

Capítulo 15

Avaliação da viabilidade de cultivo em campo de *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) na Armação do Itapocoroy, Penha, SC.

Cristalina Yoshie Yoshimura^(1,2); Simone Rabelo Cunha⁽¹⁾; Eurico Cabral Oliveira⁽²⁾

¹- Centro de Ciências da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. Rua Uruguai, 458. Itajaí, SC, 88.302-202. ² - Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Rua do Matão, 277, Cidade Universitária, São Paulo, SP, 05580-970.

ABSTRACT

Macroalgae cultivation is a need nowadays as the production based on natural beds does not attend the growing demand. The integrated cultivation is ecological and economically interesting because it is possible to exploit two resources (animal and macroalgae) and the seawater quality gets better, once the macroalgae act as biofilters, absorbing nutrients released by the animals metabolism. The aim of this work was to test cultivation techniques for *Gracilaria domingensis* (Kützinger) Sonder ex Dickie at Armação do Itapocoroy, where there is a large mussel cultivation ground, comparing cultivation time at two selected sites inside the bay: one inner, close to the mussel cultivation and another one, outer, far from the mussel cultivation. These sites were subject to different environmental conditions. The cultivation rope was a "U" shaped structure, with attached sinkers to an iron bar in order to keep the structure submersed. Thalli were cultivated from 20 to 200 cm depth, during one and two weeks. In the inner site the results showed higher values for Relative Growth Rates (RGR, % day⁻¹) and for Yield (% from the initial biomass) for one (10,58 ± 6,51 % day⁻¹ in Mar/2004 and 65,45 ± 40,73% in Feb/2004, respectively) and two cultivation weeks (20,21 ± 14,61 % day⁻¹ and 113,69 ± 125,14% in Feb/2004, respectively) than in the outer site for one (6,75 ± 3,83 % day⁻¹ in Feb/2004 and 46,26 ± 42,61% in Mar/2004, respectively) and two cultivation weeks (5,98 ± 4,68 % day⁻¹ in Feb/2004 and 27,42 ± 32,20% in Mar/2004, respectively). Despite the variability in the results, seasonal pattern was not observed. *G. domingensis* presented good cultivation potential, mainly in the inner site, with high RGRs and yields for one and two cultivation weeks. In the outer site, the results showed that the cultivation is viable only for one cultivation week. In longer cultivation time, the thalli fragmentation is very high, decreasing the cultivation viability for this site.

Key Words: *Gracilaria domingensis*, integrated cultivation, seaweed.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o interesse no cultivo de macroalgas iniciou-se após o colapso de bancos naturais, em uma tentativa de manter a exploração deste recurso viável ecológica e economicamente (Norambuena, 1996; Oliveira *et al.* 2000; Anderson *et al.* 2001a). Como a demanda por biomassa de macroalgas é crescente e os bancos existentes nem sempre são suficientes para atender ao mercado, os cultivos tornaram-se a alternativa sustentável para suprir esta demanda. O cultivo de macroalgas propicia a produção, em um espaço concentrado, de biomassa de boa qualidade, em conformidade com os padrões exigidos pelo mercado.

Com a crescente demanda de mercado, as macroalgas constituem-se, hoje, numa importante fonte de renda para vários países, como é o caso do Chile, atualmente o maior produtor mundial de *Gracilaria* cultivada, cuja produção foi de aproximadamente 34.000 toneladas secas entre os anos de 1994 e 1995, cerca de 68% da produção mundial (Zemke-White & Ohno, 1999).

Dados de importações de macroalgas e seus ficocolóides (alginato, agar e carragenana) no ano de 1994 mostram que o Brasil importou aproximadamente 1.029 toneladas a um valor de US\$ 13 milhões. A quantidade de ágar importada foi de 48 toneladas a um preço médio de US\$ 27 kg⁻¹ (Oliveira, 1998). No Brasil, a única empresa que produz ágar está localizada no estado da Paraíba, com uma produção mensal de aproximadamente 7 toneladas de ágar do tipo alimentício, vendido no mercado interno ao preço médio de US\$ 25 kg⁻¹. Para isso, a empresa processa cerca de 80 toneladas de algas secas, coletadas principalmente em bancos naturais localizados no litoral do Ceará (Oliveira & Miranda, 1998).

Segundo Oliveira & Miranda (1998), não há indícios de sobre-exploração em bancos de macroalgas do nordeste brasileiro. Apesar disso, a empresa da Paraíba processa algas coletadas no Ceará, indicando talvez que os bancos locais não sejam suficientes para suprir a demanda ou que ocorreu a sobre-exploração dos bancos localizados na Paraíba.

Cultivos comerciais de macroalgas ainda não existem no Brasil. Experimentos de cultivos em escala piloto foram realizados ou se encontram em andamento (Câmara Neto, 1987, Berchez & Oliveira, 1990, Teixeira *et al.* 2002, Yoshimura *et al.* 2004), visando a melhoria na qualidade de vida de comunidades pesqueiras, que vêem no cultivo de macroalgas uma fonte alternativa de renda (Accioly, 2004).

Para se lograr sucesso na atividade de cultivo de macroalgas, algumas perguntas devem ser respondidas antes do início de um cultivo em escala comercial. O primeiro aspecto é bastante óbvio, que é a demanda por uma espécie. Outro aspecto chave é a existência de bancos naturais próximos aos locais onde se pretende introduzir o cultivo, o que pode viabilizá-lo, pelo menos em curto prazo. O terceiro aspecto é a avaliação do local onde se pretende realizar as atividades de cultivo, que deve ter condições físicas e hidrológicas adequadas, como, por exemplo, proteção de ventos e ressacas e boa circulação de água. Além disso, a existência de uma comunidade que tenha vocação para lidar com maricultura é importante, uma vez que o fator humano, muitas vezes, pode inviabilizar esta atividade. Finalmente, depois de todos estes aspectos serem avaliados, a tecnologia do cultivo deverá ser investigada. Assim, a forma como as mudas serão presas às cordas de cultivo, em que tipo de corda, em que profundidade a espécie pode ser cultivada naquele local, quais as épocas são mais favoráveis e quais podem ser desfavoráveis ao cultivo são aspectos que devem ser avaliados para a implantação do cultivo de algas.

Além do enfoque de tecnologia de produção, uma outra questão importante a ser considerada é a preservação dos bancos naturais existentes, de modo que o cultivo não leve à sua depleção. Desta forma, o desenvolvimento de técnicas adequadas de cultivo pode se constituir numa importante ferramenta para a manutenção dos estoques naturais.

Um problema enfrentado nas áreas de cultivos intensivos de moluscos, crustáceos ou peixes é a grande concentração de indivíduos, o que aumenta os riscos de eutrofização, devido ao excesso de nutrientes na coluna d'água, resultantes do metabolismo destes organismos cultivados (Costa-Pierce, 1996).

Além das conseqüências diretas da eutrofização, existe o risco de ocorrência de florações, que podem ser de macro ou de microalgas. No caso das macroalgas, estas florações podem ocasionar problemas relacionados ao turismo e à navegação, enquanto que no caso das microalgas, as florações podem ser de espécies potencialmente tóxicas, acarretando em prejuízos ainda maiores à atividade de maricultura. O cultivo de macroalgas pode se constituir em uma importante ferramenta de controle da eutrofização, pois elas podem atuar como eficientes biofiltros, retirando da coluna d'água parte destes compostos nitrogenados liberados pelos animais cultivados (Nelson *et al.* 2001), diminuindo a possibilidade de ocorrência de florações indesejáveis. Em locais com grande disponibilidade de nutrientes, como nas áreas de cultivo de animais, as macroalgas, além de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, geralmente apresentam elevadas taxas de crescimento (Chow *et al.* 2001; Nelson *et al.* 2001) e altos rendimentos de ágar (Troell *et al.* 1997).

O município de Penha, onde se localiza a Armação do Itapocoroy, possui um dos maiores parques de cultivo de moluscos marinhos de Santa Catarina, especialmente do mexilhão *Perna perna* e, no ano de 2002, foi responsável pela produção de 31% do total de mexilhões cultivados no estado, cuja produção foi de 8.641 toneladas (Radaelli, I. S., EPAGRI, com. pess., 2004).

Uma grande quantidade de macroalgas arribadas é observada nas praias da enseada de Armação do Itapocoroy, formando, em algumas épocas, tapetes de 30 cm de altura. Esta biomassa acaba apodrecendo, constituindo-se em um problema para o município, uma vez que existem gastos relacionados à coleta desta biomassa nas praias. Além disso, algumas destas praias são visitadas por turistas. Segundo Morand & Briand (1996), o crescimento excessivo de macroalgas pode ser uma resposta em ambientes eutrofizados e, em geral, as espécies associadas a estes eventos são oportunistas, de crescimento rápido e em geral foliáceas. Como solução para este problema, Merrill (1996) propõe que em locais onde estes eventos de acúmulo de macroalgas nas praias ocorrem repetidamente, se cultive espécies de valor econômico, diminuindo a probabilidade de proliferação de outras espécies de macroalgas sem valor econômico e, desta

forma, a eutrofização, que em princípio seria um problema, torna-se um aliado nos cultivos de macroalgas.

A espécie *Gracilaria domingensis* (Kützing) Sonder ex Dickie (Oliveira, 1977) é uma macroalga utilizada diretamente como alimento humano (Oliveira, 1998) e também como fonte de ágar (Durairatnam *et al.* 1990), um polissacarídeo amplamente utilizado na indústria alimentícia como agente gelificante. Além do apelo econômico, esta macroalga ocorre na enseada da Armação do Itapocoroy (Cunha *et al.* 1999), indicando que a espécie é bem adaptada ao local, o que sugere um bom potencial para cultivo.

É neste cenário que o cultivo de macroalgas na Armação do Itapocoroy apresenta-se como uma questão de interesse, uma vez que, além da presença de *G. domingensis* na área, do grande parque de cultivo de moluscos marinhos, ainda em expansão, e da existência da aptidão natural da comunidade para lidar com a maricultura, o cultivo de macroalgas pode contribuir para a melhoria da qualidade ambiental neste local, e também constituir-se em uma fonte de renda extra aos maricultores. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a viabilidade de cultivo de *G. domingensis* na Armação do Itapocoroy e como objetivos específicos, comparar sazonalmente o crescimento e o rendimento em biomassa em dois locais com diferentes características físicas e hidrológicas, por períodos de uma e duas semanas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos de cultivo basearam-se na propagação vegetativa, uma vez que este deve ser o primeiro método a ser testado. A partir desta avaliação será possível verificar a viabilidade do cultivo desta espécie.

Os experimentos de cultivo foram realizados em dois locais na enseada de Armação do Itapocoroy. O mais interno, denominado “Dentro”, localizou-se mais próximo da costa e dos cultivos dos mexilhões, em um local abrigado de ventos e ondulações mais fortes. O mais externo, denominado “Fora”, localizou-se mais afastado da costa e dos cultivos de mexilhões, sendo esta área mais sujeita às variações na ondulação e nas condições de vento. Os experimentos foram

realizados em maio, julho, agosto e novembro de 2003 e em fevereiro e março de 2004.

Para avaliar as taxas de crescimento relativo e o rendimento percentual em biomassa, foram coletados talos de *G. domingensis*, saudáveis e sem cistocarpos. Estes talos foram triados para retirada de epibiontes e epífitas, numerados, secos com papel toalha, pesados e presos às cordas de cultivo.

As cordas de cultivo consistiram de estruturas em “U”, com uma barra de ferro e chumbos afixados horizontalmente na porção inferior, de modo que a estrutura se mantivesse verticalmente mergulhada na água (Fig. 1). O cultivo foi realizado de 20 a 200 cm de profundidade, procurando-se, desta forma, utilizar ao máximo a coluna d'água. O espaçamento no *long line* entre as cordas de cultivo foi de 50 cm. Os talos foram inseridos na trama das cordas de cultivo, com espaçamento de 10 ou 20 cm entre eles e mantidos no mar por uma ou duas semanas. Após o período de cultivo, as plantas foram retiradas, limpas, secas e pesadas individualmente.

A partir dos valores obtidos, calculou-se as taxas de crescimento relativo (TCR, % dia⁻¹) e os rendimentos percentuais por semana, em termos de ganho de biomassa (% , em relação à biomassa inicial) para cada talo.

O rendimento em biomassa é apresentado de duas formas: o primeiro, chamado de rendimento obtido, foi calculado levando-se em consideração todos os talos cultivados, inclusive aqueles que apresentaram diminuição no peso. Desta forma, os valores de *rendimento obtido* podem ser positivos ou negativos, dependendo da perda ou do ganho de biomassa durante o tempo de cultivo. O segundo, chamado de *rendimento potencial*, foi calculado excluindo-se aquelas plantas que apresentaram diminuição na biomassa durante o período de cultivo. Tanto os *rendimentos obtidos* como os rendimentos potenciais foram representados como percentual em relação à biomassa inicial.

As taxas de crescimento relativo (TCR) foram calculadas como porcentagem diária de crescimento utilizando-se a fórmula de crescimento linear (Dawes, 1998): $TCR (\% \text{ dia}^{-1}) = ((Pf - Pi) / Pi) \times 100/t$, onde Pi = peso inicial, Pf = peso final, t = intervalo de tempo em dias. As taxas de crescimento foram

calculadas com base nas plantas que apresentaram incremento em biomassa durante o período de cultivo e, por isto, referem-se a taxas potenciais de crescimento das plantas.

As comparações das taxas de crescimento e rendimento em biomassa foram efetuadas utilizando-se análise de variância.

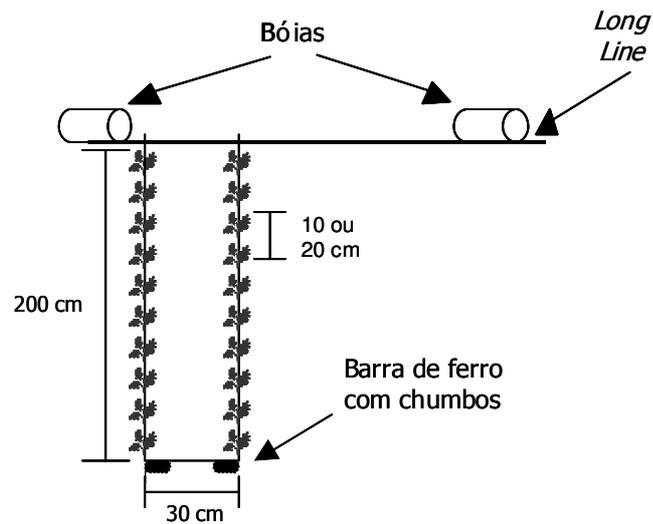


Figura 1. A estrutura de cultivo utilizada, consistindo de uma corda com uma barra de ferro e chumbos afixados horizontalmente na porção inferior, para manter a estrutura mergulhada. Estas estruturas foram amarradas no *long line*, com espaçamento de 50 cm entre cada uma.

RESULTADOS

Dentro da enseada, as taxas de crescimento relativo variaram entre $4,59 \pm 2,58 \text{ \% dia}^{-1}$ (julho/03) e $10,58 \pm 6,51 \text{ \% dia}^{-1}$ (março/04) para plantas cultivadas durante uma semana e entre $4,57 \pm 3,15 \text{ \% dia}^{-1}$ (julho/03) e $20,21 \pm 14,61 \text{ \% dia}^{-1}$ (fevereiro/04) para plantas cultivadas durante duas semanas (Fig.2). Fora da enseada, os valores variaram entre $3,32 \pm 2,58 \text{ \% dia}^{-1}$ (agosto/03) e $6,75 \pm 3,83 \text{ \% dia}^{-1}$ (fevereiro/04) para algas cultivadas por uma semana e entre $2,75 \pm 2,17 \text{ \% dia}^{-1}$ (maio/03) e $5,98 \pm 4,68 \text{ \% dia}^{-1}$ (fevereiro/04) para algas cultivadas por duas semanas (Fig.3). As plantas cultivadas dentro da enseada apresentaram maiores valores de taxas de crescimento em todos os experimentos realizados, sendo que as plantas coletadas após uma semana de cultivo, em geral, apresentaram maiores taxas do que as coletadas após duas semanas de cultivo. Apesar das diferenças apresentadas, não foi possível observar um padrão sazonal e, por isto,

dados de fatores ambientais, como temperatura, salinidade e transparência e dados químicos, como quantificação de compostos nitrogenados, não foram utilizados para correlacionar com os dados obtidos.

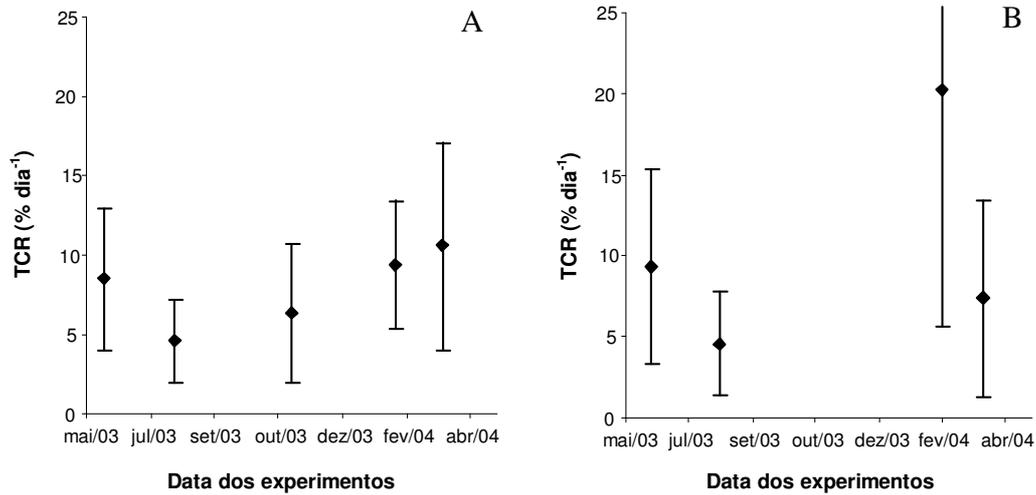


Figura 2. Taxas de crescimento relativo (TCR, média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas dentro da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

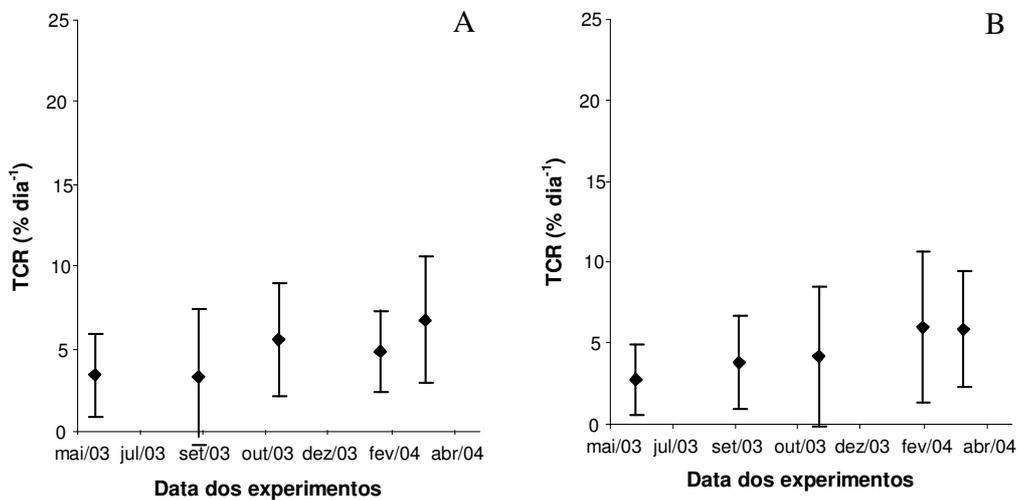


Figura 3. Taxas de crescimento relativo (TCR, média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas fora da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

O rendimento obtido (% por semana, em relação à biomassa inicial) dentro da enseada variou entre $11,76 \pm 55,28$ % (novembro/03) e $65,45 \pm 40,73$ %

(fevereiro/04) para plantas cultivadas durante uma semana e entre $1,34 \pm 48,07 \%$ (março/04) e $113,69 \pm 125,14 \%$ (fevereiro/04) para plantas cultivadas durante duas semanas (Fig. 4). As plantas cultivadas por uma semana fora da enseada apresentaram desde perdas de $15,75 \pm 38,28\%$ (maio/03) até ganhos de $46,26 \pm 42,61 \%$ (março/04). Quando cultivadas por duas semanas neste local, as algas apresentaram desde perdas de $22,04 \pm 22,78 \%$ (maio/03) até ganhos de $27,42 \pm 32,20 \%$ (março/04) para o intervalo de cultivo de duas semanas (Fig. 5).

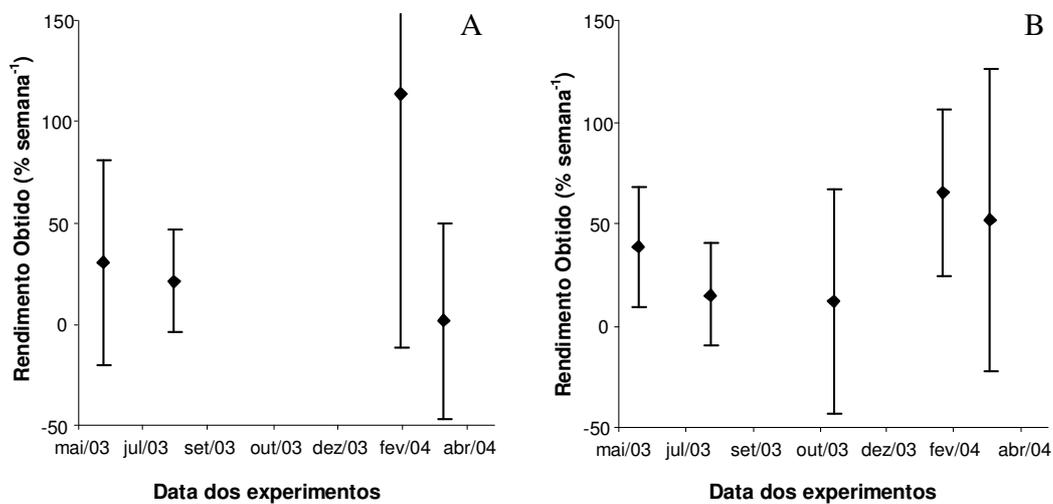


Figura 4. Rendimento obtido em biomassa (% , média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas dentro da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

Comparando-se o percentual de plantas que apresentou aumento de biomassa dentro e fora da enseada (Tab. I), foi observado um maior percentual de plantas cultivadas com aumento de biomassa dentro da enseada, o que indicou que o local mais protegido é mais adequado ao cultivo desta espécie. Quando a comparação é feita entre os períodos de cultivo, o intervalo de cultivo de uma semana mostrou percentuais mais altos de plantas com aumento de biomassa, indicando que cultivos neste intervalo de tempo produzem maior biomassa, sendo desta forma, mais rentáveis.

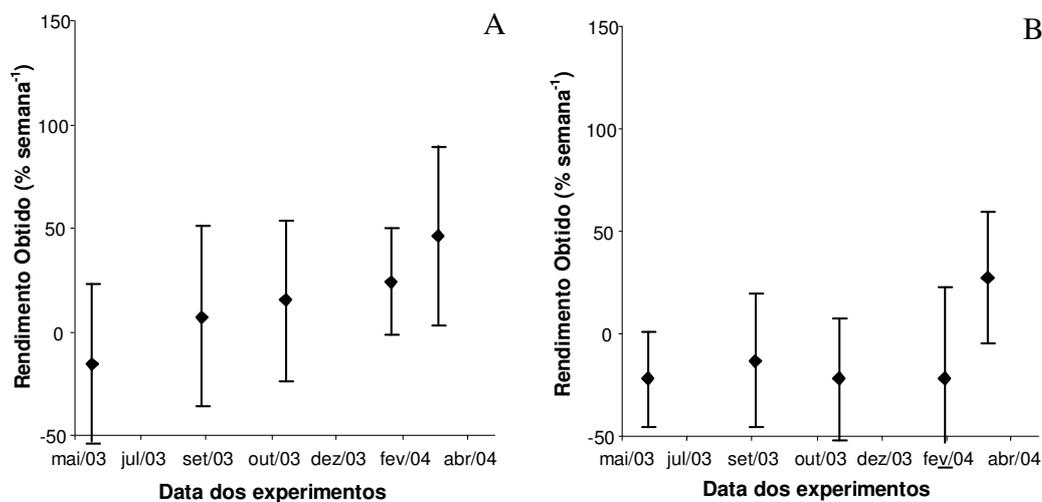


Figura 5. *Rendimento obtido* em biomassa (% , média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas fora da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

Tabela I. Percentual de plantas que apresentaram incremento em biomassa nos experimentos realizados de acordo com o tempo de cultivo, dentro e fora da enseada.

Data dos Experimentos	Dentro 1 semana	Dentro 2 semanas	Fora 1 semana	Fora 2 semanas
Maio/03	96,7	70	45	15
Julho/03	73,3	80	-	-
Agosto/03	-	-	73,3	35
Novembro/03	65	3,33	70	16,7
Fevereiro/04	93,7	87,7	89,5	24,6
Março/04	75,4	37,7	87,7	82,5

Quando foram excluídas da análise as plantas que apresentaram perda de biomassa, o *rendimento potencial* (por semana) foi calculado. Os valores dentro da enseada variaram entre $27,54 \pm 15,48$ % (julho/03) e $84,65 \pm 52,10$ % (março/04) para mudas cultivadas durante uma semana e entre $29,73 \pm 20,46$ % (julho/03) e $134,19 \pm 119,83$ % (fevereiro/04) para plantas cultivadas durante duas semanas (Fig. 6). Fora da enseada os valores variaram entre $16,87 \pm 12,88$ % (maio/03) e $56,96 \pm 31,70$ % (março/04) para talos cultivados por uma semana e entre $16,53 \pm 13$ % (maio/03) e $44,86 \pm 35,13$ % (fevereiro/04) para plantas cultivadas durante duas semanas (Fig. 7).

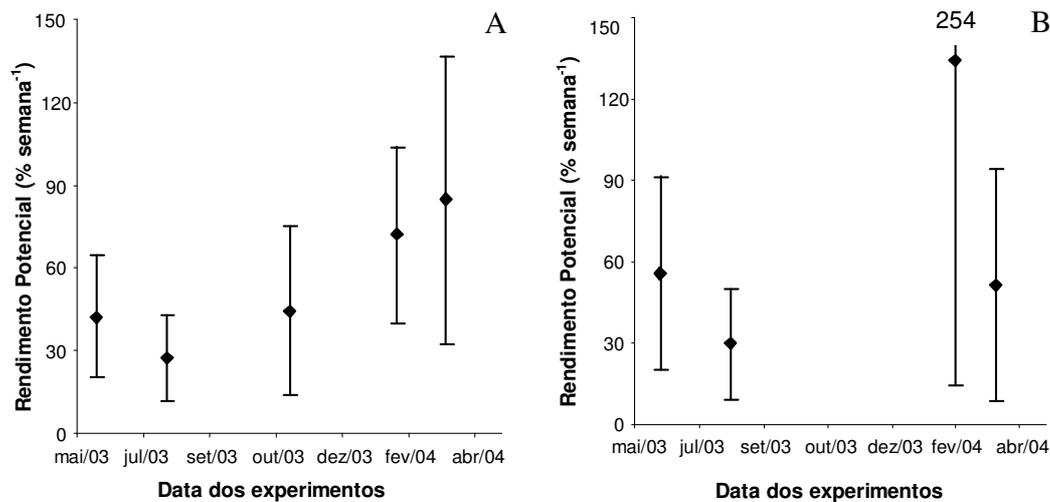


Figura 6. Rendimento potencial em biomassa (% , média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas dentro da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

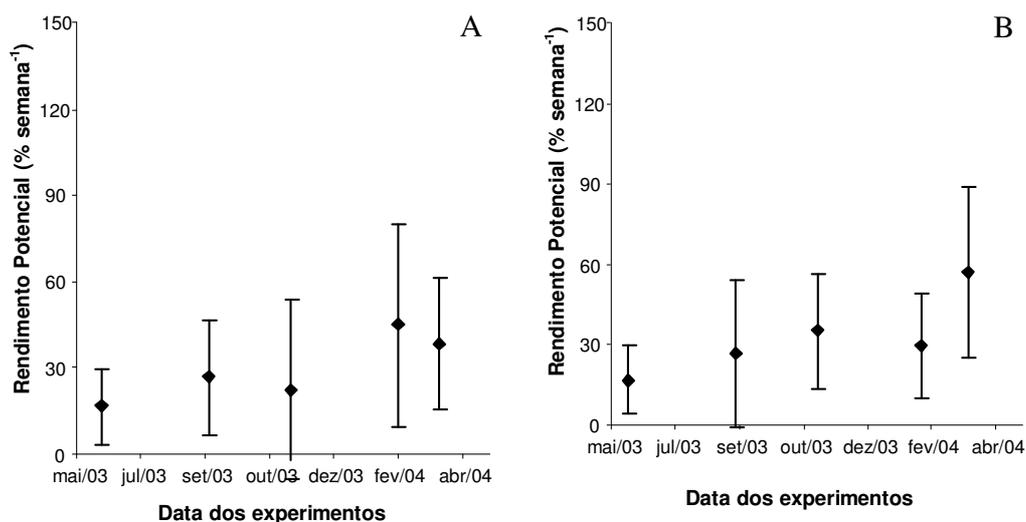


Figura 7. Rendimento potencial em biomassa (% , média \pm desvio padrão) para plantas cultivadas fora da enseada em diferentes intervalos de cultivo, em diferentes épocas do ano. (A) Uma semana; (B) Duas semanas.

DISCUSSÃO

A macroalga *Gracilaria domingensis* apresentou um bom potencial de cultivo no sistema testado para o local mais abrigado, com elevadas taxas de crescimento e alto rendimento em biomassa nos intervalos de cultivo testados. Fora da enseada, o cultivo se mostrou viável somente para uma semana de

cultivo, pois em intervalos mais longos a fragmentação dos talos, devido a hidrodinâmica, compromete a viabilidade do cultivo.

Houve grande variabilidade tanto nas taxas de crescimento quanto nos rendimentos em biomassa dentro de um mesmo experimento. Isto provavelmente se deveu à fragmentação ou mesmo à perda de talos inteiros durante os experimentos, principalmente quando as condições meteorológicas não foram favoráveis à sua manutenção nas cordas de cultivo. Por este fato, ao se cultivar esta espécie, é interessante que o maricultor tenha especial atenção às condições do tempo, principalmente se o cultivo for realizado nas áreas mais externas da enseada, onde condições de maior hidrodinâmica podem acarretar em maiores perdas de biomassa.

A ausência de um padrão sazonal nas taxas de crescimento e nos rendimentos em biomassa sugere que o cultivo de *G. domingensis* pode ser realizado em qualquer época do ano na Armação do Itapocoroy. *G. gracilis* cultivada em sistemas abertos na África do Sul (Anderson *et al.* 1996; Anderson *et al.* 2001b) também apresentou ausência de padrão sazonal nas taxas de crescimento (3 a 10% dia⁻¹), o que pode indicar uma ausência de padrão sazonal de crescimento para este gênero. Entretanto, esta ausência de padrão pode também ser conseqüência da fragmentação de talos ou mesmo da perda de talos inteiros, interferindo fortemente nos resultados, impedindo a observação da sazonalidade. Por exemplo, *G. chilensis* cultivada em uma região estuarina, mostrou crescimento mais elevado durante o verão (2,5 a 5,2 % dia⁻¹) e menor durante o inverno (0,6 a 1% dia⁻¹) (Santelices *et al.* 1993). Estes resultados mostram que em locais mais protegidos, onde a hidrodinâmica não é um fator limitante na produção de biomassa, é possível observar um padrão sazonal.

Os rendimentos em biomassa para algas cultivadas por uma semana, com exceção do experimento realizado em maio/03 fora da enseada, tanto dentro como fora da enseada, mostraram valores positivos de *Rendimento obtido*, apesar dos valores observados fora da enseada, em geral, serem mais baixos do que os observados dentro da enseada. Por outro lado, os *Rendimentos obtidos* para duas semanas de cultivo foram, na maioria dos casos, negativos nos experimentos

realizados fora da enseada, enquanto que dentro da enseada os valores sempre foram positivos, o que mostrou o baixo potencial para o cultivo de *G. domingensis*, fora da enseada em intervalos de tempo mais longos. Os resultados obtidos fora da enseada provavelmente são reflexos da sua localização, pois este local está mais sujeito às influências de ressacas e ondulações mais fortes, o que resultou em uma maior quebra de talos.

Como já foi mencionado, os *Rendimentos obtidos* dentro da enseada foram sempre positivos, mesmo em condições adversas de hidrodinâmica, quando muitos talos fragmentaram, o que mostra que neste local a produção em biomassa é grande, suficiente para compensar tais perdas. A produtividade neste local fica ainda mais evidente quando se observa o *Rendimento potencial* (excluindo-se as algas que apresentaram perda de biomassa), mostrando o quanto este sistema pode ser ainda mais produtivo caso as quebras de talos sejam minimizadas. Ao contrário do observado fora da enseada, o intervalo de cultivo de duas semanas também mostrou ser produtivo dentro da enseada, mesmo considerando que um maior percentual de plantas apresentou perda de biomassa do que no intervalo de uma semana de cultivo.

As TCRs obtidas no presente trabalho (4,6 a 20,2 % dia⁻¹) são comparáveis às obtidas em outros locais e outros tipos de sistemas de cultivos, considerados produtivos (Quadro I). Em um sistema similar ao testado no presente trabalho, Anderson *et al.* (2001b) observaram valores muito variáveis e, em alguns casos, valores mais baixos do que os observados por nós. Ao cultivar *G. chilensis* em estuário, Santelices *et al.* (1993) observaram valores mais baixos, enquanto que *G. parvispora* cultivada em um sistema de policultivo mostrou valores similares aos observados no presente trabalho, demonstrando que o potencial de cultivo de *G. domingensis* na Armação do Itapocoroy é grande, já que *G. chilensis* foi cultivada em área de estuário, onde a quebra provocada pelo hidrodinamismo é menor do que a observada no presente trabalho e *G. parvispora* foi cultivada em um sistema de policultivo, otimizando as condições de cultivo com as habilidades fisiológicas da espécie.

Quadro I: Taxas de crescimento relativo (TCR) obtidas para diferentes espécies de *Gracilaria* cultivadas sob diferentes técnicas.

Espécie	Técnica de cultivo	País	TCR (% dia⁻¹)
<i>G. domingensis</i> ¹	Mar aberto, vertical	Brasil	4,6 a 20,2
<i>G. gracilis</i> ²	Mar aberto, vertical	África do Sul	1 a 10
<i>G. gracilis</i> ³	Baía, horizontal	Namíbia	0.84 a 4.15
<i>G. córnea</i> ⁴	Baía, horizontal	Venezuela	1.4 a 2.5
<i>G. chilensis</i> ⁵	Estuário, horizontal	Chile	1,8 a 4,6
<i>G. tenuistipitata</i> ⁶	Piscinas, tanque rede	China	1,5 a 3,3
<i>G. parvispora</i> ⁷	Laguna, tanque rede (policultivo)	Havaí	4,6 a 10,4

¹ Presente trabalho; ² Anderson *et al.* 2001b; ³ Dawes, 1995; ⁴ Rincones Leon, 1989; ⁵ Santelices *et al.* 1993; ⁶ Chaoyuan *et al.* 1993; ⁷ Nelson *et al.* 2001.

Dentro da enseada, na maioria dos experimentos realizados, e fora da enseada, em poucas ocasiões, foram observados talos esbranquiçados, com perda de pigmentação, especialmente nas regiões apicais. Segundo Correa (1996), este fato pode estar associado a substâncias muito oxidantes produzidas pelas próprias algas em resposta a estresse fisiológico. Ainda segundo o autor, no caso de doenças causadas por ataques de bactérias ou fungos, não é possível saber se a ausência da doença é dada por mecanismos de defesa da macroalga ou pela falta de patogenicidade do patógeno. Este aspecto seria importante no caso de cultivo de uma espécie, pois indivíduos resistentes a estes ataques poderiam ser selecionados e, desta forma, diminuir a probabilidade de ocorrência destas doenças.

Entretanto, como no momento da coleta nos bancos naturais, tomou-se cuidado para escolher somente plantas saudáveis para iniciar os experimentos, muito provavelmente o branqueamento observado deve-se a respostas fisiológicas de estresse das plantas cultivadas dentro da enseada. Apesar das plantas cultivadas fora da enseada terem apresentado menor crescimento e rendimento em biomassa, neste local, poucas plantas foram observadas com sinais de branqueamento, sugerindo que algum fator desencadeia esta reação nas plantas cultivadas dentro da enseada.

Os experimentos realizados mostraram, ainda, que epífitas e epibiontes ocorrem ao longo de todas as estações do ano, entretanto, algumas observações podem ser salientadas. Em intervalo de cultivo de uma semana, em geral,

observou-se somente a presença de um filme de diatomáceas e cianobactérias, um pequeno acúmulo de sedimento e uns poucos talos de *Polysiphonia* sp. Somente em uma ocasião foi observado um talo de *Ulva* sp., em contraponto ao que é amplamente observado em outros locais, onde *Ulva* sp. parece ser uma das epífitas mais comuns nos cultivos de *Gracilaria* (Buschmann & Gómez, 1993, Svirski *et al.* 1993). Em intervalos de cultivo mais longos que uma semana, a presença e a abundância de *Polysiphonia* sp. são cada vez maiores, especialmente nas profundidades menores, enquanto que duas espécies de hidrozoários ocorrem em abundâncias variáveis, principalmente nas maiores profundidades.

Com relação ao tempo de cultivo, constatou-se que quanto mais longo é o intervalo, maior é a presença de epífitas e epibiontes. Se associado a este problema soma-se a maior probabilidade de fragmentação de talos em intervalos mais longos, conclui-se que para *G. domingensis* cultivada na Armação do Itapocoroy, o tempo de cultivo não deverá ultrapassar 2 semanas, com a utilização das técnicas testadas no presente trabalho, uma vez que a produtividade é maior e a qualidade da biomassa produzida é melhor. Conhecer os mecanismos envolvidos na interação epífita/epibionte-alga é importante para melhorar a capacidade de manejo pelos maricultores, já que estes organismos podem afetar significativamente a produção de espécies cultivadas, como sugerido por Buschmann & Gómez (1993).

Uma importante estratégia para otimizar o cultivo é a seleção de linhagens. No cultivo em campo é possível selecionar plantas com as características desejadas, que podem ser altas taxas de crescimento, baixo grau de epifitismo, resistência ao branqueamento, entre outras características. Estas plantas podem ser propagadas vegetativamente nos cultivos, como foi feito no presente trabalho, gerando uma biomassa importante, a qual pode também ser utilizada para cultivos a partir de esporos, que é outra estratégia utilizada para otimizar um cultivo (Alveal *et al.* 1997).

Entretanto, a etapa de seleção de linhagens deve ser implementada somente quando os cultivos já estiverem implantados, uma vez que a manutenção

das plantas saudáveis e viáveis em condições de laboratório é mais difícil e a propagação e a resposta das plantas em campo é mais eficiente, simples e rápida.

É importante que se utilize *long lines* separados para o cultivo de *G. domingensis* e de mexilhões, pois o manejo dos *long lines* de mexilhões pode acarretar na quebra das mudas de *G. domingensis*, diminuindo a produtividade do cultivo da macroalga. Além disso, conforme os mexilhões crescem, as mangas ficam mais pesadas, afundando a estrutura de cultivo. Como os resultados anteriores mostraram que *G. domingensis* cresce bem em até 2 m de profundidade (Yoshimura *et al*, 2004), é importante que as cordas de cultivo fiquem mais próximas à superfície, já que como organismos fotossintetizantes, a produtividade das macroalgas depende da irradiância. Entretanto, a proximidade com o cultivo de mexilhões é interessante para o cultivo de *G. domingensis* pela disponibilidade dos nutrientes e, desta forma, um sistema de cultivo onde macroalga e mexilhão sejam cultivados em estruturas diferentes em um mesmo local parece ser o mais indicado.

Como foi mencionado, outras espécies de interesse econômico ocorrem no local e experimentos de cultivo podem ser realizados com as mesmas técnicas deste trabalho ou com técnicas diferentes, a fim de se avaliar sua viabilidade.

CONCLUSÕES

- *G. domingensis* pode ser cultivada durante todo o ano na Armação do Itapocoroy, tanto dentro como fora da enseada.
- Os talos de *G. domingensis* podem ser cultivados de 20 a 200 cm de profundidade.
- O cultivo pode ser realizado com duração de uma e duas semanas de cultivo dentro da enseada.
- O cultivo fora da enseada é viável somente com duração de uma semana, pois com duração maior a fragmentação causada pela hidrodinâmica é muito intensa.
- Quanto maior o intervalo de cultivo, maior é a probabilidade de quebra dos talos e da presença de epibiontes e epífitas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Adriano Marenzi e Gilberto Manzoni, do Centro Experimental de Maricultura (CTTMar/UNIVALI), pela disponibilização de estrutura e de pessoal necessários para a realização do trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accioly, M.C. 2004. *Desenvolvimento da maricultura artesanal de macroalgas no Baixo-Sul Bahiano*. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 164 p.
- Alveal, K.; Romo, H.; Werlinger, C. & Oliveira, E. C. 1997. Mass cultivation of the agar-producing alga *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) from spores. *Aquaculture* 148: 77-83.
- Anderson, R.J.; Levitt, G.J. & Share, A. 1996. Experimental investigations for the mariculture of *Gracilaria gracilis* in Saldanha Bay, South Africa. *J. Appl. Phycol.* 8: 421-430.
- Anderson, R.J.; Bolton, J.J.; Molloy, F.J. & Rotmann, K.W.G. 2001a. Commercial seaweeds in Southern Africa. *In* Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium, Cape Town. (A. R. O. Chapman, R. J. Anderson, V. J. Vreeland & I. R. Davison, eds). Oxford University Press: 1-13.
- Anderson, R.J.; Boothroyd, C.J.T.; Kemp, F.A. & Rothman, M.D. 2001b. Open-water cultivation of *Gracilaria* in South Africa: Saldanha Bay or St Helena Bay? *In* Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium, Cape Town. (A. R. O. Chapman, R. J. Anderson, V. J. Vreeland & I. R. Davison, eds). Oxford University Press: 35-40.
- Berchez, F.A.S. & Oliveira, E.C. 1990. Maricultural essays with the carrageenophyte *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales) in São Paulo. *In* Cultivation of seaweeds in Latin America. (E. C. Oliveira & N. Kautsky, eds). São Paulo, EDUSP: 89-94.
- Buschmann, A.H. & Gómez, P. 1993. Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes. *Hydrobiologia* 260/261: 345-351.
- Câmara Neto, C. 1987. Seaweed culture in Rio Grande do Norte. *Hydrobiologia* 151/152: 363-367.
- Chaoyuan, W.; Li, R.; Lin, G.; Wen, Z.; Dong, L.; Zhang, J.; Huang, X.; Wei, S. & Lan, G. 1993. Some aspects of the growth of *Gracilaria tenuistipitata* in pond culture. *Hydrobiologia* 260/261: 339-343.
- Chow, F.; Macchiavello, J.; Cruz, S.E.; Fonck, E. & Olivares, J. 2001. Utilization of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta: Gracilariaceae) as a biofilter in the depuration of effluents from tank cultures of fish, oysters and sea urchins. *J. World Aquaculture Society* 32 (2): 215-220.
- Correa, J. A. 1996. Diseases in seaweeds: an introduction. *Hydrobiologia* 326/327: 87-88.
- Costa-Pierce, B. 1996. Environmental impacts of nutrients from aquaculture systems. *In*: Aquaculture and water resource management (D. Baird, M. Beveridge, L. Kelly, J. Muir, eds). Blackwell, Oxford: 81-113.
- Cunha, S.R.; Pazeto, F.D.; Crestani, D.E.V.; Lima, G.B.; Nascimento, J.; Sant'Anna, F.; Manzoni, G.C.; Marenzi, A.W.C. & Mafra Jr, L.L. 1999. Potencial de crescimento de macroalgas cultiváveis presentes na Enseada de Armação do Itapocoroy (Penha, SC): avaliação preliminar. *Notas Técnicas da FACIMAR* 3: 17-25.
- Dawes, C.P. 1995. Suspended cultivation of *Gracilaria* in the sea. *J. Appl. Phycol.* 7: 303-313.

- Dawes, C.J. 1998. *Marine Botany*. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. 480 p.
- Durairatnam, M.; Medeiros, T.M.B. & Sena, A.M. 1990. Studies on the yield and gel strength of agar from *Gracilaria domingensis* Sonder ex Kuetzing (Gracilariales, Rhodophyta) following the addition of calcium. *Hydrobiologia* 204/205: 551-553.
- Merrill, J.E. 1996. Aquaculture methods for use in managing eutrophicated waters. *In* Marine Benthic Vegetation (Schram & Nienhuis, eds). Ecological Studies, vol. 123. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 115-128.
- Morand, P. & Briand, X. 1996. Excessive growth of macroalgae: a symptom of environmental disturbance. *Bot. Mar.* 39: 491-561.
- 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.
- Norambuena, R. 1996. Recent trends of seaweed production in Chile. *Hydrobiologia* 326/327: 371-379.
- Oliveira, E.C. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese de Livre-docência. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira, E.C. 1998. The seaweed resources of Brazil. *In* Seaweeds resources of the world (A. T. Critchley & M. Ohno, eds), Japan International Cooperation Agency, Yokosuka: 366-371.
- Oliveira, E.C. & Miranda, G.E.C. 1998. Aspectos sociais e econômicos da exploração de algas marinhas no Brasil. *In* Anais do IV Congresso Latino-Americano. (E. J. Paula, M. Cordeiro-Marino, D. P. Santos, E. M. Plastino, M. T. Fujii & N. S. Yokoya, eds). São Paulo: Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe, v. II: 149-156.
- Oliveira, E.C.; Alveal, K. & Anderson, R.J. 2000. Mariculture of the agar-producing gracilarioid red algae. *Reviews in Fisheries Science* 8(4): 345-377.
- Rincones Leon, R. E. 1989. Experimental cultivation of an agarophyte alga: *Gracilaria cornea* in the Northwest coast of Venezuela. *In* Workshop - Cultivation of seaweeds in Latin America, Univ. S. Paulo/ Int. Foundation for Science, São Paulo, 65-67.
- Santelices, B.; Westermeier, R. & Bobadilha, M. 1993. Effects of stock loading and plant distance on the growth and production of *Gracilaria chilensis* in rope culture. *J. Appl. Phycol.* 5: 517-524.
- Svirski, E.; Beer, S. & Friedlander, M. 1993. *Gracilaria conferta* and its epiphytes: (2) Interrrelationship between the red seaweed and *Ulva* cf. *lactuca*. *Hydrobiologia* 260/261: 391-396.
- Teixeira, D.I.A.; Bezerra, C.A.B.; Chaves, R.V.O.; Masih Neto, T. & Souza, B.W.S. 2002. Cultivo da alga marinha *Gracilaria* sp. nas praias de Flecheiras e Guagiru, Ceará, Brasil. *In* Anais da IX Reunião Brasileira de Ficologia: 95.
- Troell, M.; Halling, C.; Nilsson, A.; Buschmann, A.H.; Kautsky, N. & Kautsky, L. 1997. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output. *Aquaculture* 156: 45-61.
- Yoshimura, C.Y.; Cunha, S.R. & Oliveira, E.C. 2005 (*no prelo*). Testing open-water cultivation techniques for *Gracilaria domingensis* (Rhodophyta, Gracilariales) in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research* SI 39.
- Zemke-White, W.L. & Ohno, M. 1999. World seaweed utilisation: an end-of-century summary. *J. Appl. Phycol.* 11:369-376.