthly biometry of mussels from samples of 33cm of the farming cable, as well as the monthly weighing of ropes. The results indicated that the initial farming density did not affect the growth rate of mussels, however, mussel fall-off and productivity losses were observed at the highest density after the seventh month of farming.

Index terms: mussels; density; productivity.

Introdução

O cultivo de moluscos é uma atividade bem estabelecida no litoral de Santa Catarina, Brasil, onde existem 510 produtores de mexilhão em operação (SANTOS et al., 2016). Apesar das sementes de mexilhão serem coletadas com coletores artificiais, algumas regiões produtoras não apresentam uma boa captação natural e a oferta de sementes de mexilhões constitui um gargalo da atividade, sendo a maior demanda apontada por produtores (NOVAES et al., 2016). Uma técnica bastante difundida entre os produtores consiste na instalação de coletores de sementes de mexilhão próximos à superfície do mar. De maneira geral, densidades de 200 a 2.000 sementes de mexilhões por metro são comuns em épocas de captação concentradas no outono e na primavera (SILVA, 2007). Vários produtores catarinenses utilizam a técnica de plantio direto, na qual, uma vez fixadas aos cabos coletores, as sementes são mantidas no mesmo cabo até que atinjam o tama-

nho comercial de 80mm, em um processo que leva cerca de doze meses, desde a instalação dos coletores até a colheita dos mexilhões para venda.

Apesar de serem considerados animais sésseis, os mexilhões se movimentam lentamente soltando e fixando novos biscoes, buscando um melhor espaço para crescer e se alimentar entre os demais mexilhões. À medida que crescem, o substrato no cabo de cultivo fica limitado aos mexilhões mais próximos deste, de forma que a maior parte dos animais fica aderida pelo biscoe a outros mexilhões, formando agrupamentos com várias camadas. Em condições de mar agitado, alguns agrupamentos contendo vários mexilhões se desprendem da corda de cultivo e caem até o fundo do mar. O espaço livre no cabo é logo ocupado pelos mexilhões remanescentes, em um processo de autoajuste da densidade (BONARDELLI, 2006).

O autoajuste populacional, devido à limitação de espaço ou de alimento, é um mecanismo natural observado em várias espécies de bivalves (FRÉCHETTE & LEFAIVRE, 1990). Também foi obser-

vado que o crescimento e a sobrevivência de várias populações de animais bentônicos filtradores são dependentes da densidade, mas geralmente é difícil separar se o alimento ou o espaço é o fator limitante (FRÉCHETTE & LEFAIVRE, 1990). A densidade de sementeira dos mexilhões afeta a produtividade de mexilhões e a capacidade de geração de receita nos empreendimentos (BONARDELLI, 2006). Por esse motivo, é desejável ajustar a densidade de cultivo para o maior nível possível e, ao mesmo tempo, mantê-la abaixo do limite além do qual a competição intraespecífica por espaço e alimento se inicia. Esta densidade é também conhecida como densidade de estocagem ideal (FRÉCHETTE et al., 1996). A densidade ideal de estocagem permite que os mexilhões cresçam mais rápido e uniformemente, e quanto mais rápido eles crescerem, menor será a quantidade de incrustações nas conchas (MACEDO et al., 2012) e melhor será o aproveitamento dos recursos de produção. O presente artigo tem a finalidade de apresentar os resultados de uma pesquisa que objetivou analisar o

Recebido em 8/8/2017. Aceito para publicação em 15/12/2017.

¹ Biólogo, Ph.D., Epagri / Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), Rodovia Admar Gonzaga, 1.188, Bairro Itacorubi, 88010-970 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br

efeito da densidade inicial de estocagem de sementes sobre a produtividade de mexilhões *Perna perna* (L.1758).

Material e métodos

Sementes de mexilhões obtidas a partir da captação natural em coletores foram classificadas com uma grade para selecionar somente indivíduos com comprimento de concha entre 30 e 45mm (Figura 1A). A biometria de uma amostra das sementes classificadas indicou o comprimento médio de concha de 37mm ($\pm 3,3$ mm; n=50).

As sementes foram utilizadas para a confecção de cordas de cultivo com comprimento útil de um metro. As cordas foram confeccionadas utilizando-se um cabo central modelo "Megalooop" da marca Quality Equipment, contendo filamentos com alças de 2,5cm de comprimento (Figura 1B) e uma malha tubular externa de algodão com diâmetro de 100mm. As sementes foram posicionadas entre o cabo central e a malha externa de algodão, com auxílio de um tubo de PVC de 100mm, originando cordas de cultivo de formato cilíndrico (Figura 1C). Em julho de 2016 foram manufaturadas 45 cordas de cultivo, sendo 15 de cada densidade inicial: 300, 400 e 600 mexilhões/metro. A quantidade de mexilhões utilizada em cada tratamento foi medida de forma indireta, através da relação entre o volume e quantidade de sementes provenientes de três amostras aleatórias coletadas entre as sementes classificadas. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado e todas as cordas de cultivo foram instaladas em um *longline* duplo mantido na área experimental de maricultura do Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca da Epagri, na Ponta do Sambaqui, Florianópolis. (27° 31'45.94" S; 48° 31'40.01" W).

A cada dois meses, amostras contendo segmentos de 33cm de comprimento da porção intermediária de três cordas de cada tratamento foram retiradas do mar. Todos os indivíduos de cada amostra tiveram seu comprimento de concha medidos com paquímetro eletrônico com precisão de 0,01mm e foram separados em quatro classes de tamanho: Semente (comprimento de concha entre 10mm a 35mm); Pequeno (comprimento entre 35,5mm a 55 mm);



Figura 1. (A) Grade de classificação de sementes com comprimento de concha entre 30 a 45mm; (B) Cabo *Megalooop* para cultivo de mexilhões; (C) Cordas de cultivo com cabo *Megalooop*, sementes de mexilhões e malha externa tubular de algodão

Médio (comprimento entre 55,5mm a 75mm); e Comercial (comprimento superior a 75mm).

Durante oito meses, mensalmente foi realizada a pesagem das cordas de cada tratamento, até que elas fossem utilizadas na coleta de amostras de mexilhões, quando então eram descartadas da pesagem. Dessa forma, o número de cordas que foram pesadas iniciou com 15 e terminou com apenas 3 em cada tratamento.

Para separar a população de mexilhões inicialmente inseridos nas cordas de cultivo das novas sementes de mexilhões que se aderiram nas cordas ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foi assumido que os comprimentos de concha iniciais de todos os mexilhões estariam situados dentro da faixa de comprimento prevista pela curva de crescimento de Von Bertalanffy, calculada para o mexilhão *Perna perna* cultivado em Santa Catarina por Suplicy (2003), que equivale a $\pm 1,73$ vezes o desvio padrão do comprimento de concha dos indivíduos da amostra.

As curvas de crescimento dos mexilhões de cada densidade foram estimadas a partir da média aritmética do comprimento de concha dos indivíduos amostrados em cada biometria e utilizando a função de Gompertz:

$$Ct = C\infty + a \times \epsilon [-\epsilon(-(t-t0)/k)]$$

Onde Ct é o comprimento de concha no tempo t (mm), $C\infty$ é uma constante que representa o comprimento assintótico, constante k representando a taxa com que o comprimento assintó-

tico é alcançado e $t0$ uma terceira constante representando o tempo quando $Ct = 0$. ϵ é a base dos logaritmos naturais. Os parâmetros a e k foram estimados minimizando as somas residuais dos quadrados para cada conjunto de dados através do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) (STONE & BROOKS, 1990) e os parâmetros Ct e $t0$ foram tratados como parâmetros globais, isto é, compartilhados entre todos os conjuntos de dados.

Ao final de oito meses, foi realizada uma avaliação de produtividade, expressa pelo percentual de mexilhões com tamanho comercial e pelo rendimento de peso destes mexilhões adultos, e uma avaliação do rendimento de carne cozida dos mexilhões (RC) com a adoção do procedimento descrito por Ferreira et al. (2006):

a) 1 kg de mexilhões com conchas de 75 a 85mm de comprimento, o que corresponde a 22 indivíduos, foi coletado ao acaso entre os mexilhões com tamanho comercial nas amostras de cada tratamento utilizadas na última biometria bimestral; b) limpeza das conchas dos animais pertencentes às amostras; c) corte do bisso; d) secagem das conchas com papel toalha; e) pesagem das amostras utilizando balança digital com acurácia de 0,01 Kg; e) cozimento dos animais de cada amostra em 300ml de água, durante 300 segundos após o início da fervura, ponto em que todos os indivíduos se apresentavam abertos e cozidos; f) desconche (separação da carne e concha) dos mexilhões das

amostras; g) pesagem da carne proveniente das amostras e h) cálculo do rendimento de carne cozida das amostras, utilizando a equação:

$$RC (\%) = \frac{\text{peso de carne cozida} \times 100}{\text{peso total}}$$

Para avaliar os efeitos da densidade inicial sobre a distribuição dos animais nas classes de tamanho, sobre o comprimento médio de concha, sobre a produtividade de mexilhões acima do tamanho comercial e sobre o rendimento de carne após oito meses de cultivo, as distribuições dos dados foram previamente verificadas quanto a sua normalidade com teste de Anderson-Darling, seguido da aplicação de Análise de Variância (ANOVA) e do teste Tukey de separação de médias com um nível de significância de 0,05.

Resultados e discussão

O acompanhamento do número de mexilhões nas cordas evidenciou que é muito difícil controlar a densidade de cultivo em locais com um assentamento contínuo de sementes. A Figura 2 mostra que as cordas com menor densidade (300 mexilhões/ por metro), praticamente dobraram o número de indivíduos iniciais para uma média de 585 indivíduos/ metro após seis meses de cultivo, superando o tratamento de maior densidade (600 mexilhões/metro), com uma média de 747 mexilhões por metro no sétimo e 615 no oitavo mês, respectivamente, com um ingresso menos expressivo de novas sementes, chegando a uma média de 565 mexilhões por metro e 41% a mais do que a densidade inicial após oito meses de cultivo. Já no tratamento com maior densidade, o número de mexilhões se manteve elevado,

foi acrescido com o ingresso de sementes na corda e atingiu a média máxima de 733 mexilhões por metro no sétimo mês. No entanto, no oitavo mês foram observadas perdas de mexilhões nas cordas mais densas e o número foi reduzido para uma média de 451 mexilhões por metro, o que corresponde a 24,8% a menos do que a densidade inicial.

As frequências de mexilhões por classe de comprimento de conchas apresentadas na Figura 3 evidenciam a presença de dois grupos de mexilhões nas populações das cordas, independentemente da densidade de cultivo utilizada: Um grupo formado pelos mexilhões inicialmente utilizados na confecção das cordas e um outro grupo formado por mexilhões jovens que aderiram naturalmente às cordas durante sua permanência no mar. A fixação de sementes ocorreu intensamente nas três densidades de cultivo testa-

das.

Após oito meses de cultivo foi possível verificar que a densidade inicial não interferiu na frequência percentual dos mexilhões nas diferentes classes de tamanho (Figura 4).

Considerando apenas o comprimento médio de concha dos mexilhões introduzidos no início do experimento, foi possível observar que os animais se desenvolveram em conformidade com a curva de crescimento de Gompertz, com um R² elevado para todas as densidades de cultivo testadas (Figura 5):

600/m

$$Ct = 36,65(\pm 1,53) + 43,51(\pm 2,67) \times e \left[-e \left(-\frac{(t-3,50)(\pm 0,16)}{1,98(\pm 0,18)} \right) \right]$$

R²=0,99; N=16

400/m

$$Ct = 36,65(\pm 1,53) + 43,08(\pm 2,83) \times e \left[-e \left(-\frac{(t-3,50)(\pm 0,16)}{2,10(\pm 0,12)} \right) \right]$$

R²=0,95; N=16

300/m

$$Ct = 36,65(\pm 1,53) + 46,79(\pm 3,00) \times e \left[-e \left(-\frac{(t-3,50)(\pm 0,16)}{2,41(\pm 0,15)} \right) \right]$$

R²=0,98; N=16 ▶

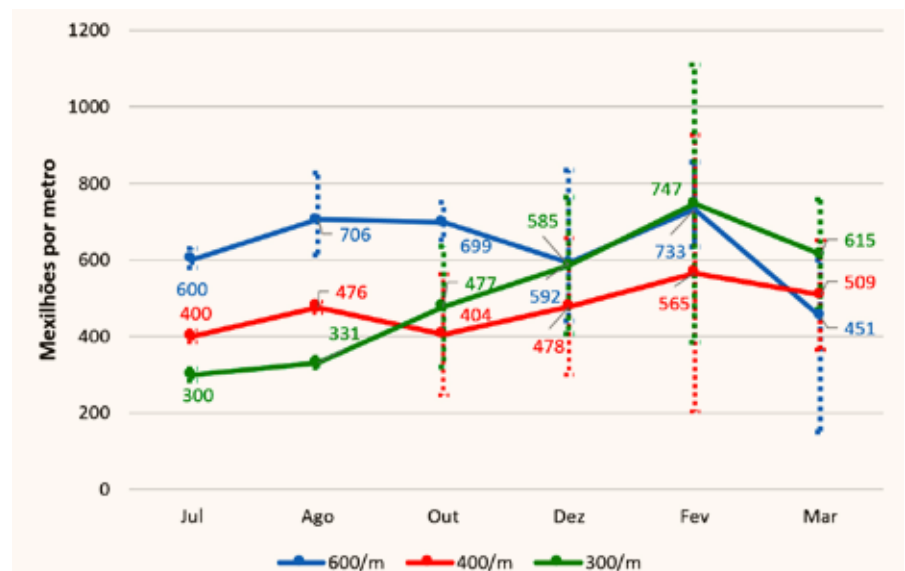


Figura 2. Evolução da densidade média de mexilhões ao longo do período de cultivo (julho de 2016 a março de 2017).

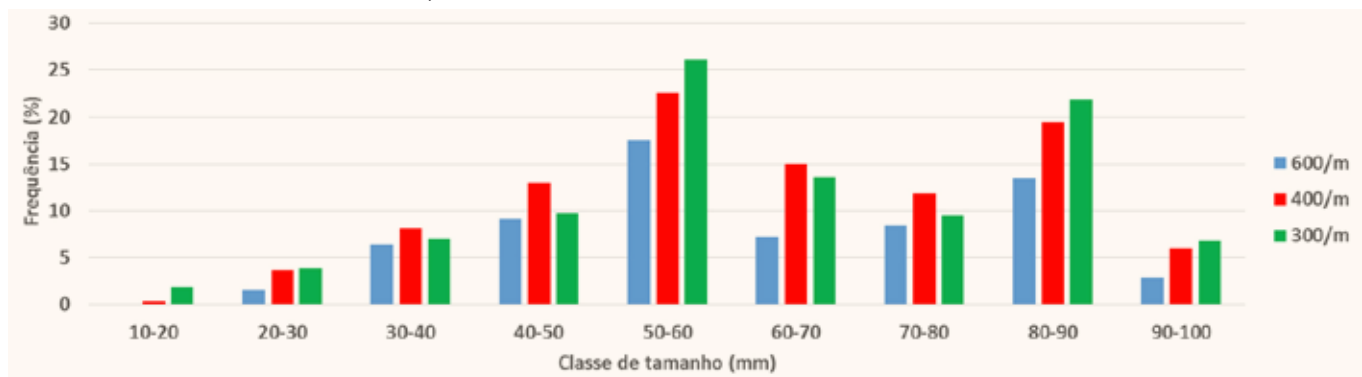


Figura 3. Distribuição de frequência percentual de comprimento de concha de mexilhões de acordo com a densidade inicial de estocagem, após oito meses de cultivo

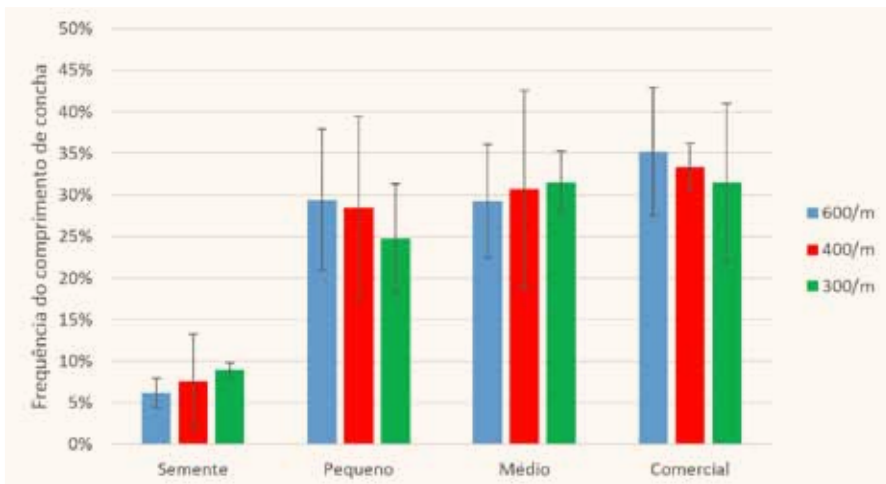


Figura 4. Frequência percentual de distribuição dos mexilhões nas classes de tamanho, nas três densidades testadas, após oito meses de cultivo

As biometrias bimestrais permitiram verificar que nos primeiros dois meses a taxa de crescimento dos animais é mais lenta, acelerando entre o quarto e o sexto mês de cultivo e atingindo uma assíntota próxima ao comprimento médio de concha de 76,8mm. As densidades iniciais de cultivo não afetaram a taxa média de crescimento dos mexilhões. Esses pontos da curva são compostos pelo comprimento de concha inicial de 3,8cm para todas as densidades, além de quinze médias de comprimento de concha, resultantes de cinco biometrias com três médias para cada densidade.

As pesagens mensais das cordas de mexilhões permitiram verificar que as densidades iniciais influenciaram o peso total das cordas de cultivo. Cordas com maiores densidades de

mexilhões apresentaram maiores pesos em relação às de menor densidade. Cordas de cultivo com densidades iniciais de 600 mexilhões/metro atingiram o peso médio de 22,93kg aos sete meses de cultivo, cordas com densidade de 400 mexilhões/metro, 18,53kg e cordas com 300 mexilhões/metro 17,69kg. Entretanto, a partir do sétimo mês, os blocos de mexilhões passaram a se soltar das cordas com maior densidade, reduzindo seu peso médio para 16,06kg (Figuras 6 e 7), enquanto as cordas com 300 e 400 indivíduos por metro atingiram o peso médio de 22,08kg e 22,90kg, respectivamente (Figura 6).

Assim como o peso da corda que não diferiu entre as densidades iniciais de 300 e 400 mexilhões por metro, na avaliação de rendimento de peso in natura de mexilhões com tamanho de

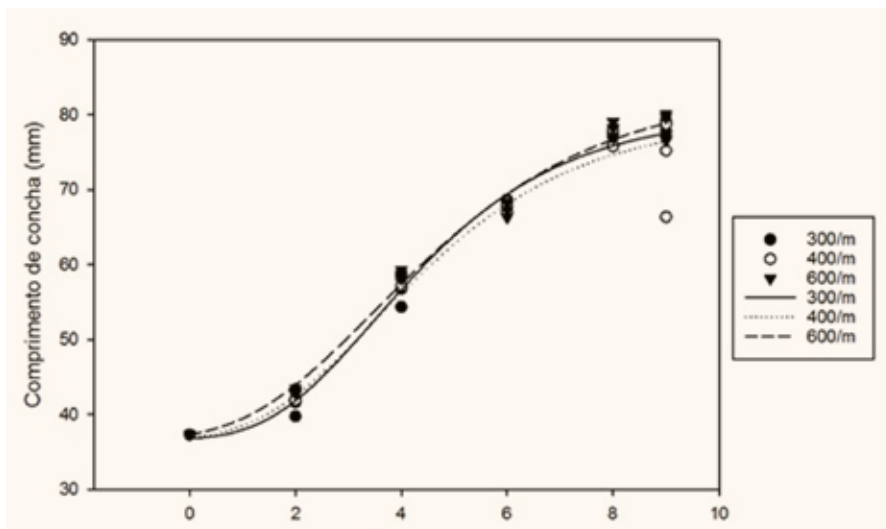


Figura 5. Curvas de Gompertz para comprimento de concha de mexilhões cultivados nas densidades de 300, 400 e 600 mexilhões por metro

comprimento acima de 75mm, não foi possível identificar uma produtividade significativamente maior na corda com menor densidade. A produtividade, expressa pelo percentual de mexilhões com tamanho comercial após oito meses de cultivo, variou desde um mínimo de 820g na densidade inicial de 600 mexilhões por metro, que equivale a 13,8% do peso total da corda, que após perdas por despencamento foi reduzido para apenas 5,96kg, até um máximo de 15,4kg, que equivale a 64,4% do peso total de uma corda com a densidade de 300 mexilhões por metro (Figura 8). Reunindo os resultados de todas as densidades testadas, o rendimento médio de mexilhões em tamanho comercial foi de 8,95kg m⁻¹.

Ao final do período de oito meses, mexilhões com comprimento de concha entre 75 e 85mm, de todas as três densidades de cultivo, apresentaram um rendimento médio de carne cozida em relação ao peso vivo de 16,46% (± 0,45).

Conclusão

Os resultados obtidos indicam que é praticamente impossível controlar a densidade de cultivo em áreas com captação natural de sementes de mexilhão. Embora a competição por espaço e alimento seja constante entres esses animais filtradores, não foram observadas evidências que indiquem diferenças nas curvas de crescimento dos mexilhões com diferentes densidades iniciais durante oito meses de cultivo na Ponta do Sambaqui. No entanto, as densidades iniciais testadas interferem na produtividade das cordas de mexilhão, devido a perdas por despencamento na densidade de mais elevada. Quanto ao rendimento de carne, não houve diferenças relacionadas à densidade de cultivo.

Agradecimentos

Agradeço aos Senhores Jam Antunes França, João José Teixeira Filho e Vicente Júlio Siegel pelo apoio durante a condução dos experimentos no mar.

Referências

BONARDELLI, J. Sock spat for higher density. **Fish Farming International**, London, v.33, n.9, p.26-27, Setembro, 2006.

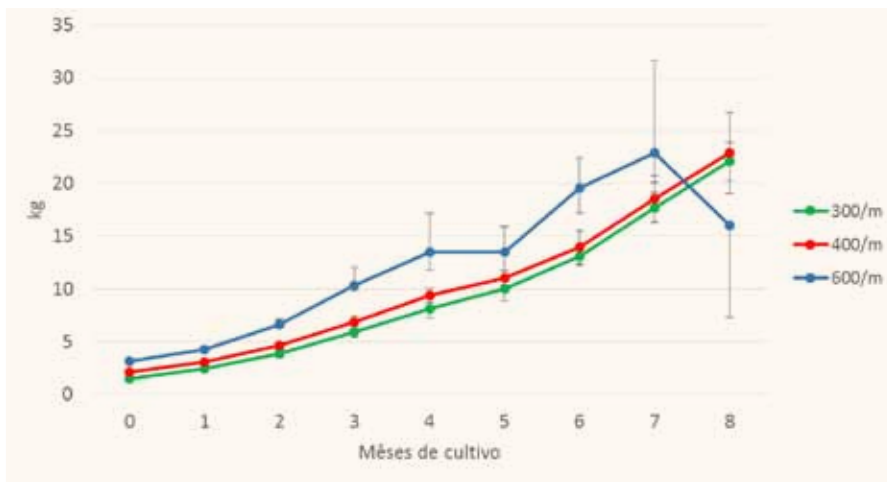


Figura 6. Evolução do peso total de cordas de mexilhão com densidades de 300, 400 e 600 indivíduos por metro, ao longo do período de cultivo (julho de 2016 a março de 2017).

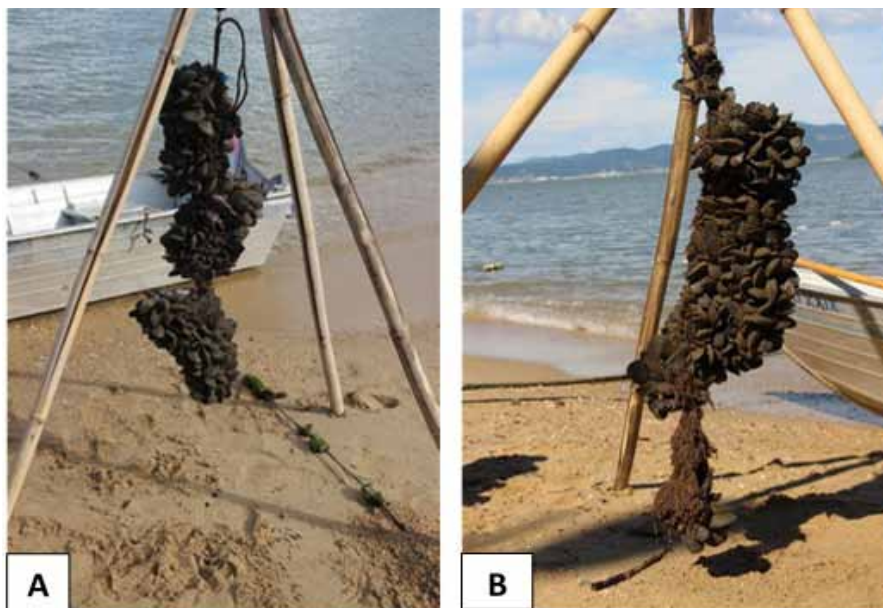


Figura 7. (A): Corda de mexilhão com densidade de 600 mexilhões/metro soltando blocos de mexilhão; (B): Corda de mexilhões apresentando uma fração do cabo central já sem mexilhões aderidos.

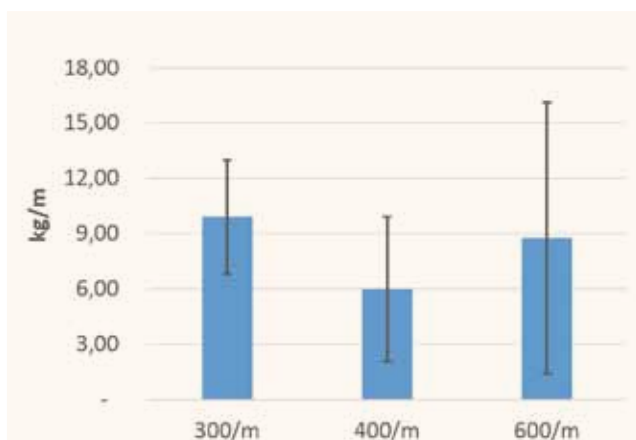


Figura 8. Rendimento médio de peso de mexilhões com comprimento de concha acima de 75mm de comprimento, após oito meses de cultivo.

SANTOS, A.A.; MARCHIORI, N.C.; GIUSTINA, E.G.D. Síntese Informativa da Maricultura-2016. EPAGRI, Florianópolis, 2016. 8p. Disponível em < <http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Sintese-informativa-da-maricultura-2016.pdf> >. Acesso em: 30 out. 2017. FERREIRA, J.F.; OLIVEIRA NETO, F.M.; MARENZZI, A.C.; TUREK, C.; DA SILVA, R.T. Coletores de sementes de mexilhão: A opção do mitilicultor catarinense para retomar o crescimento da produção. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.16, n.96, p.43-48, agosto 2006.

FRÉCHETTE, M.; BERGERON, P.; GAGNON, P. On the use of self-thinning relationships in stocking experiments. **Aquaculture**, Amsterdam, v.145, n.1-4, p.91-112, outubro 1996.

FRÉCHETTE, M.; LEFAIVRE, D. Discriminating between food and space limitation in benthic suspension feeders using self-thinning relationships. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf, v.65, p.15-23, julho 1990.

MACEDO, P. P. B.; MASUNARI, S.; CORBETTA, R. Crustáceos decápodos associados às cordas de cultivo do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha – SC. **Biota Neotropica**, Campinas, v.12, n.2, abril/junho 2012.

NOVAES, A.L.T.; SOUZA, R.V.; GIUSTINA, E.G.D. **Métodos para obtenção de sementes de mexilhões alternativas à retirada de bancos naturais**. Florianópolis, Epagri. 2016. 45p. (Boletim Didático n.116).

SILVA, R. T. **Obtenção de sementes e ciclo reprodutivo do mexilhão *Perna perna* (L.) em áreas de produção do estado de Santa Catarina**. 2007. 43f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

SUPLICY, F. M. **Population and ecophysiological modelling of the cultured mussel *Perna perna*: towards the development of a carrying capacity model**. 2003. 211f. Ph.D. Thesis (Doctorate in Aquaculture) – School of Aquaculture, University of Tasmania, Launceston, TAS, 2003.

STONE, M.; BROOKS, R.J. Continuum Regression: Cross-Validated Sequentially Constructed Prediction Embracing Ordinary Least Squares, Partial Least Squares and Principal Components Regression. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, London, v.52, n.2, p.237-269, 1990. ■