

EFEITO DE FATORES BIÓTICOS NO CRESCIMENTO DE *HYPNEA MUSCIFORMIS* (RHODOPHYTA - GIGARTINALES)

Renata Perpetuo Reis^{1,2}
Marta Correa Ramos Leal^{2,3}
Yocie Yoneshigue-Valentin^{4,5}
Frederico Belluco³

Recebido em 10/05/2002. Aceito em 15/10/2002

RESUMO – (Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta - Gigartinales). O melhor conhecimento da ação de fatores biológicos sobre o crescimento de *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour. torna-se um aspecto premente visando a otimização do manejo e a conservação dessa espécie de interesse comercial. Uma vez que as espécies de *Sargassum* C. Agardh são consideradas importantes substratos para a fixação de *H. musciformis*, durante 18 meses, foram realizadas amostragens do tipo destrutiva, em uma população natural de *H. musciformis* epífita sobre *Sargassum* spp., em três profundidades de um costão rochoso no Rio de Janeiro. Obteve-se relação positiva entre as biomassas de ambos os gêneros, além da preferência destes pelo ambiente sublitorâneo. Visto a usual presença de mesoherbívoros (Amphipoda) nos talos dessas algas, a ação da herbivoria em *H. musciformis* e *S. cymosum* var. *nanum* foi testada em experimento *in vitro*. A herbivoria foi confirmada para ambos os táxons e a maior taxa de crescimento de *H. musciformis* favoreceu o crescimento de *S. cymosum* var. *nanum*, diminuindo o ataque de mesoherbívoros por ser alimento disponível. Observou-se também que não houve inibição do crescimento de *H. musciformis* por *S. cymosum* var. *nanum*. Sendo assim, recomenda-se que a colheita de *H. musciformis* para fins comerciais em bancos naturais de *Sargassum* spp. seja manejada para não causar danos às comunidades marinhas bentônicas.

Palavras-chave – *Hypnea musciformis*, relação epífita-hospedeiro, *Sargassum* spp., Amphipoda, herbivoria

ABSTRACT – (Effect of biotic factors on growth of *Hypnea musciformis* (Rhodophyta - Gigartinales). The better knowledge about the influence of biotic factors on the growth of *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour., a species of commercial interest, is necessary to the orientation of its management and conservation. Since the specimens of *Sargassum* C. Agardh are considered an important substrate for the fixation of *H. musciformis*, destructive sampling were done during eighteen months in natural population of *H. musciformis*

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão 915, CEP 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Auxílio Pesquisa da FAPERJ

³ Bolsista PIBIC/CNPq

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica

⁵ Pós Graduação em Biotecnologia Vegetal, Centro de Ciências da Saúde, Ilha do Fundão, CEP 21941-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Autor para correspondência: rreis@jbrj.gov.br

growing on *Sargassum* spp. in three depths on the rocky shore at Rio de Janeiro. A positive correlation was obtained for the biomass of both genus and the preference for subtidal habitat was observed. Amphipods are usually found in their frond so the impact of mesograzers (amphipods) in *H. musciformis* and *S. cymosum* var. *nanum* were tested in experiments *in vitro*. The amphipods grazing was confirmed for both species and *H. musciformis*, that has higher growth rate, favored the growth of *S. cymosum* var. *nanum*, reducing the mesograzers attack by being available food. So, we recommend that commercial harvest of *H. musciformis* growing on *Sargassum* spp. should be managed to avoid damage to the marine ecosystem.

Key words – *Hypnea musciformis*, *Sargassum* spp., Amphipoda, herbivore

Introdução

Existem diferentes interpretações sobre os vários tipos de relação entre a epífita e o hospedeiro em macroalgas, assim como a ação da herbivoria sobre ambos. Alguns autores sugerem que a maioria das rodofíceas, quando epífitas, usa o hospedeiro meramente como substrato (Kain & Norton 1990), enquanto outros citam a interferência das epífitas no crescimento do hospedeiro, como um atenuante da intensidade luminosa devido à sua biomassa sobre o hospedeiro (Buschmann & Gomez 1993). Além disso, a herbivoria tem sido reconhecida como fator determinante na relação epífita-hospedeiro, ou aumentando o estabelecimento da macroalga, como consequência da eliminação das epífitas por anfípodas que competiriam com a hospedeira (Duffy 1990), fato este observado com espécies de *Hypnea* (Brawley & Adey 1981), ou, de modo contrário, o impacto negativo na biomassa da alga causado pela intensa herbivoria (Duffy 1990).

Na relação epífita-hospedeira existe uma rede complexa de benefícios e desvantagens na qual a importância relativa de efeitos positivos e negativos é determinada, em cada caso, por inúmeros fatores ambientais e espécie-específicos (Wahl 1989).

Nos ecossistemas marinhos da zona costeira brasileira, tem sido observado que populações de *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour. utilizam indivíduos de *Sargassum* C. Agardh como importante substrato para o seu desenvolvimento (Schenkman 1989; Berchez

1990; Berchez *et al.* 1993; Reis & Yoneshigue-Valentin 1998). Tem sido constatada também, a presença maciça de herbívoros (anfípodas) em bancos naturais de *H. musciformis* no Estado do Rio de Janeiro (observação pessoal) e no Estado de São Paulo (Schenkman 1989), como também em ensaios de maricultura com *H. musciformis* no estado de São Paulo (Berchez 1990).

Hypnea musciformis é uma espécie de interesse comercial devido à presença de kapa carragenana em sua parede celular. Esta substância é utilizada industrialmente como agente geleificante, estabilizante, espessante ou emulsificante (Reis 1998). Esta espécie vem sendo explorada por décadas como matéria prima para produção de carragenana, porém sem estimativa de seus estoques naturais na costa brasileira (Oliveira 1998).

Sendo assim, devido à necessidade de ampliar-se o conhecimento sobre populações de algas de interesse comercial, avaliou-se, durante 18 meses, a relação entre a biomassa de uma população de *Hypnea musciformis* epífita sobre a biomassa de *Sargassum* spp. em um local da baía de Sepetiba. Além disso, o efeito da herbivoria por anfípodas sobre as duas espécies, foi testado experimentalmente *in vitro*.

Material e métodos

Amostragem *in situ* - Amostras de biomassa de *Hypnea musciformis* e de *Sargassum* spp. foram obtidas bimestralmente na praia Grande, na ilha de Itacuruçá, baía de Sepetiba, município de Mangaratiba, Estado do

Rio de Janeiro (22°57'S e 43°54'W) entre o período de outubro/1994 a abril/1996, através da utilização de quadrados de 625cm², tamanho este normalmente utilizado em estudos de populações mono-específicas com talo de pequeno porte, como é o caso de *H. musciformis* (Chapman 1985; De Wreede 1985). Neste local foi encontrado denso e extenso banco de *H. musciformis* como epífita de *Sargassum* spp. As dinâmicas sazonais de *H. musciformis* e de *Sargassum* spp. foram avaliadas através das medidas de biomassa seca (obtidas em estufa a 60 °C até a obtenção de massa constante). A determinação do número mínimo de amostras (quadrados) necessárias à estimativa das médias das populações foi obtida através das representações gráficas das médias acumuladas das biomassas, em massa seca de *H. musciformis* e de *Sargassum* spp. em relação ao número acumulado de amostras (Chapman 1985). Estimou-se em sete o número de quadrados suficientes para a amostragem das populações de ambos os gêneros (Reis 1998).

Os quadrados foram dispostos aleatoriamente sobre três transectos horizontais de 20 metros de extensão, em três profundidades no costão rochoso (inclinação média de 40°), na faixa de ocorrência da população de *H. musciformis*: a) no limite superior da faixa de *H. musciformis*, 0,1m acima do nível médio das baixa-mares de sizígia; b) na zona intermediária correspondendo à 0,1m abaixo do nível médio das baixa-mares de sizígia e c) no limite inferior do habitat de *H. musciformis*, localizado à 0,4m abaixo do nível médio das baixa-mares de sizígia. As biomassas secas de *H. musciformis* e de *Sargassum* spp. contidas nos 210 quadrados foram analisadas seguindo a metodologia de amostragem do tipo destrutiva proposta por De Wreede (1985).

Experimentos *in vitro* - As condições de cultivo foram as seguintes: temperatura ambiente 22 ± 2 °C, intensidade luminosa de 50 ± 5 μmol fótons.m⁻².s⁻¹ na superfície da água, fotoperíodo de 12 horas de luz por dia e

salinidade da água do mar próxima a 35. O meio de cultura foi constituído por água do mar filtrada (0,45 μm de poro) e esterilizada em forno de microondas (1 litro por 5 min na potência máxima), ao qual foi adicionado dióxido de germânio (Ge₂O₂) e penicilina. Penicilina e Ge₂O₂ foram usados para excluir os contaminantes, como as bactérias e as diatomáceas (Stein 1973). O experimento teve duração de sete dias.

Exemplares de *H. musciformis* e de *Sargassum cymosum* var. *nanum* E. de Paula foram coletados na Praia Rasa, no município de Armação de Búzios, Estado do Rio de Janeiro (22°44'S e 41°56'W), em 18/outubro/2001. Seis réplicas, com cerca de 0,25g de massa úmida de alga, foram selecionadas para cada tratamento. Para assegurar a independência das amostras foram utilizadas porções apicais vegetativas de *H. musciformis* e de *S. cymosum* var. *nanum*, de espécimes distintos e os recipientes de vidro de cada experimento foram dispostos aleatoriamente na mesma prateleira.

O experimento foi realizado em frascos do tipo Erlenmeyer, com 200mL de meio, com aeração constante, nos quais *H. musciformis* e *Sargassum cymosum* var. *nanum* cresceram juntos (Fig. 1a); como controle cada táxon foi cultivado isolado (Fig. 1b e 1c) e *H. musciformis* foi encubada com uma planta plástica que mimetizou *S. cymosum* var. *nanum* (Fig. 1d). A ação da herbivoria sobre estas duas espécies foi testada pela adição de três anfípodas em cada frasco com cada espécie (Fig. 1e e 1f) e com as duas espécies juntas (Fig. 1g) que foram comparadas com os táxons que cresceram isolados (Fig. 1b e 1c).

O crescimento das algas foi estimado através da fórmula da Taxa de Crescimento Relativo (TCR), na qual, $R = (\ln M_t - \ln M_0)/T$, onde R = taxa de crescimento relativo, M₀ = massa seca inicial, M_t = massa seca medida no dia t e T = número de dias (Kain 1987).

A correlação entre *H. musciformis* e *Sargassum* spp. nas diferentes profundidades

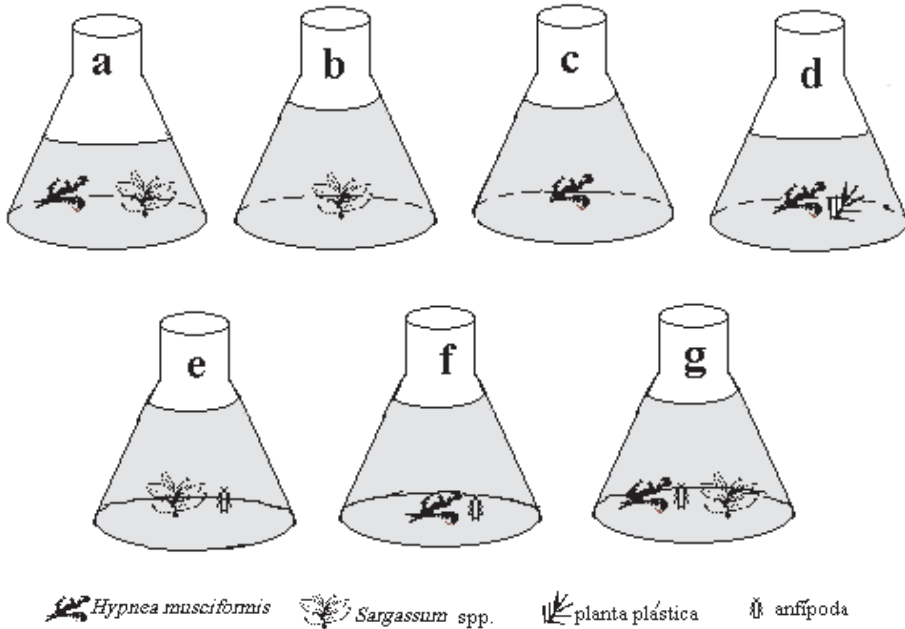


Figura 1. Esquema do experimento *in vitro* com *Hypnea musciformis* e *Sargassum cymosum* var. *nanum* crescendo juntos (a), isolados (b e c), *H. musciformis* encubada com planta plástica mimetizando *Sargassum* (d), cada táxon crescendo junto com anfípoda (e e f) e ambos táxons juntos com três anfípoda (g).

do costão foi obtida através do coeficiente de correlação de Pearson (Zar 1996). A diferença entre os tratamentos dos ensaios *in vitro* foi obtida pela análise de variância (ANOVA) unifatorial e as diferenças entre as médias através do teste de Tukey (Zar 1996). Estas análises foram escolhidas por serem consideradas robustas para desvios na normalidade (Underwood 1981; Zar 1996). A homogeneidade das variâncias foi verificada através do teste de Cochran (Zar 1996; Winer 1971). O grau de confiança para todos os testes de significância foi estipulado em 95% ($p = 0.05$). Os dados estão apresentados em média \pm desvio padrão. Os fatores foram considerados fixos e independentes, de acordo com as recomendações de Underwood (1981) e Zar (1996).

Resultados e discussão

A amostragem das biomassas de *H. musciformis* e de *Sargassum* spp.

(*S. cymosum* var. *cymosum* e *S. filipendula* var. *filipendula*) obtidas em campo, nas três profundidades num período de 18 meses, resultou em correlação positiva $r = 0,65$, $p < 0,001$, $n = 210$. A Fig. 2 retrata as variações sazonais das biomassas de *H. musciformis* e de *Sargassum* spp., nos três níveis do costão da praia Grande. Nela observa-se a tendência geral da correlação entre esses dois gêneros, como no período de agosto/1995 a abril/1996, quando a biomassa de *Sargassum* spp. decresceu junto com a de *H. musciformis*. Outro momento que retrata bem esta relação positiva foi em outubro/1994, no nível superior do costão, quando ocorreram as maiores biomassas de *Sargassum* spp. e de *H. musciformis*, evidenciando a utilização de *Sargassum* spp. como substrato disponível para a colonização de *H. musciformis*. Resultados semelhantes foram obtidos em populações naturais de *S. cymosum* com *H. musciformis* como epífita no Estado de São Paulo (Schenkman 1989).

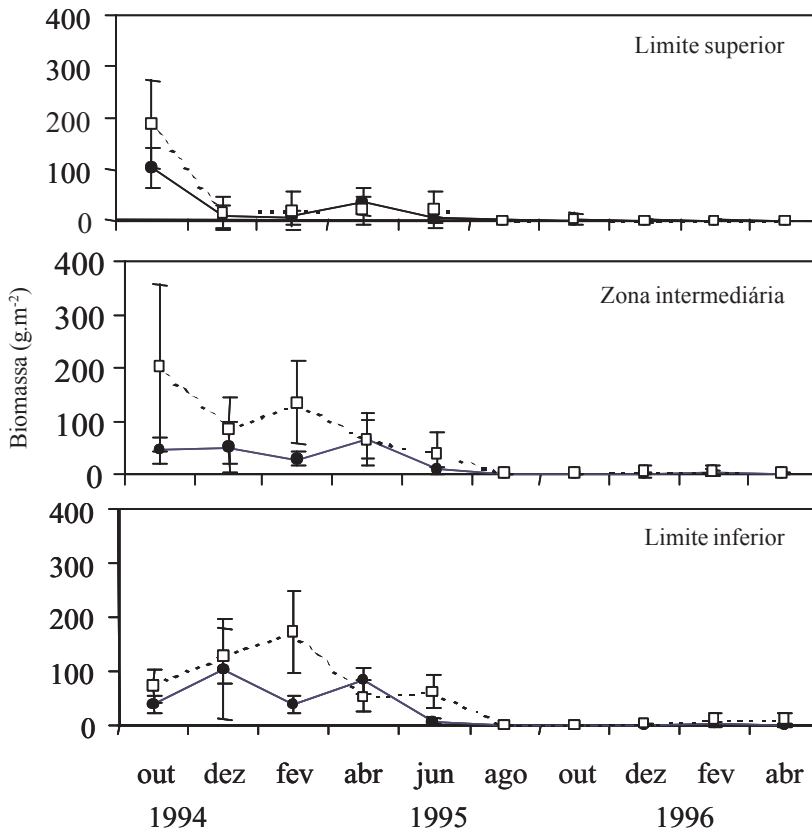


Figura 2. Variação temporal das biomassas (massa seca) de *Hypnea musciformis* e *Sargassum* spp., no limite superior da faixa de *H. musciformis*, 0,1m acima do nível médio das baixa-mares de sizígia; na zona intermediária correspondendo à 0,1 m abaixo do nível médio das baixa-mares de sizígia e no limite inferior do habitat de *H. musciformis* no costão rochoso da Praia Grande, Itacuruçá, RJ. Quadrado aberto representa a média dos valores da biomassa de *Sargassum* (*S. cymosum* var. *cymosum* e *S. filipendula* var. *filipendula*) e círculo fechado de *H. musciformis* e a linha o desvio padrão (ANOVA, $p < 0,001$, $n = 7$). —●— *Hypnea musciformis*; ---□--- *Sargassum*.

As maiores biomassas, tanto do hospedeiro quanto da epífita, ocorreram no nível inferior do costão (zona intermediária e limite inferior) comprovando a preferência desses táxons pelo habitat sublitorâneo. No limite superior, a biomassa de *H. musciformis* foi de $15,82 \pm 34,63 \text{g.m}^{-2}$, na zona intermediária de $33,74 \pm 49,16 \text{g.m}^{-2}$, e no limite inferior foi de $34,72 \pm 33,08 \text{g.m}^{-2}$ e as de *Sargassum* spp. foram de $26,72 \pm 63,19 \text{g.m}^{-2}$ no limite superior, $63,02 \pm 67,34 \text{g.m}^{-2}$ na zona intermediária e $66,08 \pm 93,01 \text{g.m}^{-2}$ no limite inferior.

No experimento *in vitro* (Fig. 1) idealizado

para averiguar o impacto da herbivoria sobre *Hypnea musciformis* e *Sargassum cymosum* var. *nanum* e verificar a existência de propriedades antibióticas associadas às espécies de *Sargassum*, gênero conhecido por produzir substâncias de defesa frente a herbívoros ou alelopáticas (Sieburth & Conover 1965; Pereira & Yoneshigue-Valentin 1999), constatou-se o impacto da herbivoria por anfípodos em *H. musciformis* como pode ser observado na Fig. 3, pelo menor crescimento desta espécie na presença de anfípodos (tratamento H com tratamento H+A, ANOVA, $F = 9,91$, $p = 0,01$).

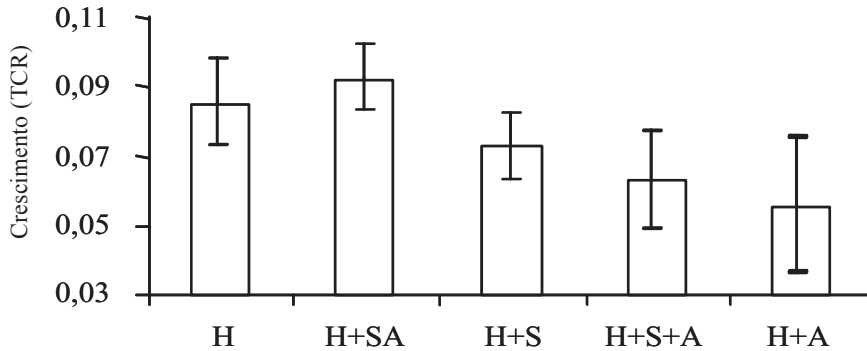


Figura 3. Crescimento (Taxa de Crescimento Relativo) de *Hypnea musciformis* cultivada *in vitro*, em Erlenmeyer, crescendo isolada (H), sobre substrato artificial (H+SA), sobre *Sargassum cymosum* var. *nanum* (H+S), sobre *S. cymosum* var. *nanum* e mais três anfípodas (H+S+A) e com três anfípodas (H+A). A linha em cada barra de valor médio indica o desvio padrão (n=6).

O mesmo ocorreu com *S. cymosum* var. *nanum*, quando observada a Fig. 4, (tratamento S com tratamento S+A, ANOVA, $F = 64,39$, $p < 0,001$, $n = 6$), corroborando os resultados de ensaios de maricultura com *H. musciformis* no Estado de São Paulo, assim como as observações sobre as populações naturais desta espécie no estado de São Paulo (Schenkman 1989; Berchez 1990) e do Rio de Janeiro (observação pessoal).

O crescimento de *Hypnea musciformis* não foi inibido pela presença de *S. cymosum* var. *nanum* (Fig. 3), visto que não houve diferença entre os tratamentos de *H. musciformis* crescendo isolada com espécimes crescendo sobre *S. cymosum* var. *nanum* (tratamento H com tratamento H+S, ANOVA, $F = 3,76$, $p = 0,08$, $n = 6$). Isso ocorreu, provavelmente, devido à maior taxa de crescimento de *H. musciformis* em comparação com a taxa de *S. cymosum* var. *nanum* (tratamento H com tratamento S, ANOVA, $F = 130,65$, $p < 0,001$, $n = 6$, Fig. 3 e 4). A taxa de crescimento de *H. musciformis* foi de $0,09 \pm 0,01$ e a de *S. cymosum* var. *nanum* $0,02 \pm 0,01$, ou seja, uma taxa de crescimento quase cinco vezes maior, comprovando assim ser uma espécie de rápido crescimento, concordando com os comentários de Kain (1987) e, por isto, como recomendados por Schenkman (1989), Berchez (1990) e Reis (1998) justificando seu

potencial para maricultura.

Na presença de anfípodas, *Sargassum cymosum* var. *nanum* sempre apresentou menor crescimento (Fig. 4). Por outro lado, ao comparar o tratamento desta espécie encubado com *H. musciformis* e anfípodas (tratamento S+H+A) com o tratamento com anfípodas e na ausência de *H. musciformis* (tratamento S+A) o crescimento foi significativamente maior na presença de *H. musciformis* (ANOVA, $F = 16,40$ $p = 0,002$, $n = 6$). Isto comprova que esta alga favorece o crescimento de *S. cymosum* var. *nanum* através da minimização do ataque de mesoherbívoros, devido à taxa de crescimento que é maior do que a de *S. cymosum* var. *nanum*, atuando desta forma, como alimento disponível para os mesoherbívoros.

Concluindo, observou-se a preferência de *H. musciformis*, *Sargassum cymosum* var. *cymosum* e *S. filipendula* var. *filipendula* pelo ambiente sublitorâneo e que o aumento da biomassa de *H. musciformis* relacionou-se ao aumento da biomassa dessas espécies, como substrato disponível. Não houve inibição do crescimento de *H. musciformis* por *S. cymosum* var. *nanum* e na presença de anfípodas o crescimento desta espécie foi favorecido pela presença de *H. musciformis*. Em uma semana de cultivo *in vitro*, estas espécies não

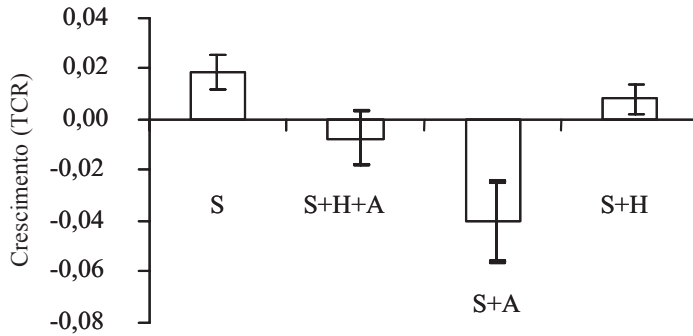


Figura 4. Crescimento (Taxa de Crescimento Relativo) de *Sargassum cymosum* var. *nanum* cultivado *in vitro*, em Erlenmeyer, crescendo isolado (S), com *Hypnea musciformis* e três anfípodas (S+H+A), com três anfípodas (S+A) e com *Hypnea musciformis* (S+H). A linha em cada barra de valor médio indica o desvio padrão (n= 6).

produziram defesa química contra herbivoria. Foi também comprovada a alta taxa de crescimento de *H. musciformis*.

Recomenda-se que a colheita de *Hypnea musciformis* para fins comerciais em bancos naturais de *Sargassum* spp. seja manejada, para não causar danos ao hospedeiro e conseqüentemente às comunidades marinhas bentônicas.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ (Processo E 26/171.610/1999), pelo auxílio financeiro; ao Programa Institucional de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq; ao Dr Renato Crespo Pereira, pelas críticas e sugestões.

Referências bibliográficas

Berchez, F. A. S. 1990. **Ensaios de maricultura da alga *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral do Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Berchez, F. A. S.; Pereira, R. T. L. & Kamiya, N. F. 1993. Culture of *Hypnea musciformis* (Rhodophyta - Gigartinales) on artificial substrates attached to linear ropes. **Hydrobiologia** 260/261: 415-420.

Brawley, S. H. & Adey, W. H. 1981. Micrograzers may affect macroalgal density. **Nature** 292: 177.

Buschmann, A. H. & Gomez, P. 1993. Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes. **Hydrobiologia** 260/261: 743-813.

Chapman, A.R.O. 1985. Demography. Pp. 251-268. In M.M. Littler & D. S. Littler (ed.) **Handbook of Phycological Methods Ecological Field Methods: Macroalgae.** Cambridge University Press, New York.

De Wreede, R.E. 1985. Destructive (harvest) sampling. Pp. 147-160. In M.M. Littler & D. S. Littler (ed.) **Handbook of Phycological Methods Ecological Field Methods: Macroalgae.** Cambridge University Press, New York.

Duffy, J. E. 1990. Amphipods on seaweeds: partners or pest? **Oecologia** 83: 267-276.

Kain, J. M. 1987. Seasonal growth and photoinhibition in *Plocamium cartilagineum* (Rhodophyta) of the Isle of Man **Phycologia** 26(1):88-99.

Kain, J. M. & Norton, T. A. 1990. Marine Ecology. Pp. 377-422. In: Cole K. M. & R. G. Sheath (eds.) **Biology of the red algae.** Cambridge University Press, New York.

Oliveira, E. C. 1998. The seaweed resources of Brazil. Pp. 366-371. In: Critchley, A. T. & M. Ohno (eds.) **Seaweeds Resources of the World.** Japan International Cooperation Agency.

Pereira, R. C. & Yoneshigue-Valentin, Y. 1999. The role of polyphenols from the brown alga *Sargassum furcatum* on the feeding by amphipod herbivores. **Botanica Marina** 42: 441-448.

- Reis, R. P. 1998. **Varição espaço-temporal de carragenana em *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta - Gigartinales) em bancos naturais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Reis, R. P. & Yoneshigue-Valentin, Y. 1998. Varição espaço-temporal de populações de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales) na Baía de Sepetiba e Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **13**(2): 465-83
- Schenkman, R. P. F. 1989. *Hypnea musciformis* (Rhodophyta): ecological influence on growth. **Journal of Phycology** **25**: 192-196.
- Sieburth, J. Mc. N & Conover, J. T. 1965. *Sargassum tannin*, an antibiotic which retards fouling. **Nature** **208**: 52-53.
- Stein, J. R. 1973. **Handbook of phycological methods culture methods and growth measurements.** Cambridge University Press.
- Underwood, A. J. 1981. Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. **Oceanography and Marine Biology Annual Review** **19**: 513-605.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. **Marine Ecology Progress Series** **58**: 175-189.
- Winer, B. J. 1971. **Statistical principles in experimental design.** Second editions. McGraw-Hill, Tokyo.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis.** Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey.