

## GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Hydrocotyle bonariensis* LAM. (APIACEAE) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NaCl

VIVIAN CRISTINA DOS SANTOS HACKBART<sup>1</sup> & CÉSAR VIEIRA CORDAZZO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rua Dr. Quirino, 757 – Apto. 307, Centro, CEP 13015-081 Campinas – SP e-mail: vcsh@bol.com.br

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira, Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, C.P. 474, 96201-900, Rio Grande – RS e-mail: doccesar@furg.br

### RESUMO

Sementes de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) foram germinadas em cinco concentrações de NaCl (zero, 15, 30, 60 e 120 mM NaCl) e três diferentes condições de estocagem (por 15, 30 e 45 dias) em água do mar (600 mM NaCl) e após transferidas para água destilada. A sobrevivência e crescimento das plântulas foram testadas em seis regimes de salinidade (zero, 5, 10, 20, 40 e 80 mM NaCl). Os testes de germinação indicaram que as sementes de *H. bonariensis* germinam melhor em condições de água doce, diminuindo gradualmente com o aumento na concentração de NaCl, a qual é completamente inibida em 120 mM NaCl. A biomassa das plântulas, número de folhas e tamanho da folha foram progressivamente reduzidos com o aumento na concentração de NaCl. A diminuição da viabilidade das sementes após exposição à alta salinidade, a baixa germinação e crescimento reduzido sob altas concentrações de NaCl, são provavelmente as causas determinantes da distribuição restrita de *Hydrocotyle bonariensis* em áreas estáveis mais afastadas da praia.

**PALAVRAS-CHAVE:** salinidade, dunas costeiras, sementes, *Hydrocotyle bonariensis*

### ABSTRACT

**Germination and seedling growth of *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) in different concentrations of NaCl.**

*Hydrocotyle bonariensis* seeds were germinated at five constant concentrations of NaCl (zero, 15, 30, 60 and 120 mM NaCl) and three recovery conditions from salt exposure (seed were soaked in 600 mM NaCl seawater) for 15, 30 and 45 days and afterwards transferred to distilled water. Additionally, survival and growth of seedlings were tested in six constant salinity regimes (zero, 5, 10, 20, 40 and 80 mM NaCl). Germination tests indicate that *H. bonariensis* seeds germinate better in freshwater, decreased gradually with the increase in NaCl concentration. Germination was completely inhibited at 120 mM NaCl. Seedling biomass, number of leaves and leaf size were progressively reduced with increase in NaCl concentration. The decrease of viability after high salt exposure, low germination and growth at high NaCl concentration are probably the determinant causes of the restrict distribution of *Hydrocotyle bonariensis* to stable and no-salt areas of coastal dunes.

**KEY WORDS:** salinity, coastal dunes, seeds, *Hydrocotyle bonariensis*

## INTRODUÇÃO

A salinidade do solo (Ungar 1987, Cordazzo 1999, Tobe *et al.* 2000, Scott *et al.* 2000, Houle *et al.*, 2001) e o borrifo marinho (Cheplick & Demetri 1999) são condições ambientais que podem prejudicar a germinação das sementes e impedir o estabelecimento de plântulas de dunas (Seneca 1972, Cordazzo 1999), reduzir o tamanho da planta, sua capacidade reprodutiva e o tamanho das sementes (Seneca 1969, Cheplick & Demetri 1999). Desta forma, a concentração de NaCl no substrato pode atuar seletivamente, determinando o estabelecimento de plântulas e sobrevivência em áreas costeiras (Seneca 1972, Cordazzo 1999).

A alta salinidade diminui o potencial de água no substrato e deste modo restringe a água e nutrientes para absorção pelas raízes, além de poder causar descontrolado iônico e toxicidade nas plantas (Larcher 1995, Houle *et al.* 2001) podendo também influenciar no estabelecimento de espécies em função de diferentes respostas aos fatores abióticos (Noe & Zedler 2000).

Para melhor compreender o efeito da salinidade na germinação, sobrevivência e crescimento de espécies de plantas de dunas costeiras no sul do Brasil, alguns estudos vêm sendo realizados, especialmente com *Panicum racemosum*, *Spartina ciliata*, *Blutaparon portulacoides*, *Cakile maritima* e *Senecio crassiflorus* (Cordazzo 1999, Farias 1995, Cordazzo & Valero-Aracama 1998). Entretanto outras espécies dominantes nas dunas costeiras, como *Hydrocotyle bonariensis* ainda carecem de estudos.

*Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) é uma planta rastejante, perene, que apresenta rizomas delgados subterrâneos e emissões radiculares muito finas presentes nos nós (Cordazzo *et al.* 2006). É uma das espécies de maior distribuição espacial nas dunas costeiras, podendo ser encontrada desde as dunas frontais até as depressões úmidas mais afastadas da praia (Cordazzo *et al.* 2006), onde apresenta as maiores biomassas (Costa & Seeliger, 1990). Apesar de sua grande importância na zona litorânea pouco se conhece sobre sua biologia, em especial sob os efeitos de diferentes concentrações de NaCl.

Assim, este estudo tem como objetivos avaliar o efeito de diferentes concentrações de NaCl sobre a germinação das sementes, sobrevivência e crescimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis*, em condições controladas de laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados no período de fevereiro a março de 1997, na praia do Cassino (32°12' S; 52°10' W). A germinação foi testada em placas de petri, de 9 cm de diâmetro, esterilizadas, contendo duas camadas de papel filtro Whatman n.º 1 e umedecidos com 5 ml de diferentes concentrações de NaCl, zero (controle), 15, 30, 60, e 120 mM NaCl. Para evitar flutuações na salinidade, pela evaporação, as placas foram fechadas com fita seladora. O experimento foi conduzido com 4 réplicas de 25 sementes cada, distribuídas aleatoriamente em incubadora com temperatura alternada 15-30°C, num regime de 12 horas cada e fotoperíodo de 12-12 horas (escuro-luz). As condições de fotoperíodo e regime de temperatura escolhidos foram os que apresentaram os melhores resultados de germinação em estudos anteriores (Hackbart 2002). Durante 60 dias as placas foram observadas diariamente e contadas as sementes germinadas. Adicionalmente foi realizado um experimento com sementes estocadas por 15, 30 e 45 dias em água do mar (600 mM NaCl), esterilizada em autoclave por 30 minutos. Após, as sementes foram retiradas, lavadas com água destilada, e postas para germinar seguindo a metodologia descrita anteriormente, na condição sem NaCl.

Os experimentos de sobrevivência e crescimento foram realizados com 50 plântulas de similar tamanho (diâmetro foliar = 4,5mm) e idade (= 10 dias), plantadas individualmente em potes plásticos contendo areia da praia previamente lavada com água destilada para retirar possíveis sais e mantidos em uma casa de vegetação por 15 semanas. Semanalmente os potes receberam 10 ml de solução nutritiva de Hoagland com diferentes concentrações de NaCl (zero, 5, 10, 20, 40 e 80 mM NaCl) (Cordazzo 1999). Ao final de 15 semanas, foi verificado o número de plantas sobreviventes e determinadas as biomassas (peso seco) da parte aérea e subterrânea, bem como o número e diâmetro das folhas. As taxas de crescimento absoluto (TCA) foram determinadas pela equação:

$$TCA = (Df - Di) / (tf - ti) \quad \text{onde}$$

“Df” é o diâmetro final, “Di” é o diâmetro inicial, e “tf-ti” representa o tempo decorrido entre o final e início do experimento (Hunt 1990), usando as três maiores folhas produzidas em cada pote.

Os dados de germinação foram transformados inicialmente (transformação angular). A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para verificação das diferenças entre as médias nos tratamentos de germinação e crescimento, e quando F foi significativo a DMS 5% (Tukey) foi determinada. *A priori*, foram efetuados os testes de Normalidade e de Homocedasticidade, ambos a 5% de significância, para todas as variáveis como pré-requisitos para a análise paramétrica (Zar, 1984).

## RESULTADOS

Os resultados mostram, ao longo de 60 dias, um decréscimo significativo ( $F=61,02$ ;  $p<0,0001$ ) no percentual de germinação com o aumento da concentração de NaCl de 78%, 58%, 46%, 34% e 0%, respectivamente para o controle, 15, 30, 60 e 120 mM de NaCl (Fig. 1). Observou-se que as plântulas que germinaram na concentração de 60 mM de NaCl sofriam necrose de seus tecidos radicular e meristemático. As sementes não germinadas na concentração de 120 mM NaCl, apresentaram uma germinação de 15% quando lavadas e transferidas para água destilada.

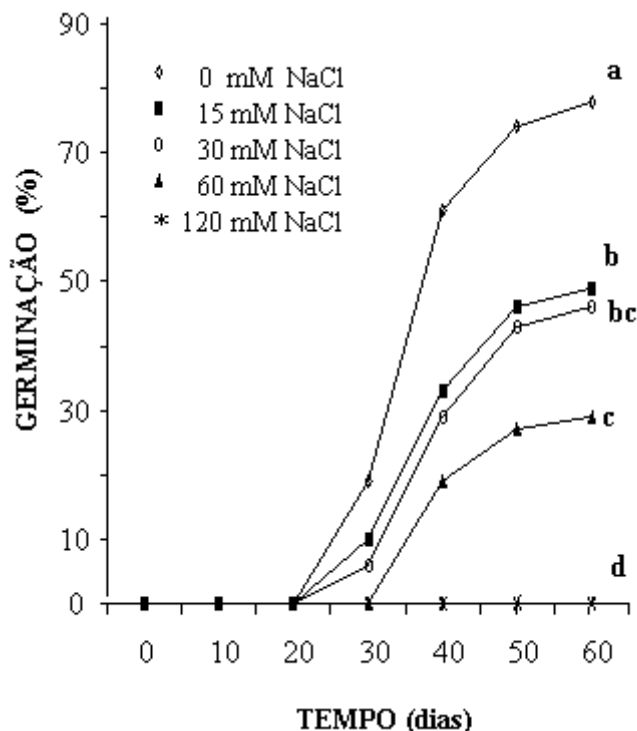


FIGURA 1 – Porcentagem média acumulada da germinação de *H. bonariensis* em diferentes concentrações de salinidade ao longo de 60 dias, onde médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes, de acordo com o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

As sementes embebidas em água salgada por diferentes tempos, mostraram também uma gradual redução na germinação (Fig. 2), de 78%, 67%, 62% e 17%, respectivamente para o controle, 15 dias, 30 dias e 45 dias de embebição em água do mar. Porém essa redução só foi significativa para 45 dias de estocagem ( $F=19,19$ ;  $p < 0,0001$ ). Entretanto o efeito da embebição das sementes na água salgada, gradativamente retardaram o início da germinação com o aumento do tempo de embebição de 5 para 22, 26 e 28 dias, respectivamente para o controle, 15, 30 e 45 dias de estocagem.

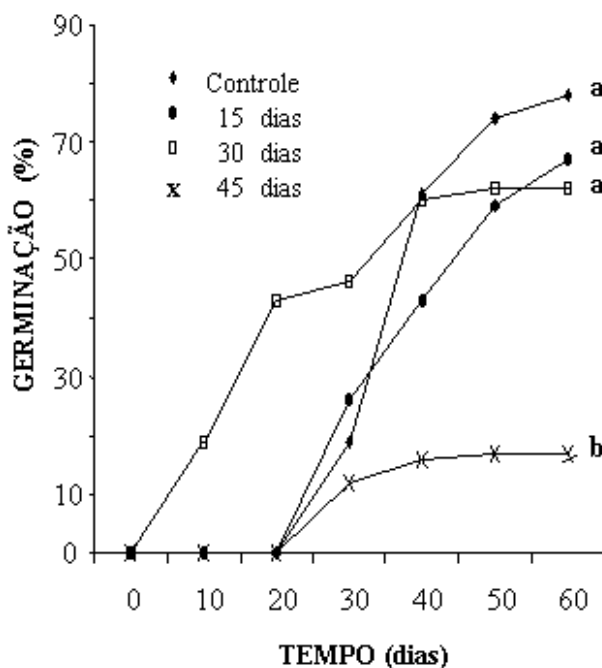


FIGURA 2 – Porcentagem média acumulada da germinação de *H. bonariensis* em diferentes tempos de embebição em água do mar ao longo de 60 dias. Médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes, de acordo com o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Todas as plântulas de *H. bonariensis* cultivadas em diferentes concentrações de NaCl sobreviveram, ao longo das 15 semanas de observação. Os resultados mostraram que os números de folhas produzidos apresentaram um decréscimo gradativo, embora somente significativo a partir de 20 mM de NaCl (Tab. 1). Embora diferenças significativas no diâmetro foliar final e nas taxas de crescimento absoluto (TCA) só tenham sido encontradas para concentrações acima de 40 mM NaCl (Tabela 1), as regressões do diâmetro foliar e TCA em relação ao aumento de concentração de NaCl mostraram uma alta e significativa correlação (Fig. 3a, 3b). A biomassa aérea e principalmente a subterrânea apresentaram marcada redução com o aumento da concentração de NaCl com diferenças significativas a partir de 80 mM de NaCl (Fig. 4A). Igualmente a razão entre biomassa aérea e biomassa subterrânea demonstrou um maior investimento na porção subterrânea que na porção aérea em todas as concentrações, exceto em 80 mM NaCl (Fig. 4B).

TABELA 1 – Efeito da salinidade (mM NaCl) sobre o crescimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* ao longo de 15 semanas de cultivo. Onde NF = número de folhas; DF = diâmetro final das folhas; e TCA = taxa de crescimento absoluto. As médias e desvios padrão de cada tratamento correspondem um n = 10 plântulas.

Concentração (mM NaCl)	NF	DF (cm)	TCA (mm. dia <sup>-1</sup> )
0	6,1 ± 0,5 (a)	1,57 ± 0,18 (a)	1,06 ± 0,17 (a)
5	5,6 ± 0,9 (a)	1,54 ± 0,16 (a)	1,03 ± 0,15 (a)
10	5,2 ± 0,8 (ab)	1,51 ± 0,20 (a)	1,01 ± 0,19 (a)
20	4,8 ± 0,7 (b)	1,44 ± 0,17 (ab)	0,94 ± 0,16 (a)
40	4,3 ± 0,8 (b)	1,39 ± 0,22 (b)	0,79 ± 0,21 (b)
80	3,6 ± 1,2 (c)	1,03 ± 0,29 (b)	0,55 ± 0,27 (c)
	F = 6,02 P < 0.0001	F = 8,64 P < 0.0001	F = 8,69 P < 0.0001

Médias com diferentes letras na mesma coluna são estatisticamente diferentes de acordo com o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância

## DISCUSSÃO

As plantas das dunas costeiras estão expostas a uma grande amplitude nas quantidades de sal, desde sua completa ausência após fortes chuvas, até concentrações acima de 500 mM NaCl durante inundações pelas ressacas (Cordazzo 1999). A germinação das sementes e o crescimento das plantas podem ser reduzidos mesmo quando submetidos a níveis baixos e moderados de salinidade (Houle *et al.* 2001).

A salinidade pode inibir a germinação de três maneiras: (i) prevenindo temporariamente a germinação sem danos à viabilidade, em altas salinidades (dormência forçada) (Davy & Figueroa 1993, Cordazzo 1999); (ii) retardando a velocidade e diminuindo o total de sementes germinadas nas salinidades que causam estresse, mas não impedindo a germinação (Seneca 1969, Gulzar & Khan 2001); ou (iii) levando à perda total da viabilidade (Ignaciuk & Lee 1980, Greipsson & Davy 1994, Cordazzo 1999).

As sementes de *Hydrocotyle bonariensis* mostraram um decréscimo linear significativo na germinação, quando submetidas a um aumento nas concentrações de NaCl (com a perda da viabilidade), o que de acordo com Ungar (1978) e Waisel (1972) é um comportamento típico de espécies glicófitas, e semelhante ao observado em outras plantas de dunas, como *Ammophila breviligulata*, *Panicum amarulum*, *Uniola paniculata* (Seneca 1969), *Leymus arenarius* (Greipsson & Davy 1994). Esta perda na viabilidade das sementes em altas concentrações de NaCl podem ter afetado e inibido a germinação de duas maneiras: (i) prevenindo a absorção de água pelo embrião devido ao alto potencial osmótico do meio (Waisel 1972, Ungar 1978); e (ii) pelo envenenamento do embrião, devido ao efeito tóxico dos íons (Waisel 1972, Ignaciuk & Lee, 1980).

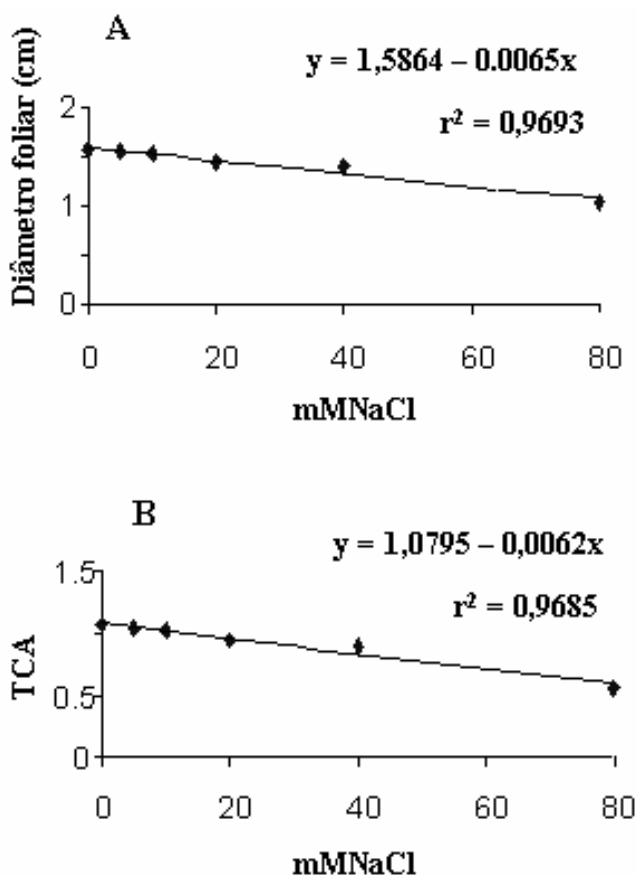


FIGURA 3 – Regressões entre a concentração de mM NaCl e (A) diâmetro foliar; e (B) TCA (taxa de crescimento absoluto) das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis*.

A ausência de germinação das sementes de *Hydrocotyle bonariensis* quando embebidas em 120 mM NaCl; a germinação de apenas 15% após estas sementes serem lavadas com água destilada e postas para germinar; a gradativa redução na germinação das sementes e no tempo para iniciar a germinação com o aumento no tempo de estocagem em água salgada, similar ao observado em *Salsola kali*, *Medicago sativa* (Ignaciuk & Lee 1980) e *Panicum racemosum* (Cordazzo *et al.* 2006), demonstram que o efeito iônico tóxico é irreversível, pelo menos em grande parte das sementes de *Hydrocotyle bonariensis*.

Durante o crescimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* nas concentrações mais altas de NaCl, foi observado que algumas folhas amarelavam, secavam e desprendiam-se da planta. Esta senescência nas folhas de *H. bonariensis*, devido a adição de NaCl foi anteriormente testada (Haddad e Mazzafera 1999), mostrando uma aceleração com o aumento da concentração de NaCl. A estratégia de abscisão foliar é comum em algumas plantas de dunas (Hesp 1991), como exemplos, *Paspalum vaginatum* (Pfadenhauer 1979), *Plantago maritima*, *Triglochin maritimum* (Larcher 1995), *Blutaparon portulacoides* (Farias 1995), permitindo eliminar o excesso de sal de dentro da planta através da perda das folhas mais velhas (Larcher 1995).

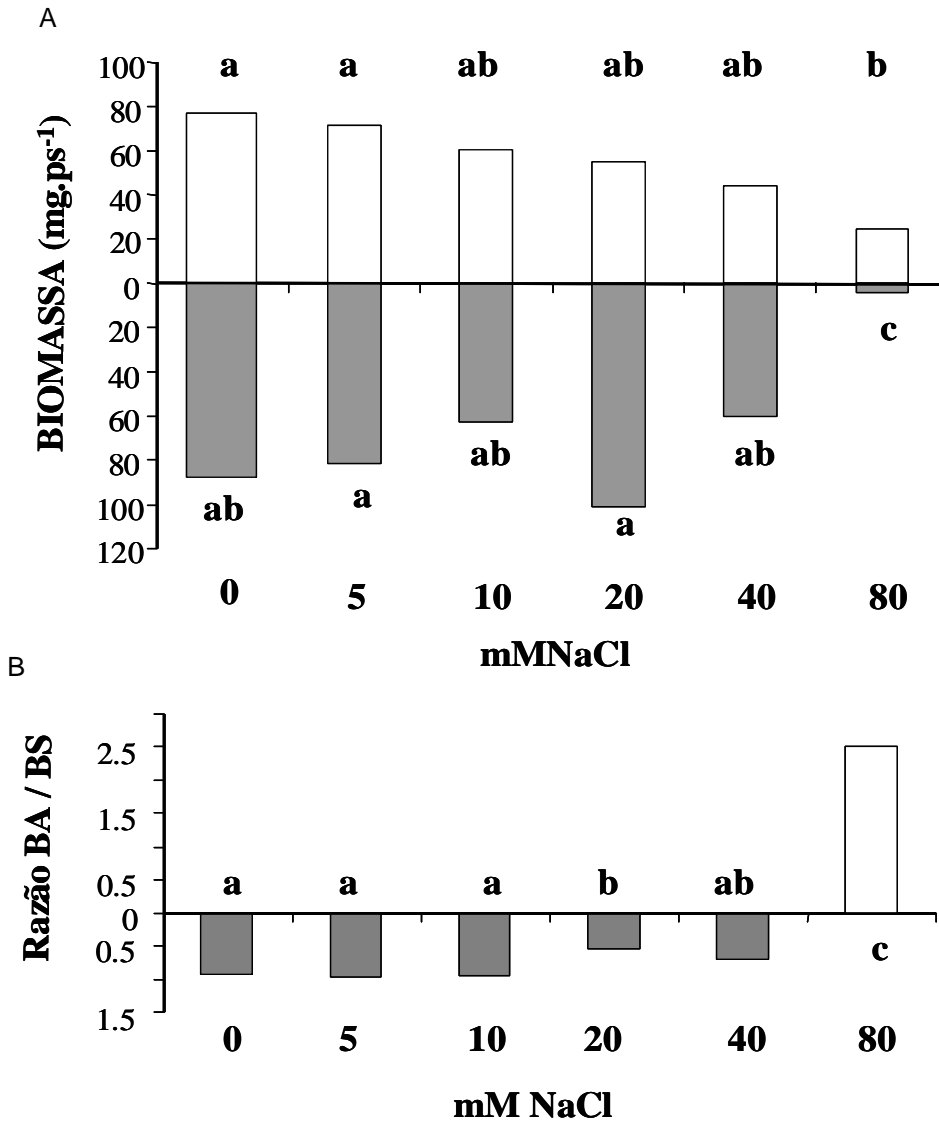


FIGURA 4.(A) – Médias das biomassas aérea (□) e subterrânea (■) e (B) razão entre biomassa aérea e subterrânea em diferentes adições de NaCl ao longo de 15 semanas. Médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes, de acordo com o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Similar a outras espécies de plantas de dunas, tais como *Spartina ciliata*, *Blutaparon portulacoides*, *Cakile maritima* (Cordazzo 1994), *Hydrocotyle bonariensis* mostrou uma significativa redução nas biomassas aérea e subterrânea conforme aumentou a concentração de NaCl, porém tolerando (sobrevivendo) até 80 mM de NaCl, concentração esta, maior que a concentração natural encontrada no substrato das dunas costeiras do sul do Brasil (Cordazzo 1999). A diminuição do tamanho das plantas (fenômeno de miniaturização) com a respectiva redução da biomassa em resposta ao aumento da salinidade do substrato são comumente observadas em plantas halófitas (Waisel 1972) e glicófitas (Houle *et al.* 2001), tanto de marismas (Gallagher 1979) como de dunas costeiras (Cordazzo 1999). No caso de *Hydrocotyle bonariensis* essa redução é evidenciada principalmente pela diminuição no número de folhas produzidas, no diâmetro foliar e nas taxas de crescimento absoluto (TCA).

A biomassa subterrânea das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* cultivadas nas condições salinas foi sempre superior à biomassa aérea, exceto em 80 mM NaCl, o que pode ser visualizado na Figura 4B pela razão entre biomassa aérea e subterrânea. Esta maior biomassa de raízes produzida em condições salinas provavelmente seja uma resposta ao baixo potencial hídrico externo (Blits & Gallagher, 1991), similar ao observado por Houle *et al.*(2001) em *Aster laurentianus*, indicando que a biomassa subterrânea é menos afetada

que a biomassa aérea, embora isto seja um comportamento incomum em halófitas (Waisel 1972). Adicionalmente, uma redução da área foliar conduz também a uma redução na taxa de transpiração (Ungar 1987, Jefferies & Rudmik 1991, Houle *et al.* 2001), diminuindo a necessidade de absorção de água de reposição pelas raízes, o que acarreta menor entrada de sal (Long & Mason 1983).

Concluindo, as plântulas *H. bonariensis* apresentaram em laboratório uma sobrevivência de 100%, mesmo em concentrações de sal acima das normalmente encontradas no ambiente. Assim o efeito das concentrações de NaCl pode não ser a principal causa direta de mortalidade das plântulas no ambiente natural. Entretanto, como a salinidade reduz o crescimento, elas ficam mais suscetíveis a outros fatores ambientais estressantes, principalmente o soterramento pela areia (Martinez *et al.* 1997, Yu *et al.* 2004), o que poderia dificultar sua presença nas áreas de dunas frontais, limitando assim sua distribuição em áreas mais afastadas da pós-praia e com maior estabilidade do substrato e disponibilidade de umidade (Costa & Seeliger 1990, Cordazzo *et al.* 2006).

## AGRADECIMENTOS

A FAPERGS (Processo n.º # 99/50471.6), pelo apoio financeiro nesta pesquisa, e ao Juliano Marangoni, pela ajuda nas análises estatísticas

## LITERATURA CITADA

- BLITS, K.C.; GALLAGHER, J.L. 1991. Morphological and physiological responses to increased salinity in marsh and dune ecotypes of *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. *Oecologia* (Berlin), 87:330-335.
- CHEPLICK, G.P.; DEMETRI, H. 1999. Impact of saltwater spray and sand deposition on the coastal annual *Triplasis purpurea* (Poaceae). *Am. J. Bot.*, 86(5): 703-710.
- CORDAZZO, C.V. 1994. Comparative populations studies of four dominant plants of southern Brazilian coastal dunes. Ph.D. Thesis, University of East Anglia, Norwich, UK.
- CORDAZZO, C.V. 1999. Effects of salinity of seeds germination seedling growth and survival of *Spartina ciliate* Brong. *Acta Bot. Bras.*, 13(3): 317-322.
- CORDAZZO, C.V.; VALERO-ARACAMA, C. 1998. Influencia do dimorfismo de sementes de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimento das plântulas. *Atlântica* (Rio Grande), 20:121-130.
- CORDAZZO, C.V.; PAIVA, J.B.; SEELIGER, U. 2006. Guia Ilustrado Plantas das dunas da costa sudoeste Atlântica. Coleção Manuais de Campo # 8, USEB Pelotas, 136p.
- COSTA, C.B.; SEELIGER, U. 1990. Quantitative phenology and horizontal distribution of the rhizomatous perennial herb *Hydrocotyle bonariensis* Lam. in coastal sand dunes. *Vida Silvestre Neotropical*. 2(2): 36-42.
- DAVY, A.J.; FIGUEROA, E. 1993. The colonization of strandlines. In: MILES, J.; WALTON, D.W.H. (eds) Primary succession on land. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 113-131.
- FARIAS, M.G. 1985. Comportamento ecofisiológico de *Blutaparon portulacoides* (St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae) cultivada em diferentes concentrações de NaCl. Tese de Mestrado UFRGS, Porto Alegre.
- GALLAGHER, J.L. 1979. Growth and element compositional responses of *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. to substrate salinity and nitrogen. *Am. Midl. Nat.* 102: 68-75.
- GREIPSSON, S.; DAVY, A.J. 1994. Germination of *Leymus arenarius* and its significance for land reclamation in Iceland. *Ann. Bot.*, 73: 393-401.
- GULZAR, S.; KHAN, M.A. 2001. Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus eagopoides*. *Ann. Bot.* 87: 319-324.
- HADDAD, C.R.B.; MAZZAFERA, P. 1999. Sodium Chloride-Induced leaf senescence in *Hydrocotyle bonariensis* Lan. and *Foeniculum vulgare* L. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 42.(2): 161-168.
- HESP, PA. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments*, 21:165-191.
- HOULE, G.; MOREL, L.; REYNOLDS, C.E.; SIRGEL, J. 2001. The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). *Am. J. Bot.* 88(1): 62-67.
- HUNT, R. 1990. Basic Growth Analysis. Unwin Hyman Ltd., London, 112p.
- IGNACIUK, R.; LEE, J.A. 1980. The germination of four annual strand-line species. *New Phytol.*, 84: 581-591.
- JEFFERIES, R.L.; RUDMIK, T. 1991. Growth, reproduction and resource allocation in halophytes. *Aquat. Bot.*, 39: 3-16
- LARCHER, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Springer, New York, New York, USA.
- LONG, S.P.; MASON, C.F. 1983. *Saltmarsh Ecology*. Blackie & Son Ltd, Glasgow, 160p.
- MARTINEZ, M.L.; MORENO-CASASOLA, P.; VÁZQUEZ, G. 1997. Effects of disturbance by sand movement and inundation by water on tropical dune vegetation dynamics. *Can. J. Bot.*, 75: 2005-2014.
- NOE, G.B.; ZEDLER, J.B. 2000. Differential effects of four abiotic factors on the germination of salt marsh annuals. *Am. J. Bot.* 87(11): 1679-1692.
- PFADENHAUER, J. 1979. Die Ökologie einiger verbreiteter Dünenpflanzen in Rio Grande do Sul (Südbrasilien) im Hinblick auf ihre Eignung für den Dünebau. *Bot. Jahrb. Syst.*, 100: 414-436.
- SCOTT, P. 2000. Resurrection plants and the secrets of eternal leaf. *Ann. Bot.* 85 (2): 159-166.
- SENECA, E.D. 1969. Germination response to temperature and salinity of four dune grasses from the Outer Banks of North Carolina. *Ecology*. 50: 45-53.
- SENECA, E.D. 1972. Seedling response to salinity in four dune grasses from the outer banks of North Carolina. *Ecology*. 53: 465-471.
- TOBE, K. Li, X.; OMASA, K. 2000. Seed germination and radicle growth of a halophyte *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). *Ann. Bot.* 85: 391-396.
- UNGAR, I.A. 1987. Population ecology of halophyte seeds. *Bot. Rev.* 53: 301-334.

WASEL, Y. 1972. Biology of halophytes. Academic Press, New York

YU, F.; DONG, M.; KRÚSI, B. 2004. Clonal integration helps *Psammochloa villosa* survive sand burial in an inland dune. *New Phytologist*, 162: 697-704.

ZAR, J.H. 1984. Bioestatalical Analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey.

Data de recebimento: 06/03/2006

Data de aceitação: 19/06/2007