

INFLUÊNCIA DA PREDACÃO NA MARICULTURA DE *HYPNEA MUSCIFORMIS* (RHODOPHYTA, GIGARTINALES)*

GRAZING EFFECTS ON THE MARICULTURE OF THE RED ALGAE *HYPNEA MUSCIFORMIS* (RHODOPHYTA, GIGARTINALES)

FLÁVIO A. DE SOUZA BERCHEZ**

RICARDO T. DE LIMA PEREIRA***

HÉLCIO L. DE ALMEIDA MARQUES***

RESUMO

Hypnea musciformis é a única espécie utilizada atualmente no Brasil para a produção de carragenano do tipo k. Como a produção natural é errática em espaço e tempo, vários experimentos tem sido feitos para determinar a viabilidade de seu cultivo no mar. Neste trabalho, a influência da pastagem por herbívoros em cultivos dessa espécie foi estudada durante um período de dois anos, através da comparação dos pesos de inóculos protegidos e expostos. Os resultados evidenciaram que, em experimentos com duração igual à 15 dias, a predação por herbívoros era responsável por uma redução acentuada da biomassa nas replicatas não protegidas, próxima a 100% do peso inicial, inviabilizando esses cultivos na maioria do ano. O uso de redes horizontais presas à flutuadores como substrato para os inóculos e a escolha do local de cultivo mostraram ser formas eficientes de prevenção contra a predação.

PALAVRAS CHAVE: predação, maricultura, *Hypnea musciformis*

* Parcialmente financiado por International Foundation for Science, Stockholm, Suécia (IFS-506-2)

** Inst. de Biociências e CEBIMar, Universidade de São Paulo, Cx. P. 11.461, São Paulo, Brasil

*** Inst. de Pesca, CPA-SAA Cais do Porto, Cx. P. 28, Ubatuba, SP, Brasil

ABSTRACT

H. musciformis is the only species utilized so far in Brasil as raw material to the production of k-carrageenan. As natural production is erratic in space and time, different experiments were made to assess the viability of its cultivation in the sea.

In this work, the influence of grazing in the mariculture of this species was followed during a 2 year period, by the weight comparison of protected and unprotected inocula. It was showed that, after 15 days experiments, herbivore predation was responsible for great biomass losses, near 100% on the unprotected ones, leading to the inviability of these cultivates in most of the year. The use of horizontal nets on rafts to attach the inocula and the choose of culture sites were showed to be successful ways to prevent the grazing.

KEY WORDS: grazing, Mariculture, *Hypnea musciformis*

INTRODUÇÃO

Hypnea musciformis (W.) Lamouroux é especialmente conhecida entre as algas vermelhas por fornecer k-carragenano (HUMM & WILLIAMS, 1948) sendo, dentre as algas brasileiras, uma das espécies mais indicadas e utilizadas para a extração desse produto (OLIVEIRA F^o, 1981). Devido à escassez natural dessa espécie, vários testes vem sendo realizados tentando viabilizar sua maricultura. Em experimentos feitos sobre cordas verticais onde eram utilizadas mudas nas quais *H. musciformis* ocorria como epífita em *Sargassum* spp. e este era preso entre as malhas de cordas (OLIVEIRA & BERCHEZ, 1987), observou-se que, em grande parte dos testes realizados ocorreu perda acentuada de peso de ambas as espécies. A presença abundante de peixes nessa área levantou a hipótese de que a predação por esses organismos era parcialmente responsável por esse fenômeno. Para testá-la realizamos vários experimentos, cujos resultados são aqui relatados.

MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nas Praias do Cabelo-Gordo-Dentro (São Sebastião, SP) e do Itaguá (Ubatuba, SP). As plantas utilizadas foram colhidas na Praia Martim de Sá (Caraguatatuba, SP).

Na preparação das mudas foi utilizada a técnica descrita em

OLIVEIRA & BERCHÉZ (1987), onde *H. musciiformis* era cultivada como epífita sobre *Sargassum* spp. que lhe servia como substrato já na natureza e este era preso entre malhas de cordas ou redes. As mudas colhidas na natureza eram triadas de tal forma a ficarem com um peso de *H. musciiformis* e com um tamanho de ramo de *Sargassum* semelhantes no início do experimento. Ao final dos experimentos, o efeito da predação era avaliado através da variação de peso das algas e de suas taxas de crescimento, pela fórmula: $TC = (P_f - P_i) \cdot P_i^{-1} \cdot t^{-1}$, onde P_f = peso final (g); P_i = peso inicial; t = tempo de cultivo (dias). Para comparação de dois tratamentos em um experimento, o teste "T" de Student foi utilizado. Para 3 ou mais tratamentos, utilizou-se o teste "F" de análise de variância e, quando este indicou diferenças significativas, o teste de Bonferroni (METER & WASSERMAN, 1974) foi utilizado para comparar os tratamentos dois a dois.

A existência de herbivoria por peixes e moluscos do gênero *Aplysia* foi investigada nas 4 estações do ano na Praia do Cabelo-Gordo-de-Dentro em mudas colocadas em cordas verticais presas à flutuador de bambú, parte dos quais era envolvida por redes (malhas = 10 x 3-5mm) semelhantes às utilizadas nos cultivos, que permitiam a circulação da água mas evitavam a entrada de animais com porte maior do que essa abertura.

Também foi avaliado, da mesma forma, o efeito da predação sobre plantas colocadas em cultivo em cordas situadas entre as pedras do costão, com uma extremidade presa a uma poita de cimento e a outra livre.

Outros testes foram feitos montando-se esse tipo de experimento simultaneamente na Praia do Cabelo-Gordo-de-Dentro e na Praia do Itaguá, onde *H. musciiformis* ocorre naturalmente.

Foram feitos ainda 2 experimentos para se avaliar o efeito da predação sobre mudas plantadas em redes horizontais. No primeiro, os herbívoros foram excluídos utilizando-se uma outra rede, que cobria as mudas apenas por baixo ou em ambos os lados. Num segundo, foram colocadas telas plásticas (malha = 25 x 25mm) cobrindo a parte inferior do vão livre do flutuador, de tal forma a impedir a entrada de peixes ou moluscos.

RESULTADOS

a - Predação sobre cordas verticais no flutuador

Os rendimentos de plantas de *H. musciiformis* expostas diferiram significativamente (Tabela 1) daquelas protegidas em todos os experimentos considerados, sendo menores em todos os meses, com exces-

são daquelas de junho, 1988 e julho, 1987 (Figura 1). As maiores taxas de crescimento foram encontradas nos mesmos meses onde o rendimento foi maior nas replicatas expostas. Nas demais replicatas com plantas expostas à predação, as taxas foram muito baixas ou até negativas, havendo perda de peso em relação ao início do experimento. Em plantas protegidas o peso se manteve estável, com taxas de crescimento muito baixas.

A predação sobre *Sargassum* spp. apresentou-se com um padrão bem mais variado que o observado para *H. musciformis*, havendo uma predação preferencial sobre os ramos de última ordem do tipo folíolos, enquanto, na maioria dos casos, os eixos centrais permaneciam presos à corda. Também, na maior parte dos casos, a perda de peso foi mais acentuada em *H. musciformis* exposta que em *Sargassum* spp. exposto. Por outro lado, o crescimento mais acentuado de *H. musciformis* nos meses de inverno não foi acompanhado pelo de *Sargassum* spp., que nesses casos ficava totalmente recoberto por ela.

Foi possível também confirmar visualmente a predação por peixes e moluscos (*Aplysia* sp.), bem como observar as marcas que aqueles deixavam nas algas. As próprias estruturas flutuantes serviam como abrigo permanente para alguns peixes que começavam a comer as algas imediatamente após sua colocação na água.

b - Predação no costão

Em cordas expostas o rendimento e a taxa de crescimento foram significativamente menores ($T_c = 6,43 > T_{(6;05)} = 2,4$) que nas protegidas contra a predação (Figura 2). Esses resultados também foram confirmados por observação visual de peixes se alimentando da alga.

c - Comparação da predação nas Praias do Cabelo-Gordo-de-Dentro e do Itaguá

Mudas expostas tiveram rendimento e taxas de crescimento de *H. musciformis* significativamente maiores ($F_c = 329,5 > F_{.05(3;8)} = 3,69$) na Praia do Itaguá. Naquelas mudas protegidas da predação, rendimentos e taxas de crescimento foram semelhantes nos dois locais (Figura 3). Em ambos, foi observada a presença de peixes e moluscos (*Aplysia* sp.) predando as algas, bem como as marcas deixadas pelos primeiros que, no entanto, eram muito mais visíveis na Praia do Cabelo-Gordo.

d - Predação sobre cultivos feitos em redes horizontais

A utilização de redes horizontais para prender as mudas dificulta a predação por peixes e moluscos, uma vez que as algas ficam situadas junto à superfície e são protegidas por baixo pela própria rede. No entanto, observou-se que a parte do talo situada abaixo de

la continuava a ser predada, fazendo com que parte das mudas se soltasse. A colocação de outras redes envolvendo total ou parcialmente a rede de cultivo permitiu a obtenção de rendimentos e taxas de crescimento significativamente maiores ($F_c = 4,67 > F_{.05} (2;9) = 4,26$) nestas, do que naquelas não-protegidas (Figura 4). Nestas últimas, notou-se que, em sua parte superior a predação, embora existente, era pouco notável, enquanto na inferior, como observado anteriormente, os pedaços dos ramos que ficavam sob as redes foram intensamente predados, o que resultou em perda de grande número de mudas.

A diferença entre o rendimento das mudas em redes protegidas só embaixo e totalmente envolvidas por outras redes não foi significativa. Contudo, notou-se que em certas partes das primeiras, o desenvolvimento de *H. musciformis* era visivelmente mais exuberante e que, na área restante, eram visíveis os sinais de predação na parte superior do talo, apesar dele estar praticamente à flor d'água. Em experimentos posteriores (Oliveira e Berchez, em andamento) onde a tela de cultivo era colocada em condições idênticas, notou-se a presença de moluscos do gênero *Aplysia*. A colocação de telas de plástico contínuas e rígidas (malha = 2,5 x 2,5cm) em todo o vão livre do flutuador, impedindo a entrada de peixes e sobre as quais as redes ficavam apoiadas, aumentou significativamente ($F_c = 15,08 > F_{.05} (2;9) = 4,26$) os rendimentos de *H. musciformis*, em relação aos do controle não protegidos (Figura 5). Neste caso, não foi observada predação por peixes, uma vez que nenhuma parte das algas fica abaixo dessa tela, mantendo-se no entanto, pelo menos parcialmente, a predação por *Aplysia* sp.

As diferenças entre plantas colocadas sobre telas de galinheiro à 2 ou à 10cm de profundidade não foram significativas ($p = 0,05$).

DISCUSSÃO

As referências à este assunto são escassas, mas sabe-se que várias pragas, das quais as principais são peixes e ouriços, tem sido responsáveis por grandes perdas nos cultivos extensivos do Japão e da China (TSENG, 1981). Trabalhos feitos em nossa região (BERCHEZ, 1985; TARARAM et al., 1985) também indicam que alguns dentre os organismos pertencentes ao fital devem preda as algas em cultivo. Os resultados obtidos neste estudo, referentes apenas a predação por peixes e moluscos de porte médio (*Aplysia* sp.) aparentemente confirmam que a herbivoria, nas áreas observadas, desempenha um papel importante na redução da biomassa durante os cultivos, tanto no flutuador como no costão.

A proteção das mudas por sacos que envolviam totalmente a corda sobre a qual estavam fixas, embora não fornecesse condições adequadas ao crescimento, reduziu muito a perda de peso e eliminou totalmente os sinais de predação nos dois ambientes.

Na Praia do Cabelo-Gordo, aparentemente o final do outono é o período quando a predação é menor, embora os resultados obtidos provavelmente também se devam à melhores condições de crescimento desse período, como já havia sido observado anteriormente em outros experimentos (OLIVEIRA & BERCHEZ, 1987; BERCHEZ & OLIVEIRA, em preparação).

Por outro lado, a intensidade de predação varia conforme o local onde a alga é cultivada, sendo possível que, na Praia do Itaguã, onde de *H. musciformis* ocorre naturalmente, essa redução se deva tanto à uma maior quantidade de alimento disponível para os herbívoros no local, como à uma eventual menor densidade de predadores. Esses fatores devem portanto ser levados em conta ao se definir o local e o dimensionamento de um eventual cultivo comercial. A utilização de telas plásticas recobrimdo todo o vão livre do flutuador permitiu a obtenção de taxas de crescimento muito altas, da ordem de $60\% \text{ dia}^{-1}$, muito maiores que o controle não protegido ($2\% \text{ dia}^{-1}$), apesar de continuar sendo observada, durante o experimento, em escala reduzida, a predação pelo herbívoro *Aplysia* sp. Esse aumento no rendimento possivelmente não se deve apenas ao fato dela impedir a entrada de predadores no espaço interno do flutuador, mas também ao fornecimento de condições mais homogêneas para as diversas redes em cultivo, dando-lhes apoio e fazendo com que permaneçam na posição ideal de exposição à radiação solar (BERCHEZ & OLIVEIRA, em preparação). Por esse conjunto de fatores, e devido à grande durabilidade que apresentam, maior que 2 anos em condições normais de utilização, o investimento necessário para utilização dessas telas provavelmente não inviabilizaria o cultivo comercial, sendo a melhor solução encontrada até agora para o problema da predação nos cultivos.

AGRADECIMENTOS

À Joseilto M. de Oliveira e Moisés A. da Mota que, além de participarem intensivamente dos trabalhos de campo, fizeram observações e sugestões valiosas para sua execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERCHEZ, F.A.S. 1985. Aspectos da ecologia e biologia da alga agarrada *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Tese, Univers. de São Paulo, 130pp.
- HUMM, H.J. & WILLIAMS, L.C. 1948. A study of agar from two Brazilian seaweeds. *Am. J. Bot.*, 35: 287.
- METER, J. & WASSERMAN, W. 1974. *Applied linear statistical models: regression analysis of variance and experimental design*. Homewood: Richard D. Irwin, 872pp.
- OLIVEIRA Fº, E.C. 1981. A exploração de algas no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. *Phycol. latino-americana*, Braunschweig, 1: 5-18.
- OLIVEIRA, E.C. & BERCHEZ, F.A.S. 1987. Ensayos sobre el cultivo del alga roja *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales) en São Paulo, Brasil. In: Verreth, J.A.J.; Carillo, M.; Zanuy, S. & Huisman E.A. (eds.). Proc. Taller de trabajo sobre Acuicultura en America Latina organized by Int. Fund. Sci. Pudoc, Wageningen, pp.399-409.
- TARARAM, A.S.; WAKABARA, Y.; MESQUITA, H.S.L. 1985. Feeding habits of *Hyale media* (Dana, 1853) (Crustacea, Amphipoda). *Bolm Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 33: 193-199.
- TSENG, C.K. 1981. Marine phycoculture in China. In: Levring, T. (ed.) Proc. Int. Seaweed Symp. 10. Walter, de Gruyter & Co., Berlin, pp.97-112.

Tabela 1 - Teste de significância ($p = 0,05$) das diferenças obtidas nos rendimentos de mudas de *H. musciiformis* epífitas sobre *Sargassum* sp. protegidas ou não da predação.

meses	<i>H. musciiformis</i>		<i>Sargassum</i> spp.	
	T calc.	T.05	T calc.	T.05
março 1987	3.77	2.45	9.59	2.45
julho 1987	6.21	2.45	0.93	2.45
setembro 1987	31.39	2.45	82.27	2.45
novembro 1987	17.54	2.78	49.1	2.78
dezembro 1987	29.71	2.78	0.61	2.78
abril 1988	9.39	2.78	40.07	2.78
junho 1988	113.96	2.45	2.65	2.45
agosto 1988	26.11	2.78	0.02	2.78

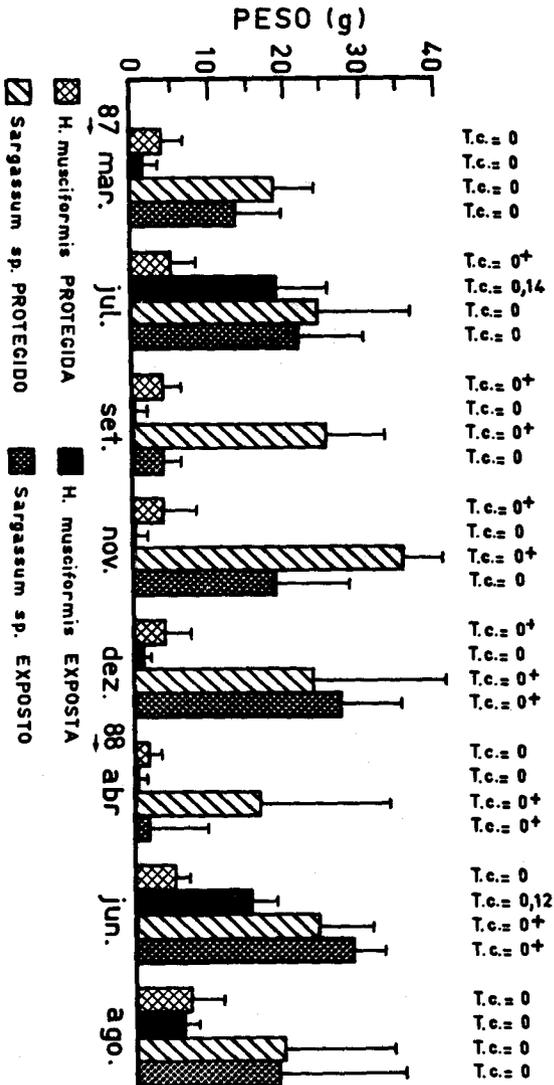


Figura 1 - Efeito da proteção contra a predação nos rendimentos e taxas de crescimento, em cultivos sobre cordas presas a flutuador, de mudas de *Hypnea musciformis* epífitas sobre *Sargassum* sp. Linhas verticais - intervalos de confiança ($p = 0,05$).



Figura 2 - Efeito da proteção contra predação nos rendimentos e taxas de crescimento de mudas de *Hypnea musciformis* epífitas sobre *Sargassum* sp., colocadas em cultivo em cordas fixas junto às pedras no costão. Linhas verticais - intervalos de confiança ($p = 0,05$).

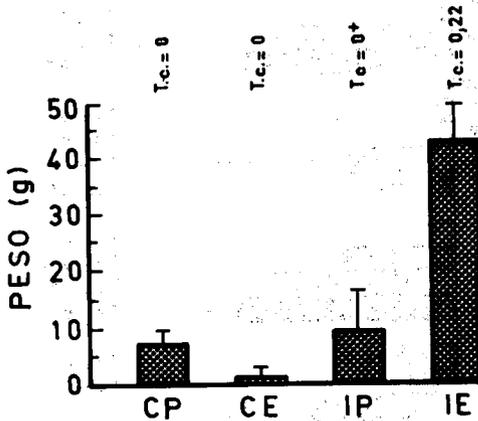


Figura 3 - Efeito da proteção contra predação nos rendimentos e taxas de crescimento de mudas de *Hypnea musciformis* epífitas sobre *Sargassum* sp., cultivadas em 2 locais diferentes. CP - Praia do Cabelo-Gordo, protegido; CE - idem, exposto; IP - P. Itaguá, protegido; IE - idem, exposto. Linhas verticais - intervalos de confiança ($p = 0,05$).

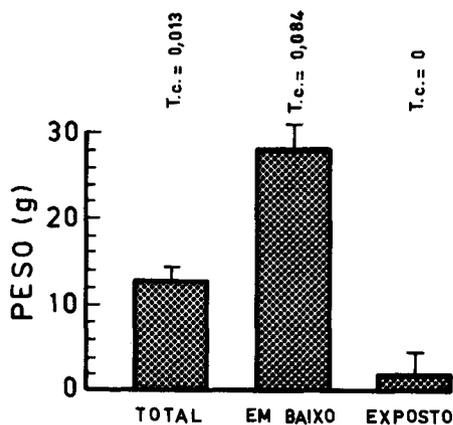


Figura 4 - Efeito da proteção contra predação em cultivos feitos sobre redes horizontais. Total - rede protegida por cima e por baixo; embaixo - rede protegida apenas por baixo por outra rede. Linhas verticais - intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$)

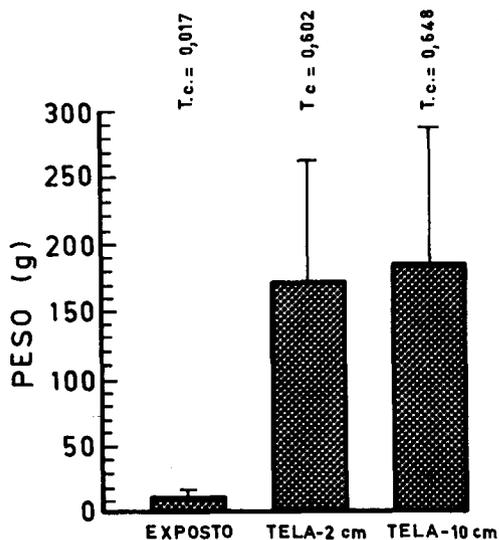


Figura 5 - Efeito do fechamento do vão livre do flutuador por telas plásticas em cultivos feitos sobre redes horizontais, posicionadas à 2 ou 10cm de profundidade. Linhas verticais - intervalos de confiança ($P = 0,05$).

