

Crescimento e Produção da Macroalga *Gracilaria domingensis* cultivada em consórcio com camarão

Dinaelza Castelo-Pereira¹, Marcella Araújo do Amaral Carneiro²,
Carolina Angélica de Araújo Azevedo³ e Eliane Marinho-Soriano⁴

Introdução

A aqüicultura costeira esta assumindo um importante papel na produção mundial de alimentos [1]. Entretanto, esta atividade vem se tornando um novo contribuinte a degradação ambiental e enfrenta o desafio de um desenvolvimento com uma perspectiva integrada envolvendo avanço econômico e preservação ambiental, através de tecnologias que utilizem o meio ambiente, sem, no entanto alterar o funcionamento do ecossistema adjacente [2]. Neste sentido, a maricultura integrada tem sido descrita como uma alternativa capaz de restaurar a qualidade da água e promover saúde ao meio ambiente [2].

Vários estudos [3, 4, 5, 6, 7] têm relatado que os efluentes dos cultivos intensivos e semi-intensivos de maricultura podem ser utilizados como fonte de nutrientes para a produção intensiva de macroalgas marinhas e ao mesmo tempo reduzir a descarga de nutrientes dissolvidos para o ambiente. As macroalgas atuando como biofiltros podem absorver quantidades significativas de nutrientes e utilizá-los para seu posterior crescimento.

Nos sistemas de aqüicultura a maior parte do nitrogênio e fósforo disponível é proveniente da excreção animal, e geralmente esta disponível sob a forma de amônio (NH₄) e ortofosfato (PO₄) [8]. Em geral, esses elementos são as formas de nutrientes preferidos pelas macroalgas [9].

O presente estudo teve como objetivo analisar o efeito dos parâmetros ambientais sobre o crescimento da macroalga *Gracilaria domingensis* (Rhodophyta) cultivada em viveiros de camarão.

Material e métodos

A. Local de Estudo

Este experimento foi conduzido em viveiros de camarão em uma fazenda (TECNARÃO[®] Ltda) localizada no Município de Arez-RN (06°12'10''S, 35°09'00''W), em dois períodos (estação chuvosa e seca).

B. Estrutura de cultivo

Para este estudo foi confeccionada uma gaiola (1,50m x 0,50m x 0,15m) subdividida em três compartimentos (0,50m x 0,50m x 0,15m), dentro dos

quais foram adicionados 1Kg da macroalga *Gracilaria domingensis*. A gaiola foi colocada no viveiro, presa através de cordas nylon amarradas a duas estacas de madeira com uma bóia em cada extremidade da gaiola (Fig. 1).

C. Biomassa, Taxa de Crescimento e Parâmetros Ambientais.

Quinzenalmente as algas eram coletadas, limpas e pesadas, verificando-se a sua biomassa e taxa de crescimento relativo (TCR). A TCR foi calculada a partir da fórmula: $TCR = [\ln(Pf/Pi)/(Tf-Ti)] \times 100$, onde Pi corresponde ao peso inicial (g), Pf ao peso final (g) e Tf -Ti é o intervalo de tempo entre as duas medidas [10].

Os dados de temperatura, salinidade, transparência da água e oxigênio dissolvido foram determinados diariamente enquanto que o pH e nutrientes dissolvidos (NH₄, NO₃, NO₂ e PO₄) foram analisados quinzenalmente. A análise da água coletada para os nutrientes dissolvidos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Strickland & Parsons [11].

Resultados

As maiores médias de biomassa e TCR foram registradas aos 15 dias de cultivo, em ambos os períodos de estudo (Tab. 1). Embora na estação seca valores superiores ao inóculo inicial (1,0 Kg) tenham sido observados, nenhuma diferença significativa entre a biomassa obtida na estação chuvosa e seca ($t=0,16$; $p>0,05$) foi verificada. A TCR também não apresentou diferença significativa entre os períodos ($t=0,13$; $p>0,05$) e sua evolução foi semelhante a da biomassa. Os maiores valores de TCR foram 2,96%.dia⁻¹ e 1,68%.dia⁻¹ para a estação chuvosa e seca respectivamente. Foram encontradas correlações entre a biomassa e TCR com o amônio ($r = -0,69$; $p < 0,05$ e $r = -0,68$; $p < 0,05$) com o ortofosfato ($r = 0,66$; $p < 0,05$ e $r = 0,68$; $p < 0,05$) e transparência da água ($r = -0,80$; $p < 0,01$ e $r = 0,82$; $p < 0,05$) na estação chuvosa.

B. Parâmetros Ambientais

A média da temperatura registrada foi $27,5 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $29,4 \pm 0,89^{\circ}\text{C}$ para a estação chuvosa e seca respectivamente, sem mudanças significativas durante o experimento. Como esperado a salinidade apresentou valores mais baixos durante a estação chuvosa (12‰) e

1. Aluna de Iniciação Científica do Laboratório de Macroalgas, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Praia de Mãe Luiza, Via Costeira s/n, 59014-100 Natal-RN. E-mail: dinacastelo@oi.com.br.

2. Aluna de Mestrado em Bioecologia Aquática do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: marcellamaral@hotmail.com

3. Estagiária do Laboratório de Macroalgas, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: lmacroalgas@dol.ufrn.br.

4. Professora Adjunta do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: lmacroalgas@dol.ufrn.br.

elevados na seca (40%). O pH e transparência da água também variaram ao longo do estudo ($p < 0,01$). Os nutrientes analisados (NH_4 , NO_2 , NO_3 e PO_4) apresentaram variação significativa. Os valores médios do NH_4 foram mais elevados durante a estação chuvosa ($8,81 \pm 4,92 \mu\text{mol/L}$), enquanto o inverso era observado para o PO_4 ($0,34 \pm 0,24 \mu\text{mol/L}$) com concentrações mais altas registradas na estação seca. Em relação ao NO_3 e NO_2 pode-se observar que houve variações ao longo do estudo ($p < 0,001$), no entanto, a média para os dois nutrientes foi bastante semelhante em ambas estações (Tab. 1).

Discussão

A biomassa e o crescimento de *G. domingensis* variou de maneira significativa durante o período de estudo, independente da estação do ano. Em geral o ganho de biomassa foi bastante modesto ao longo do estudo, embora valores satisfatórios de biomassa (~1,500 g) e TCR (~3%) tenham sido registrados aos 15 dias de cultivo, durante a estação chuvosa. Alguns estudos demonstraram que o fraco desempenho de *Gracilaria* cultivada em efluentes está relacionado à qualidade da água, que não é adequada para manter o crescimento da alga [12].

Em geral, os viveiros apresentam grandes quantidades de partículas em suspensão, pouco movimento de água e alta concentração de nutrientes [7]. No presente estudo, a interação desses fatores deve ter provavelmente atuado de maneira negativa sobre o desenvolvimento da alga, o qual foi traduzido pelo baixo crescimento obtido. Outros fatores, como por exemplo, a salinidade e luminosidade também contribuíram para o baixo desempenho da macroalga. A salinidade teve um forte efeito sobre o crescimento em ambos os períodos estudados. Na estação chuvosa foi observada uma brusca queda desta variável (25-12%), enquanto na estação seca o inverso foi observado (34-40%). O efeito negativo das mudanças acentuadas de salinidade, também foi relatado por Daugherty [13] e Chirapart [14].

Em relação a luminosidade, pode-se observar que vários fatores interferiram sobre a disponibilidade de luz ao nível das gaiolas de cultivo. De maneira geral, a intensidade de luz foi reduzida, principalmente pela elevada turbidez ocasionada por uma grande quantidade de matéria em suspensão e por epífitas do gênero *Enteromorpha* que cresceram sobre as algas e gaiolas. Estas interferências em relação à captação da luz pelas macroalgas também foram descritas por Nelson *et al.* [15] e Marinho-Soriano [7].

Embora a disponibilidade de nutrientes seja um fator preponderante para o desenvolvimento das macroalgas, em alguns casos, ele pode causar um efeito inverso [16]. Nesse estudo o efeito negativo do NH_4 sobre o crescimento de *G. domingensis* foi confirmado pela correlação negativa entre esta variável e a TCR ($r = -0,68$). Estudos anteriores têm demonstrado que as macroalgas expostas a altas concentrações de NH_4 podem apresentar baixas taxas de crescimento, devido à toxicidade desta forma nitrogenada [8, 17].

De acordo com os resultados obtidos, vários fatores

ambientais influenciaram o crescimento de *G. domingensis*. Além disso, a baixa produtividade alcançada nesse experimento pode representar a resposta fisiológica da alga, em um ambiente hipereutrófico, no qual altas concentrações de nutrientes são disponíveis na coluna da água.

Agradecimentos

Este estudo teve o apoio financeiro do CNPq e do Banco do Nordeste do Brasil.

Referências

- [1] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), The State of World Aquaculture 2003 [Online]. Homepage: (<http://www.fao.org/figis/servlet/topic?fid=13540>)
- [2] TROELL, M.; HALLING, C.; NEORI, A.; CHOPIN, T.; BUSCHMANN, A.H.; KAUTSKY, N.; YARISH, C. 2003. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture* 226: 69–90.
- [3] COHEN I. & NEORI, A. 1991. *Ulva lactuca* biofilters for marine fishponds effluents. *Botanica Marina* 34: 475–482.
- [4] JIMENEZ DEL RIO, M., RAMAZANOV, Z. & GARCÍA-REINA, G. 1994. Optimization of yield and biofiltering efficiencies of *Ulva rigida* C. Ag. Cultivated with *Sparus aurata* L. wastes waters. *Sci Mar*. 58: 329-335.
- [5] BUSCHMANN, A. H., MORA, O. A., GÓMEZ, P., BÖTGER, M., BUITANO, S., RETAMALES, C., VERGARA, P. A., GUTIERREZ, A. 1994. *Gracilaria* tank cultivation in Chile: use of land based salmon culture effluent. *Aquaculture Eng.* 13: 283-300.
- [6] JONES, A.B.; DENNISON, W.C. AND PRESTON, N.P. 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture* 193: 155-178.
- [7] MARINHO-SORIANO, E.; MORALES, C. & MOREIRA, W.S.C. 2002. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. *Aquaculture Research* 33: 1081-1086.
- [8] MATOS, J., COSTA, S., RODRIGUES, A., PEREIRA, R., SOUZA-PINTO, I. 2006. Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal. *Aquaculture*, 252: 31-42.
- [9] DEBOER J.A. 1981. Nutrients. In: The biology of seaweeds. (eds. by Lobban C.S. & Wynne, M.J.). University of California, Berkeley, p. 354-392.
- [10] DE CASABIANCA M.L., MARINHO-SORIANO E. & LAUGIER T. 1997. Growth of *Gracilaria bursa-pastoris* in a mediterranean lagoon: Thau, France. *Botanica Marina*: 40: 29-37.
- [11] STRICKLAND J.D.H. & PARSONS T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada*, Ottawa, 310p.
- [12] NEORI, A., SPIGHEL, M., BEN-EZRA, D. 2000. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweeds and abalone. *Aquaculture*, 193: 239-248.
- [13] DAUGHERTY, B.K. & BIRD, K.T. 1988. Salinity and temperature effects on agar production from *Gracilaria verrucosa* strain G-16. *Aquaculture* 75: 105-113.
- [14] CHIRAPART, A. & LEWMANOMONT K. 2004. Growth and production of Thai agarophyte culture in natural pond using the effluent seawater from shrimp culture. *Hydrobiologia* 512: 117-126.
- [15] NELSON, S. G., GLENN, E. P., CONN, J., MOORE, D., WALSH, T., AKUTAGAWA, M. 2001. Cultivation of *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in shrimp-farm effluent ditches and floating cages in Hawaii: a two-phase polyculture system. *Aquaculture* 193: 239-248.
- [16] PECKOL, P.; RIVERS, J.S. 1995. Physiological responses of the opportunistic macroalgae *Cladophora vagabunda* (L.) van den Hoek and *Gracilaria tikvahiae* (McLachlan) to environmental disturbances associated with eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190: 1-6.
- [17] LAPOINTE, B.E. & RYTHER, J.H. 1979. The effects of nitrogen and seawater flow rate on the growth and biochemical

composition of *Gracilaria foliifera* v. *angustissima*. Mass outdoor cultures. *Botânica Marina*, 25: 529-537.

Tabela 1. Resultados de biomassa, TCR e parâmetros ambientais nos dois períodos de estudo.

	Média	Min - Máx	ANOVA	
			F_{cal}	Probabilidade
<i>Estação Chuvosa</i>				
Biomassa (g)	851,5±480,4	(428,3-1515,7)	6,28	<0,05*
TCR (%.dia ⁻¹)	0,84±1,30	(0,00-2,96)	4,40	<0,05*
Temperatura (°C)	27,5±1,3	(26,9-29,3)	1,42	0,263
Salinidade (‰)	20,0±4,9	(12,0-25,0)	7885,71	< 0,001**
pH	8,35±0,22	(8,1-8,7)	13,27	< 0,001**
Oxigênio (mg.L ⁻¹)	8,59±5,23	(5,9-15,3)	0,96	0,490
Transparência (cm)	33,25±5,13	(30,0-45,0)	8635,71	< 0,001**
Amônia (μmol/L)	8,81±4,92	(2,8-15,1)	354,04	< 0,001**
Nitrato (μmol/L)	0,72±0,56	(0,27-1,96)	201,25	< 0,001**
Nitrito (μmol/L)	0,20±0,20	(0,1-0,7)	1703,53	< 0,001**
Ortofosfato (μmol/L)	0,34±0,24	(0,14-0,88)	201,25	< 0,001**
<i>Estação Seca</i>				
Biomassa (g)	830,13±445,4	(235,0-1268,7)	2,97	<0,05*
TCR (%.dia ⁻¹)	0,52±1,30	(0,00-1,68)	7,35	<0,001**
Temperatura (°C)	29,4±0,9	(28,9-29,9)	1,24	0,339
Salinidade (‰)	38,3±2,7	(34,0-40,0)	13,04	< 0,001**
pH	8,07±0,17	(7,9-8,3)	6,93	< 0,001**
Oxigênio (mg.L ⁻¹)	7,01±1,38	(6,3-8,7)	0,98	0,479
Transparência (cm)	26,5±1,65	(24-29)	15,68	< 0,001**
Amônia (μmol/L)	4,19±1,09	(0,12-7,17)	6,07	< 0,001**
Nitrato (μmol/L)	0,99±1,33	(0,00-4,23)	82,97	< 0,001**
Nitrito (μmol/L)	0,12±0,09	(0,00-0,27)	64,06	< 0,001**
Ortofosfato (μmol/L)	0,69±0,33	(0,31-1,14)	22,40	< 0,05*

Valores marcados com (**) indicam variações altamente significativas e (*) significativas.

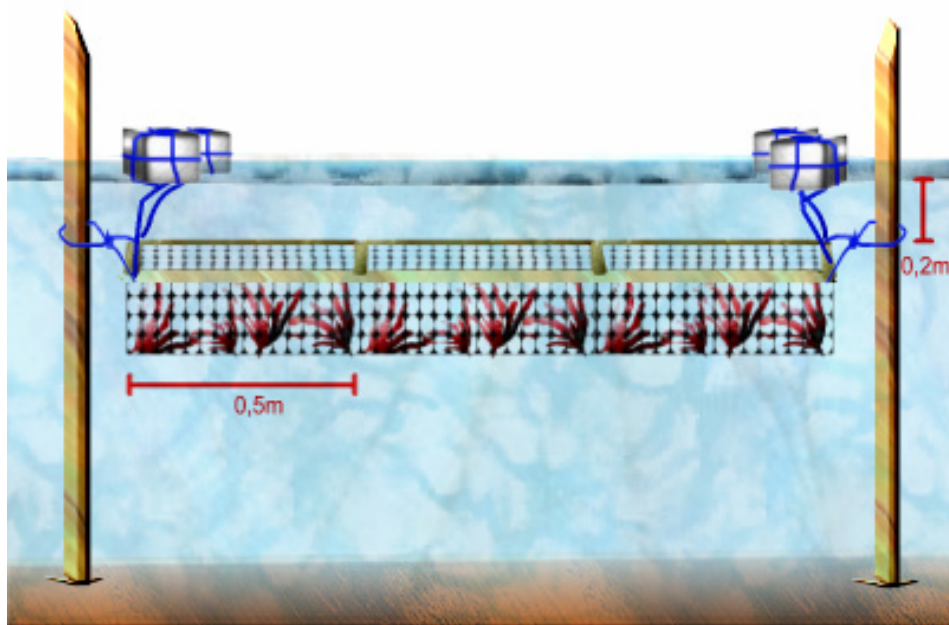


Figura 1. Estrutura de cultivo utilizada no experimento.