

Taxa de crescimento específico da macrófita aquática *Salvinia molesta* Mitchell em um braço do Rio Preto, Itanhaém, São Paulo.

RUBIM, M. A. L.¹ & CAMARGO, A. F. M.²

¹ Departamento de Ciências Pesqueiras - UA - Av. Gen. Rodrigo Otávio J. Ramos 3000, Campus Universitário, Cep 69000-070 Manaus, AM - malrubim@rc.unesp.br

² Departamento de Ecologia - UNESP - CP 199 Cep 13506900 Rio Claro, SP - afmc@rc.unesp.br

RESUMO: Taxa de crescimento específico da macrófita aquática *Salvinia molesta* Mitchell em um braço do rio Preto, Itanhaém, S. P. Neste trabalho foi estudada a taxa de crescimento específico da macrófita aquática *Salvinia molesta*, em um braço do rio Preto (Porto Boacica), município de Itanhaém, Estado de São Paulo. As taxas de crescimento foram medidas através da relação entre número de folhas e peso seco e paralelamente, foram medidas variáveis físico-químicas da água, nas quatro estações do ano. Foram obtidas taxas de crescimento entre 0,11 dia⁻¹ e 0,20 dia⁻¹ com tempos de duplicação entre 3,5 a 7,1 dias. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que *S. molesta* apresenta altas taxas de crescimento em todas as épocas, que estão relacionadas com a pequena densidade de plantas e com a temperatura elevada e constante durante o ano. As concentrações de nutrientes (< 3,0 a 11,39 mg.L⁻¹ de P-PO₄; 14,24 a 60,97 mg.L⁻¹ de TP; 0,10 a 0,28 mg.L⁻¹ de ND e 0,14 a 0,36 mg.L⁻¹ de NT) foram relativamente baixas, indicando que mesmo em águas pobres esta espécie pode proliferar rapidamente.

Palavras-chave: *Salvinia molesta*, taxa de crescimento, variáveis físico - químicas, rio.

ABSTRACT: Specific Growth Rate of Aquatic Macrophyte *Salvinia molesta* in an arm of the Preto River, Itanhaém, São Paulo State, Brazil). In this work were studied the specific growth rate of the aquatic macrophyte *S. molesta* in an arm of the Preto River (São Paulo State, Brazil). The growth rates were measured through the relation between the number of leaves and the dry weight and the water physico - chemical variables were also measured during the four seasons in the year. The growth rates varied from 0,11 day⁻¹ to 0,20 day⁻¹, and doubling times from 3,5 to 7,1 days. Based on the results of this study we conclude that *S. molesta* has high growth rates in all periods due to the small density of the plants and the high and constant temperature during the year. The nutrient concentration (<3,0 to 11,39 mg.L⁻¹ P-PO₄; 14,24 to 60,97 mg.L⁻¹ TP; 0,10 to 0,28 mg.L⁻¹ DN and 0,14 to 0,36 mg.L⁻¹ TN) were relatively low, indicating that even in poor water this species can increase quickly.

Key words: *Salvinia molesta*, growth rate, physico-chemical variables, river

Introdução

Espécies do gênero *Salvinia* ocorrem em ambientes aquáticos de muitas regiões tropicais. Em vários ecossistemas *Salvinia* tem proliferado indesejadamente causando prejuízos aos usos múltiplos destes ecossistemas. Este gênero de macrófita flutuante se destaca por apresentar habilidades para colonizar rapidamente muitos ambientes aquáticos, sendo comparável com outra macrófita aquática daninha, *Eichhornia crassipes* (Mitchell & Tur, 1975). O explosivo crescimento de *S. molesta* causa consideráveis danos econômicos, sanitários, e mesmo ecológicos (Moozhil & Pallauf, 1986).

Pode-se citar como exemplos de crescimento indesejado a proliferação intensa de *Salvinia molesta* no lago Kariba (Mitchell, 1969); *Salvinia natans* e *Nymphoides*

peltata em canais de drenagem na Iugoslávia (Murphy *et al.*, 1990); os extensos e densos estandes de *Salvinia molesta* no lago Curug (West Java), Indonésia (Gopal, 1990) a proliferação de *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* em um braço do reservatório de Itaipu, Brasil (Thomaz *et al.*, 1999).

Cary & Weerls (1983) citam a necessidade de se desenvolver medidas eficientes para o controle de *S. molesta* e, para realizá-lo, afirmam que é necessário conhecer suas taxas de crescimento sob diferentes condições ambientais. De fato, vários autores (Seshavatharam, 1990; Khedr & Demersdash, 1997; Bini *et al.*, 1999; Lenssen *et al.*, 1999; Maine *et al.*, 1999) têm destacado que fatores ambientais, tais como, transparência da água, profundidade, velocidade de corrente, temperatura, tipo de sedimento e disponibilidade de nutrientes na água, atuando em conjunto, determinam a ocorrência e o crescimento de macrófitas aquáticas.

Na planície costeira do sul do Estado de São Paulo são abundantes rios com diferentes tipos de água (preta, clara e branca), com pequena velocidade de corrente e bem preservados (Por, 1986; Camargo *et al.*, 1997). A maioria dos rios possuem áreas amplamente colonizadas por diferentes espécies de macrófitas aquáticas, incluindo *S. molesta* (Henry-Silva & Camargo, 2000).

O objetivo deste trabalho é determinar a taxa de crescimento de *S. molesta* no rio Preto (bacia do rio Itanhaém, litoral sul do Estado de São Paulo), em diferentes épocas do ano e avaliar os fatores que influenciam seu crescimento.

Área de estudo

As taxas de crescimento de *S. molesta* foram obtidas em estandes localizados no rio Preto, município de Itanhaém (23°50', 24°15' e 46° 35', 47° 00') no litoral sul paulista. A maioria dos rios desta região tem suas nascentes localizadas na serra do mar mas percorrem grandes extensões da planície. Na planície os rios recebem pequenos afluentes que formam áreas com características lênticas que são amplamente colonizadas por diferentes espécies e tipos ecológicos de macrófitas aquáticas. Foi selecionado um braço do rio Preto, regionalmente conhecido como Porto Boacica, onde ocorrem estandes mistos de *Eichhornia azurea* e *S. molesta* na região litorânea. Este rio possui águas pretas, pH ácido (4,5 a 5,6) e características naturais bem preservadas (Camargo *et al.*, 1996; Camargo *et al.*, 1997).

O clima do litoral sul paulista tem pequena variação sazonal de pluviosidade e temperatura quando comparado com o clima de outras áreas do sudeste do Brasil. De fato, embora a pluviosidade seja maior no verão, o inverno não é caracterizado por uma época de estiagem. A pluviosidade média do período entre 1938 e 1999 do mês de fevereiro é de 269,52 mm (DP = 203,89 mm) e do mês de agosto 92,45 mm (DP = 68,37 mm), na Estação Climatológica Itanhaém (F3-005), segundo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (<http://www.sigrh.sp.gov.br>). Além disso, devido a proximidade com o oceano, a amplitude anual de temperatura é relativamente pequena. Assim o clima é classificado, segundo Setzer (1966), como At tropical sem estação seca, com precipitação média anual de 2.112 mm, temperatura média de inverno de 18,4° C e média de verão de 25,7° C (Lamparelli, 1998).

Metodologia

Para a avaliação da taxa de crescimento específico de *S. molesta*, em ganho de peso seco, foram inicialmente coletados 50 indivíduos e medidos os valores de comprimento, largura do ramete, comprimento da raiz, com paquímetro digital marca Digimess, e o número de folhas dos rametes. Posteriormente, cada um dos rametes foi seco em estufa a 60° C para obtenção do peso seco (g). Com os valores das variáveis biométricas e de peso seco foram calculadas correlações para identificar a medida biométrica que teria melhor correlação com o peso seco.

No Porto Boacica foram ancorados três quadrados flutuantes (0,5 x 1,0 m) próximos ao estande natural de macrófitas, com exceção do verão quando apenas dois quadrados foram utilizados. Os quadrados foram instalados na região litorânea que é sombreada pela mata ciliar, exceto o quadrado 2 no outono, que permaneceu na parte central do canal. Em cada quadrado foram colocados 10 rametes de *S. molesta* (com 10 folhas) previamente marcados e cercados pelos quadrados, sendo cada ramete uma unidade amostral. As medidas biométricas foram realizadas em intervalos entre 2 e 4 dias, durante um período total de 20 dias. Os experimentos para a obtenção das taxas de crescimento foram realizados no verão (03 a 22/02), no outono (06 a 25/04), no inverno (09 a 28/07), e na primavera (16/11 a 05/12) de 1998.

A taxa de crescimento específico foi calculada segundo a equação proposta por Jackson (1980) e o tempo de duplicação foi calculado segundo Mitchell (1974).

$$TCE = (\ln PS \text{ final} - \ln PS \text{ inicial}) / \Delta t$$

onde TCE = taxa de crescimento específico

Δt = intervalo de tempo (dias)

$$Td = \ln 2 / TCE$$

onde Td = tempo de duplicação.

Medidas de variáveis físico-químicas da água foram feitas nos três quadrados experimentais nos mesmos dias em que foram realizadas as medidas biométricas. Para estas medidas cada quadrado corresponde a uma unidade amostral. Os valores de temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu S \cdot cm^{-1}$), foram medidas com o aparelho Water Quality Checker marca Horiba modelo UI0. A radiação fotossinteticamente ativa ($mmol \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$) foi medida com um radiômetro marca Licor, modelo Li-192-SA. O oxigênio dissolvido ($mg \cdot L^{-1}$) foi medido utilizando o método de Winkler (Golterman *et al.*, 1978). Nitrogênio total e nitrogênio dissolvido foram determinados segundo método de Mackereth *et al.* (1978) e fósforo total e ortofosfato foram determinados segundo Golterman *et al.* (1978).

Aos resultados das taxas de crescimento específico obtidos para cada um dos quadrados foi aplicada análise de variância para verificar a ocorrência de diferenças significativas ($p < 0,05$). Aos valores das variáveis físico-químicas foi aplicada análise de variância para verificar a ocorrência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as quatro épocas do ano.

Resultados

Para estimar o crescimento em ganho de peso seco de *S. molesta*, inicialmente foram realizadas análises de regressão linear simples entre as variáveis biométricas e os valores de peso seco. O valor do coeficiente de correlação obtido entre o peso seco (PS) de *S. molesta* e comprimento da raiz foi de 0,5974; entre PS e comprimento do ramete de 0,6833; entre PS e largura do ramete de 0,6943; entre PS e área (comprimento x largura) do ramete de 0,8669 e entre PS e número de folhas de 0,9080. Assim a melhor correlação foi obtida entre PS e número de folhas. O gráfico de dispersão está apresentado na Figura 1 e a equação obtida foi $PS = -0,5002 + 0,5628 \cdot \text{número de folhas}$.

As taxas de crescimento específico de *S. molesta* nos diferentes quadrados e épocas do ano foram bastante similares. Apenas nos quadrados 1 (0,191 dias⁻¹) e 3 (0,201 dias⁻¹) no outono foram observadas taxas significativamente ($p < 0,05$) maiores (Tabela I). Conseqüentemente, nestes quadrados também foram registrados os menores períodos de duplicação (3,5 e 3,7 dias). Ainda neste período, a taxa de crescimento foi menor no quadrado 2 (0,153 dias⁻¹) em relação aos quadrados 1 e 3. Valores intermediários de taxa de crescimento e tempo de duplicação foram obtidos na primavera (0,162 dias⁻¹ a 0,167 dias⁻¹ em 4,1 a 4,3 dias). Os menores valores da taxa de crescimento e os maiores do tempo de duplicação foram observados no inverno e verão (0,110 dias⁻¹ e 0,120 dias⁻¹ em 5,8 e 7,1 dias, respectivamente).

Na Figura 2 estão apresentados os valores médios e o desvio padrão de temperatura, condutividade elétrica, pH, radiação fotossinteticamente ativa e O₂ dissolvido.

Na Figura 3 são apresentados os valores médios e desvio padrão de P-PO₄, nitrogênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio total. As temperaturas mais elevadas ocorreram no verão, com valores médios de 24,8° C e as menores no inverno, ligeiramente superiores a 18° C, com diferenças significativas (p<0,05 %) entre eles. Os valores de pH foram sempre ácidos nos diferentes períodos do ano, com máximo de 5,5 no inverno e mínimo de 4,6 no verão, sem apresentar diferenças significativas (p>0,05). A condutividade elétrica apresentou variações entre as épocas do ano, com maior valor medido no inverno (36 μS.cm⁻¹) e o menor na primavera (13 μS.cm⁻¹), entretanto, diferenças significativas (p>0,05) não foram observadas. As concentrações de O₂ dissolvido foram, em geral, baixas, não apresentando diferenças significativas (p>0,05), com máximo (4,49 mg.L⁻¹) no inverno e mínimo (1,20 mg.L⁻¹) no verão. Os valores de radiação fotossinteticamente ativa apresentaram grandes variações entre os dias de amostragem, em todas as épocas do ano, devido à alternância entre dias ensolarados, nublados e chuvosos. No entanto, valores significativamente (p<0,05) maiores foram observados no outono, especificamente no quadrado 2, (852 mmol.s⁻¹.m²) e os menores foram medidos no verão (59 mmol.s⁻¹.m²).

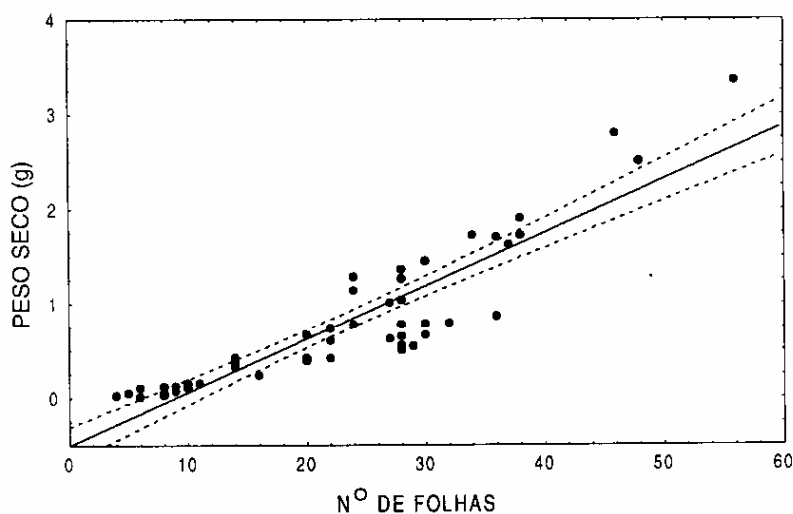


Figura 1: Dispersão dos valores de número de folhas e peso seco de *S. molesta*. $PS = 0.5002 + 0.05628 \cdot \text{número de folhas}$, $r = 0.90807$, $n = 50$.

Tabela 1: Taxa de crescimento específico (TCE) e tempo de duplicação (TD) de *S. molesta* nos diferentes períodos do ano. Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente (p< 0,05) pelo teste de Tuckey).

Estação	Quadrado	TCE	TD
Verão	1	0,120 (a)	5,8
	2	0,135 (a)	5,2
Outono	1	0,191 (bc)	3,7
	2	0,153 (a)	4,5
	3	0,201 (c)	3,5
Inverno	1	0,110 (a)	7,1
	2	0,138 (a)	5,1
	3	0,127 (a)	5,5
Primavera	1	0,167 (ab)	4,1
	2	0,167 (ab)	4,1
	3	0,162 (ab)	4,3

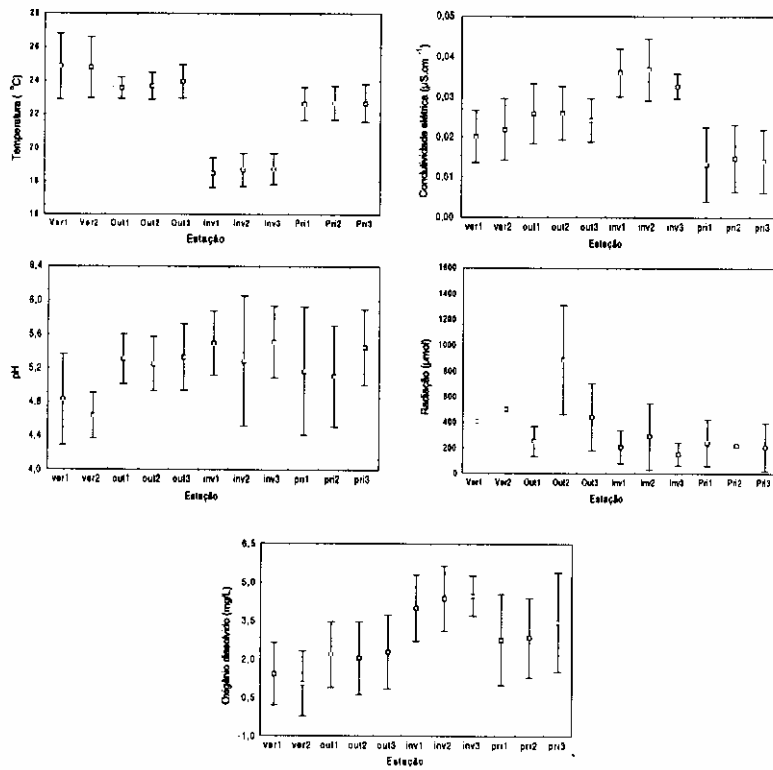


Figura 2: Valores médios e desvio padrão de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), pH, radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$) e O_2 dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) na água dos quadros amostrais

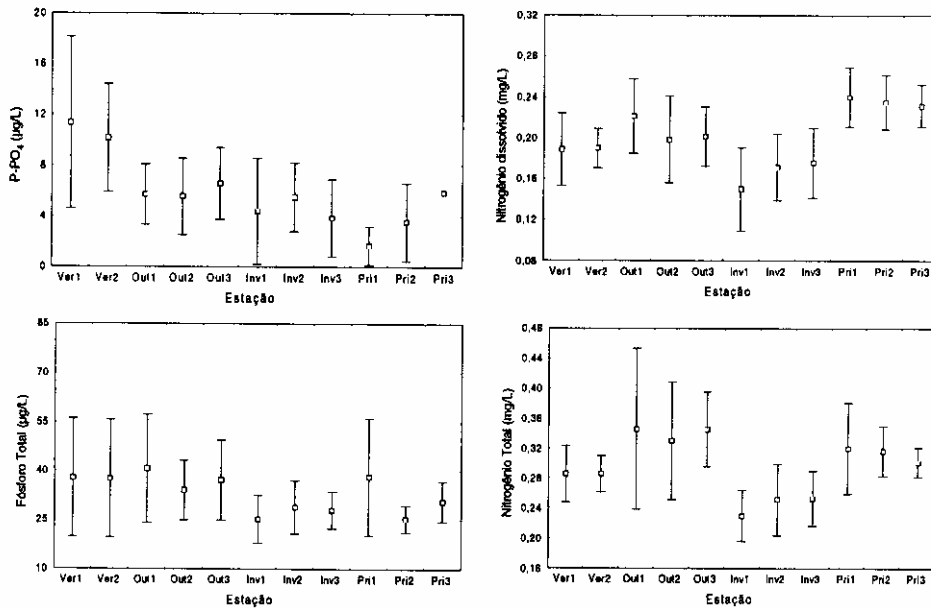


Figura 3. Valores médios de $\text{P}\cdot\text{PO}_4$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), N-dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), P-total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e N-total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) na água dos quadros amostrais.

Discussão

Os resultados de correlação linear entre variáveis biométricas e peso seco mostraram que a melhor correlação foi estabelecida com o número de folhas. Mitchell & Tur (1975) e Finlayson (1984) também obtiveram correlações altas entre estas duas variáveis e estimaram as taxas de crescimento específico de *S. molesta* através do número de folhas. Os resultados obtidos neste estudo corroboram a afirmação de Reddy & De Buske (1985) de que a contagem do número de folhas em diferentes intervalos de tempo fornece boas estimativas de ganho de biomassa, de taxa de crescimento específico e do tempo de duplicação de uma população de plantas aquáticas.

A Tabela II apresenta os resultados máximos e mínimos de taxa de crescimento específico e tempo de duplicação de *Salvinia* obtidos no Porto Boacica e os resultados obtidos por outros autores. Observa-se uma ampla variação do tempo de duplicação deste gênero, com valor máximo de 231 dias obtidos em um experimento de laboratório desenvolvido por Reddy & De Busk (1985) e valor mínimo de 1.4 dias obtido por Finlayson (1984) em uma lagoa de oxidação próxima ao lago Moondarra na Austrália. No entanto, a maior parte dos resultados de tempo de duplicação obtidos por outros autores apresentam valores com pequena amplitude de variação e similares aos obtidos nesta pesquisa. É importante destacar que as condições ambientais em que foram desenvolvidos os experimentos são bastante distintas quanto à densidade de plantas, concentrações de nutrientes e temperatura, quando comparadas com os dados da literatura.

Tabela II: Valores comparativos de taxa de crescimento específico (TCE dia⁻¹) e tempo de duplicação (TD) do gênero *Salvinia*.

Espécie	TCE	TD	Local	Autor
<i>S. molesta</i>	0,082	8,6	Campo	Mitchell & Tur, 1975
<i>S. molesta</i>	0,059	11,6	Campo	Mitchell & Tur, 1975
<i>S. molesta</i>	0,50	1,4	Campo	Finlayson, 1984
<i>S. auriculata</i>	0,096	7,2	Campo	Junk & Howard - Williams, 1984
<i>S. rotundifolia</i>	0,065 a 0,196	10,7 a 3,5	Laboratório	Reddy & De Busk, 1985
<i>S. rotundifolia</i>	0,003 a 0,03	231 a 23,1	Laboratório	Reddy & De Busk, 1985
<i>S. molesta</i>	0,20 a 0,11	3,5 a 7,1	Campo	Este estudo

O tempo de duplicação extremamente elevado obtido por Reddy & De Busk (1985) foi medido em altas densidades de indivíduos de *Salvinia rotundifolia*, que podem ter sido responsáveis pelo elevado tempo de duplicação. Mitchell & Tur (1975) também verificaram diferenças entre o tempo de duplicação de *S. molesta* em função da densidade de indivíduos, com tempos maiores no interior do banco e menores na margem que apresentava menor densidade de plantas. O tempo de duplicação relativamente reduzido (3,5 dias) obtidos no Porto Boacica, provavelmente, está relacionado à baixa densidade de indivíduos utilizada nos experimentos e que é semelhante à densidade observada na margem dos bancos.

Finlayson (1984), trabalhando em uma lagoa de oxidação com altas concentrações de nitrogênio inorgânico (24 mg.L⁻¹) e de fósforo inorgânico (9 mg.L⁻¹), obteve valores elevados de taxa de crescimento e reduzido tempo de duplicação para *S. molesta*. O tempo de duplicação de 3,5 dias obtido por Reddy & De Busk (1985) também pode estar relacionado com as elevadas concentrações de nutrientes utilizadas no experimento de laboratório (10,5 mg.L⁻¹ de N-NO₃ e 3,0 mg.L⁻¹ de P-PO₄). Por outro lado, Junk & Howard-Williams (1984) obtiveram tempo de duplicação também relativamente curto (7,2 dias) para *Salvinia auriculata* no Lago do Castanho (Amazônia Central), que segundo Schmidt (1973) contém concentrações de nitrogênio total entre 0,31 e 2,86 mg.L⁻¹ e de ortofosfatos entre 0 e 30 mg.L⁻¹. No Porto Boacica as concentrações de nitrogênio e fósforo na água foram bastante reduzidas em todas as épocas do ano. Os valores de P-PO₄ foram sempre inferiores a 20,0 mg.L⁻¹ e de nitrogênio total inferiores a 0,44 mg.L⁻¹. Pode-se concluir que, embora as taxas de crescimento sejam mais elevadas em água com altas concentrações de nutrientes,

Salvinia também pode apresentar altas taxas de crescimento em águas pobres em nutrientes.

Outra variável que pode controlar a taxa de crescimento de macrófitas aquáticas é a temperatura. Temperaturas acima de 30° C e abaixo de 15° C limitam o crescimento de *S. molesta* (Mitchell & Tur, 1975 e Usha Rani & Bhambie, 1983). A temperatura da água em Itanhaém foi elevada em todas as épocas e apenas no inverno foram observadas temperaturas significativamente menores. Entretanto, mesmo nesta época foram superiores a 18° C. Portanto, provavelmente, a temperatura não foi um fator limitante ao crescimento de *S. molesta* no Porto Boacica, permitindo altas taxas de crescimento.

Outra variável que pode influenciar as taxas de crescimento de macrófitas aquáticas é a radiação solar. Trabalhos que relacionam radiação luminosa com atividade fotossintética têm sido realizados para macrófitas aquáticas submersas (Menendez & Peñuelas, 1993 e Menendez & Sanchez, 1998), e têm demonstrado que tanto baixos, quanto altos valores de radiação reduzem a fotossíntese. Neste estudo, os valores de radiação fotossinteticamente ativa apresentaram grandes variações durante os dias de avaliação de crescimento, em todas as épocas do ano. Devido a esta grande variabilidade não foram observadas diferenças significativas entre as épocas do ano. No entanto, o quadrado 2 no outono, apresentou valores médios de radiação mais elevados, por estar localizado na parte central do canal. *S. molesta*, neste quadrado, apresentou menores taxas de crescimento em relação aos outros. Estes resultados sugerem que, provavelmente, radiações mais elevadas podem diminuir as taxas de crescimento desta espécie. Junk & Howard-Williams (1984) também observaram menores taxas de crescimento de *Salvinia auriculata* quando os níveis de insolação foram maiores.

A partir dos resultados obtidos e da comparação com outros estudos, pode-se concluir que *S. molesta* apresenta altas taxas de crescimento no Porto Boacica. As altas taxas, provavelmente, estão relacionadas com a pequena densidade de plantas e da elevada temperatura da água durante o ano. Deve-se destacar que as concentrações de nutrientes (N e P) na água do ambiente estudado foram relativamente baixas, indicando que mesmo em águas pobres esta espécie pode proliferar rapidamente. A pequena variação nas taxas de crescimento de *S. molesta* durante o ano, se devem, provavelmente, à reduzida amplitude de variação sazonal do clima do litoral sul do Estado de São Paulo.

Agradecimentos

Somos gratos à FAPESP (proc. 97/14292-9) pelo suporte financeiro, ao técnico Carlos Fernando Sanches e às ecólogas Cileny Saroba e Anelise Assumpção pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório.

Referências citadas

- Bini, L.M., Thomaz, S.M., Murphy, J.K. & Camargo, A.F.M. 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia*, 415:147-154.
- Camargo, A.F.M., Ferreira, R.A.R., Schiavetti, A. & Bini, L.M. 1996. Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, 8:31-243.
- Camargo, A.F.M., Nucci, P.R., Bini, L.M. & Silva Jr, U.L. 1997. The influence of the geology on the limnological characteristics of some lotic ecosystems of the Itanhaém River Basin, SP - Brazil. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 26:860-864.
- Cary, P.R. & Weerts, P.G.J. 1983. Growth of *Salvinia molesta* as affected by water temperature and nutrition II. Effects of phosphorus level. *Aquat. Bot.*, 17:1-70.

- Finlayson, C.M. 1984. Growth of *Salvinia molesta* in lake Moondarra, Mount Isa, Australia. *Aquat. Bot.*, 18:257-262.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. 2nd. Blackwell, Oxford. 315 p.
- Gopal, B. 1990. Ecology and Management of Aquatic Vegetation in the India Subcontinent. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 257 p.
- Henry-Silva, G.G. & Camargo, A.F.M. 2000. Composição química de quatro espécies de macrófitas aquáticas e possibilidades de uso de suas biomassas. *Naturalia*, 25: (no prelo).
- Jackson, G.A. 1980. Marine biomass production through seaweed aquaculture. In: San Pietro, A.G. (ed.) *Biochemical and photosynthetic aspects of energy production*. Academic Press, New York. p.31-58
- Junk, W. J. & Howard-Williams, C. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. In: Sioli, H. (ed.) *The Amazon-Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. W. Junk, Dordrecht. p.269-293.
- Khedr, A. H. & Demersdash, M. A. 1997. Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. *Aquat. Bot.*, 56:75-86.
- Lamparelli, C.C. 1998. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente/CETESB, São Paulo. 108 p.
- Lenßen, J.P.M., Menting, F.B.J., Van Der Putten, W.H. & Blom, C.W.P.M. 1999. Effects of sediment type and water level on biomass production on wetland plant species. *Aquat. Bot.*, 64:151-165.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. & Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association, London. 121 p.
- Maine, M.A., Suñe, N.L., Panigatti, M.C., Pizarro, M.J. & Emiliani, F. 1999. Relationships between water chemistry and macrophyte chemistry in lotic and lentic environments. *Arch. Hydrobiol.*, 145:129-145.
- Menendez, M. & Peñuelas, J. 1993. Seasonal photosynthetic and respiratory responses of *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande to changes in light and temperature. *Arch. Hydrobiol.*, 129:221-230.
- Menendez, M. & Sanchez, A. 1998. Seasonal variations in P-I responses of *Chara hispida* L. and *Potamogeton pectinatus* L. from stream mediterranean ponds. *Aquat. Bot.*, 61:1-15.
- Mitchell, D.S. 1969. The ecology of vascular hydrophytes on Lake Kariba. *Hydrobiologia*, 34:448-64.
- Mitchell, D.S. 1974. Aquatic vegetation and its use and control. UNESCO, Paris. 135 p.
- Mitchell, D.S. & Tur, N. M. 1975. The rate of growth of *Salvinia molesta* (*S. auriculata* Auct.) in laboratory and natural conditions. *J. Appl. Ecol.*, 12:213-225.
- Moozhiyil, M. & Pallauf, J. 1986. Chemical composition of the water fern, *Salvinia molesta*, and its potential as feed source for ruminants. *Econ. Bot.*, 40:75-383.
- Murphy, K.J., Robson, T.O., Arsenovic, M. & Van Der Zweerde, W. 1990. Aquatic weed problems and management in Europe. In: Pieterse, A.H. & Murphy, K.J. (eds.) *Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. Oxford University Press, Oxford. p.295-317.
- Por, F.D. 1986. Stream type diversity in the Atlantic lowland of the Juréia Area (Subtropical Brazil). *Hydrobiologia*, 139:31-46.
- Reddy, K.R. & De Busk, Q.F. 1985. Growth characteristics of aquatic macrophytes cultured in nutrient-enriched water. II. *Azolla*, Duckweed and *Salvinia*. *Econ. Bot.*, 38:229-239.
- Setzer, J. 1966. Atlas climatológico e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai/CESP, São Paulo.
- Seshavatharam, V. 1990. Traditional uses and problems of noxious growth. In: Gopal, B. (ed.) *Ecology and management of aquatic vegetation in the Indian Subcontinent*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 257p.

- Schmidt, G.W. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters.II: the limnology of a tropical flood-plain lake in Central Amazonia (Lago do Castanho). *Amazoniana*, 4:139-203.
- Thomaz, S.M., Bini, L.M., Souza, M.C., Kita, K.K. & Camargo, A.F.M. 1999. Aquatic macrophytes of Itaipu Reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 42:15-22.
- Jsha Rani, V.U. & Bhambie, S. 1983. A study on the growth of *Salvinia molesta* Mitchell in relation to light and temperature. *Aquat. Bot.*, 17:119-124.

Recebido em: 15 / 01 / 2001

Aprovado em: 12 / 06 / 2001