

## ECOLOGIA DAS SEMENTES E ESTABELECIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *HYDROCOTYLE BONARIENSIS* LAM.

V. C. S. HACKBART<sup>1</sup> & C. V. CORDAZZO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Ciências Biológicas e bolsista da FAPERGS

<sup>2</sup>Departamento de Oceanografia Biológica

Instituição: Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Endereço: Laboratório de Comunidades Vegetais Costeiras, Depto Oceanografia

Cx Postal 474, 96201-900 – Rio Grande, RS

<sup>1</sup>vcsh@bol.com.br; <sup>2</sup>cordazzo@ecoscientia.com.br

### RESUMO

O presente trabalho visou avaliar a capacidade reprodutiva, germinação, sobrevivência bem como o estabelecimento de plântulas de *H. bonariensis*. Foram coletadas aleatoriamente 60 inflorescências, as sementes foram separadas e contadas manualmente e o tamanho determinado através do peso obtido em balança eletrônica. Com os resultados obtidos, observou-se que, *H. bonariensis* investe em uma grande quantidade de sementes por inflorescência, entretanto com pequeno peso. A flutuabilidade foi testada com 4 réplicas de 100 frutos colocados em beakers de 4000 ml com água do mar, e ao final de 60 dias, 83% dos frutos permaneceram flutuando, porém, não apresentando germinação depois de lavadas com água doce. A germinação e sobrevivência foram testadas com 4 réplicas de 100 sementes e observadas por 60 dias, resultando numa germinação de 52,75% e uma sobrevivência de 76,48% das plântulas germinadas. Para testar a capacidade de germinação e sobrevivência em função do soterramento por areia, foram postas para germinar 500 sementes, em diferentes profundidades, o que demonstrou que a germinação de sementes soterradas é relativamente baixa, pois a emergência também depende da energia contida no endosperma das sementes, o que dificulta *H. bonariensis* emergir suas plântulas a partir de grandes profundidades do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** sobrevivência, germinação, *Hydrocotyle*, dunas costeiras, deposição de areia.

### ABSTRACT

#### Ecology of the Seeds and Establishment of the Seedlings of *Hydrocotyle Bonariensis* Lam.

The present work sought to evaluate the reproductive capacity, germination, survival as well as the establishment of seedlings of *H. bonariensis*. Randomly 60 inflorescence were collected, the seeds were separate and counted manually and the certain size through the weight obtained in electronic scale. With the obtained results, it was observed that, *H. bonariensis* invests in a great amount of seeds for inflorescences, meantime with small weight. The buoyancy was tested with 4 responses of 100 fruits placed in beakers of 4000 ml with water of the sea, and at the end of 60 days, 83% of the fruits stayed floating, however, not presenting germination after having washed with fresh water. The germination and survival were tested with 4 responses of 100 seeds and observed by 60 days, resulting in a germination of 52,75% and a survival of 76,48% of the germinated seedlings. To test the germination capacity and survival in function of the burial for sand, they were put to germinate 500 seeds, in different depths, what demonstrated that the germination of buried seeds is relatively low, because the emergency also depends on the energy contained in the endosperm of the seeds, what hinders *H. bonariensis* to emerge your seedlings starting from great depths of the soil.

**KEY WORDS:** survival, germination, *Hydrocotyle*, coastal dunes, sand burial.

## 1 – INTRODUÇÃO

Para completarem seus ciclos de vida, as populações de plantas dependem dos processos reprodutivos, ou seja, na produção de indivíduos fisiologicamente independentes, os quais garantem a manutenção destas populações e adicionalmente permitem a dispersão da espécie (Cordazzo & Seeliger, 1998a).

Um dos estágios mais críticos do ciclo de vida das plantas após a dispersão é o período de germinação e estabelecimento das plântulas (Fenner, 1985). Em especial, no ambiente costeiro (Ungar 1978, Cordazzo & Seeliger 1998b) devido a alta heterogeneidade dos fatores ambientais (Maun 1981, Cordazzo 1994, Cordazzo & Seeliger, 1998b).

O estabelecimento das plântulas é mais arriscado nas dunas costeiras onde a alta temperatura na superfície do solo (Maun 1981), baixo suprimento de nutrientes (van der Valk 1974, Costa 1987), baixa umidade no solo (Krajnyk & Maun 1981, Maun & Baye 1989), salinidade do solo (Seneca 1972, Greipsson 1991), deposição e/ou erosão de areia (Harris & Davy 1986, Zhang & Maun 1990) são fatores adicionais que limitam a sobrevivência e o crescimento das plântulas.

*Hydrocotyle bonariensis* é uma das espécies mais abundantes existentes da restinga litorânea, sendo uma planta perene, prostada, desenvolvendo-se em terrenos úmidos arenosos nas dunas. A inflorescência é uma umbela formada entre os meses de outubro e maio, com pico nos meses de verão, seus frutos são do tipo cremocarpídeo, de cor marron-amarelada.

Apesar da ampla distribuição ao longo das dunas e de sua importância ecológica, pouco se sabe sobre a ecologia de sementes e estabelecimento das plântulas desta espécie nas dunas costeiras do sul do Brasil.

Estudos com germinação em laboratório, mostraram que estes processos em *H. bonariensis* são controlados principalmente por flutuações de temperatura, estratificação a frio, salinidade, embebição e a combinação destes (Hackbart, 2002).

Desta forma, este trabalho teve por objetivos; (i) analisar a capacidade reprodutiva e a ecologia das sementes de *Hydrocotyle bonariensis*, bem como (ii) estudar a capacidade germinativa e sobrevivência em condições naturais; e (iii) avaliar o efeito da deposição de areia na germinação, sobrevivência e estabelecimento das plântulas.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

A produção de frutos e a capacidade reprodutiva foram determinadas mediante a coleta de 60 inflorescências maduras desta espécie em seu hábitat, aleatoriamente escolhidas, das quais foram medidos os diâmetros e os frutos separados e contados manualmente. O tamanho dos frutos foi determinado através do peso, obtido com auxílio de balança eletrônica, em 500 frutos retirados destas mesmas inflorescências.

O potencial de flutuabilidade dos frutos na água do mar foi determinado através da capacidade de flutuabilidade, utilizando a metodologia empregada por Cordazzo (1994), onde quatro réplicas de 100 frutos foram colocadas em beckers de 4000 ml com água do mar, a qual foi agitada para evitar a estagnação e simulando a ação das ondas. O experimento foi monitorado diariamente ao longo de 60 dias. No final do experimento os frutos foram lavados com água doce e postos para germinar em incubadoras com temperatura controlada.

*H. bonariensis* apresenta um fruto onde desenvolvem-se duas sementes, e este fruto foi considerado germinado quando da emergência da radícula (Gulzar & Khan 2001), de pelo menos uma das sementes. Portanto, nos experimentos, foram utilizados frutos sendo considerados como sementes (1 fruto=1 semente).

Para testar a germinação de sementes e sobrevivência de plântulas de *H. bonariensis* em condições naturais foram utilizadas 4 réplicas de 100 sementes, postas aleatoriamente em bandejas plásticas, contendo areia das dunas, previamente seca em uma estufa a 80 °C por 24 hs com a finalidade de eliminar sementes de outras espécies. As sementes foram distribuídas aleatoriamente na superfície da areia nas bandejas, e regadas quando necessário. O experimento foi monitorado diariamente por 60 dias.

O efeito da deposição de areia na germinação e emergência das plântulas desta espécie foi testado com 500 sementes, previamente embebidas em água destilada por 24 horas. Posteriormente foram transferidas para potes plásticos (12 cm de diâmetro) e soterradas com areia nas profundidades: 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 cm. Quatro réplicas de 25 sementes foram usadas para cada profundidade, os potes distribuídos aleatoriamente numa casa de vegetação (glasshouse), regados quando necessário, e monitorados diariamente por 60 dias. No final do experimento a areia de cada pote foi removida e anotadas as plântulas emergentes e as plântulas germinadas não emergentes.

As diferenças na produção de sementes, flutuabilidade, germinação e na sobrevivência das plântulas foram testadas estatisticamente através de análise de variância (ANOVA). Quando ANOVA mostrou diferenças significativas ao nível de 5% foi aplicado o Teste Tukey (Sokal & Rohlf 1981). Os dados de germinação e emergência foram sujeitos a transformação matemática ( $\sqrt{\sqrt{vx + 1}}$ ) para normalização e homocedasticidade dos dados, antes de qualquer análise estatística, entretanto os valores das tabelas e figuras apresentam os dados não transformados.

## 3 – RESULTADOS

O diâmetro das inflorescências variou de 3,7 a 15 cm, com uma média de  $7,4 \pm 2,1$  cm. O número de sementes produzidas por inflorescência mostrou uma correlação com seu diâmetro ( $R^2=0.43$ ) (Fig. 1), mas não apresentando correlação com o tamanho das sementes (peso médio), que foi de  $1,134 \pm 0,293$  mg. Portanto, o número de sementes independe da quantidade de sementes produzidas pela inflorescência (Fig. 2).

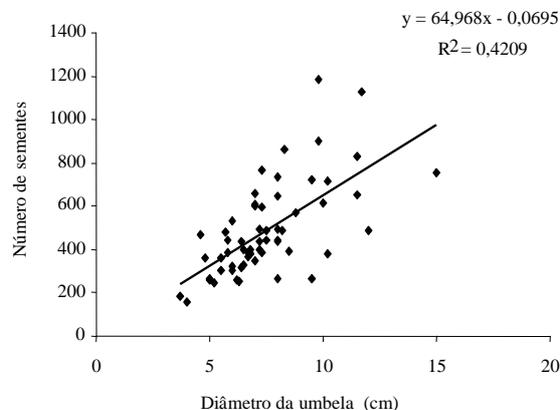
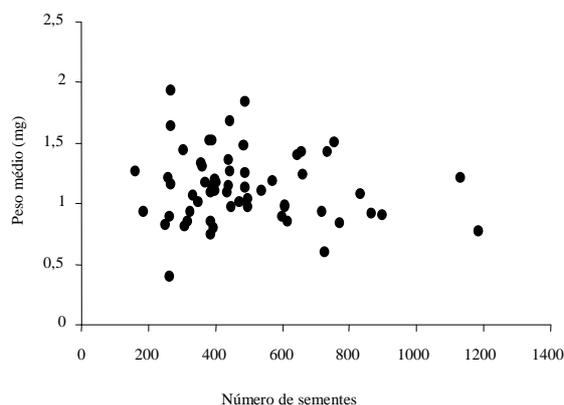


FIGURA 1 – Correlação entre o diâmetro das inflorescências de *H. bonariensis* e o número de sementes produzidas por inflorescência. Médias seguidas de letras diferentes, são estatisticamente diferentes, de acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

FIGURA 2 – Relação entre o número e o tamanho das sementes de *H. bonariensis*.

Os resultados para determinar a flutuabilidade das sementes mostram que as sementes apresentam uma alta capacidade de flutuação em água do mar, com 83% de sementes flutuando ao final de 60 dias. Porém, mesmo depois destas sementes serem lavadas com água doce e postas para germinar, não apresentaram germinação.

A germinação e sobrevivência em condições naturais apresentaram uma alta taxa de germinação de sementes (52,2%) e uma sobrevivência de plântulas de 76,4% das plântulas germinadas.

A maior taxa de germinação e emergência de plântulas ocorreu a 1,0 cm de soterramento, com um total de germinação de 59% e destas sementes germinadas 100% de plântulas emergiram (Fig. 3), diminuindo significativamente estas taxas conforme diminuiu e/ou aumentou o soterramento (Tabela 1).

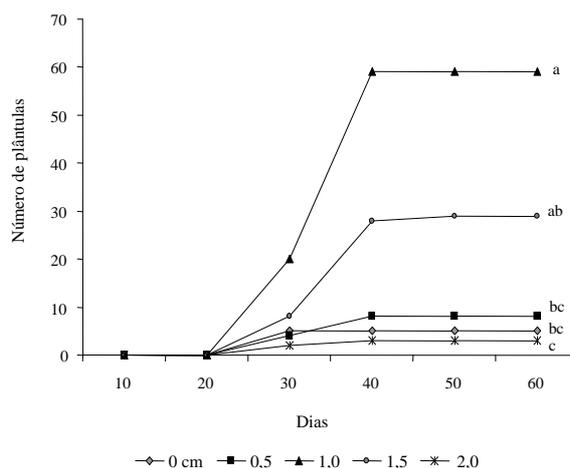
FIGURA 3 – Número de plântulas de *H. bonariensis* emergentes de diferentes profundidades (cm) ao longo de 60 dias. Médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes, de acordo com o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

TABELA 1 – A Tabela mostra a porcentagem de Germinação total, Emergência e Não emergência de plântulas de *H. bonariensis* com relação à profundidade de soterramento 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.

Profundidade (cm)	Germinação total (%)	Emergência (%)	Não emergência (%)
0	5 (bc)	-	-
0,5	8 (bc)	100 (ab)	-
1,0	59 (a)	100 (ab)	-
1,5	30 (ab)	96,7 (ab)	3,3 (a)
2,0	11 (c)	27,7 (c)	72,7 (b)

#### 4 – DISCUSSÃO

A produção de sementes pode ser influenciada por vários fatores, desde a ação de agentes polinizadores, até a competição por recursos limitados dentro de um mesmo fruto ou entre os frutos e outras partes das plantas (Lloyd 1980, Cordazzo 1994). O peso e o tamanho da semente é uma importante característica reprodutiva, pois é

parte crítica e pode afetar a dispersão e o recrutamento da população, assim como a predação de sementes, tanto quanto o estabelecimento, crescimento e sobrevivência de plântulas (Michaels *et al.* 1988). Desta forma, a variação no peso das sementes reflete não só o modo de vida das espécies, mas também características do hábitat onde ocorrem. A correlação positiva entre o tamanho das umbelas e a quantidade de sementes de *H. bonariensis* mostrou que quanto maior a umbela, maior o número de sementes. Porém, o número de sementes não apresentou correlação com o seu peso médio, assim o peso das sementes é independente da quantidade de sementes produzidas pela umbela. Baker (1972), após estudar sementes de 2.500 espécies encontrou uma correlação entre o tamanho individual das sementes (peso) e as condições ambientais, estimando o valor de 6.48 mg para as espécies da linha de deposição de lixo das dunas costeiras. Similar a outras espécies de dunas do sul do Brasil, como *Blutaparon portulacoides*, que apresenta o peso médio de suas sementes 0.92 mg, *Senecio crassiflorus*, com 1.67 mg, *Cakile maritima* com 4.47 mg e *Spartina ciliata* com o valor de 2.44 mg (Cordazzo, 1994), *H. bonariensis* apresenta o peso médio de suas sementes em 1.13 mg, ou seja, um valor inferior ao proposto por Baker (1972). Como *H. bonariensis* é uma espécie de restinga litorânea, onde a distribuição de nutrientes é heterogênea e depende basicamente da reciclagem de matéria orgânica deste local, os nutrientes disponíveis acabam sendo insuficientes para que a espécie possa investir em uma semente maior. Diferentemente ocorre com as sementes da zona de deposição de lixo, pois neste local existe uma maior concentração de nutrientes, não só pela maresia, como também pela matéria orgânica trazida pelo mar e depositada nesta área (Barbour 1992).

Em sistemas de dunas costeiras um dos principais modos de dispersão de sementes, frutos e fragmentos vegetativos de espécies de plantas são o vento e a água, porém, grande parte destas sementes se acumulam em linhas de deposição na praia e em depressões na superfície da areia, onde são soterradas a várias profundidades (Maun 1997).

Os testes feitos para verificar a capacidade de flutuabilidade das sementes de *H. bonariensis* em água do mar demonstraram um alto percentual de flutuabilidade devido aos frutos apresentam-se envolvidos por um tecido rico em canais oleíferos. Porém, as sementes perdem a viabilidade conforme aumenta o período em que as sementes permanecem flutuando, provavelmente por causa do acúmulo de sal em torno do fruto, pois experimentos realizados por Hackbart (2002) sobre a capacidade de germinação de *H. bonariensis* após as sementes serem estocadas em água do mar por diferentes períodos, demonstraram que quanto maior o período em que as sementes permaneceram em água do mar, menor foi seu percentual de germinação, pois o efeito iônico do sal conduz a morte do embrião. Assim, sugere-se que a dispersão de sementes seja favorecida pelo vento, em função do baixo peso das sementes e da forma arredondada (Fig. 2), que facilita o rolamento (Andersen 1993).

As sementes quando soterradas podem (i) germinar e emergir as plântulas, (ii) as sementes germinam mas as plântulas não são capazes de emergir acima da superfície da areia, (iii) as sementes não germinam e são destruídas por agentes bióticos (microorganismos) ou então (iv) as sementes entram em período de dormência inata e parte forma bancos de sementes. As 3 primeiras possibilidades foram evidenciadas para espécies de dunas (Maun 1981).

A germinação das sementes de *H. bonariensis* em diferentes profundidades de soterramento apresentou-se geralmente baixa, porém, em 1,0 cm de soterramento, a germinação e emergência de plântulas foram elevadas, provavelmente devido a manutenção de condições ótimas de umidade e ainda uma boa disponibilidade de oxigênio (Cordazzo 1994). O soterramento por areia pode trazer benefícios para as sementes, pois pode manter a umidade adequada ao redor das sementes, e desta forma promover um maior sucesso na germinação (Maun & Lapierre 1986, Cordazzo 1994) além de proteger as sementes e as plântulas da dessecação (Cordazzo 1994).

Nas sementes colocadas em profundidades mais próximas da superfície do solo (0,0 cm e 0,5 cm), a germinação e a emergência de plântulas de *H. bonariensis* apresentou uma correlação negativa com a profundidade de soterramento, pois as sementes obtiveram um percentual significativo menor de germinação e de emergência de plântulas, provavelmente porque quanto mais perto da superfície do solo, maior a insolação, e conseqüentemente menor a quantidade de umidade no solo, o que leva a dessecação da semente e morte do embrião.

O soterramento excessivo por areia também afeta a germinação, a emergência (Fenner 1985, Maun & Lapierre 1986, Cordazzo 1994) e o estabelecimento de plântulas (Harris & Davy 1987, Cordazzo 1994), pois, conforme aumenta a profundidade do solo, diminui a temperatura, diminui a disponibilidade de O<sub>2</sub> e ocorre o acúmulo de CO<sub>2</sub> (Harper 1977, Maun & Lapierre 1986, Mayer & Poljakoff-Mayber 1989, Cordazzo 1994), reduzindo também a flutuação de temperatura (Fenner 1985, Cordazzo 1994), sendo esta uma das características essenciais para que *H. bonariensis* inicie seus processos fisiológicos para a germinação (Hackbart 2002).

Cordazzo (1994) evidenciou que as sementes de outras espécies de plantas das dunas costeiras do sul do Brasil, como *Panicum racemosum*, *Spartina ciliata* e *Blutaparon portulacoides* quando soterradas a profundidades maiores do que 10,0 cm provavelmente são forçadas a permanecer em dormência, o que poderia ser uma vantagem seletiva, pois aumentaria o número de sementes para formar bancos de sementes e manter o potencial de produção imediata de plântulas caso a areia seja erodida, diminuindo a distância entre as sementes e a superfície do solo (Cordazzo 1994). Desta forma, as sementes seriam expostas a condições adequadas para a germinação, como flutuações de temperatura, umidade e também maior quantidade de O<sub>2</sub>, para que as sementes comecem os processos fisiológicos de germinação.

A emergência das plântulas depende não só da energia contida no endosperma ou cotilédones das sementes, mas também da profundidade em que a semente é soterrada. Buckley (1982) e Naum & Lapiere (1986) citam que quanto menores as sementes de uma planta, menores as chances de suas plântulas emergirem até a superfície, caso consigam germinar soterradas (Castellani 1996). Assim, como as sementes de *H. bonariensis* são relativamente pequenas, existe dificuldade das plântulas emergirem a partir de grandes profundidades do solo.

Assim como para *H. bonariensis*, as sementes e plântulas de *Triplais purpuria* também apresentam capacidade de tolerar um pequeno soterramento por areia, que é ecologicamente importante nos habitats costeiros (Cheplick & Demetri 1999), pois desta forma, as espécies podem sobreviver e colonizar o ambiente costeiro, suportando a movimentação de areia causada pelos ventos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Juliano Marangoni, pela ajuda nas análises estatísticas, e a FAPERGS, pelo auxílio Bolsa de Iniciação Científica (Proc. # 99/50471.6) à primeira autora.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSEN, UV. 1993. Dispersal strategies of Danish seashore plants. *Ecography*, 16: 289-298.
- BAKER, HG. 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology*, 53(6): 997-1010.
- BARBOUR, MG. 1972. Seedling establishment of *Cakile maritima* at Bodega Head, California. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 99: 11-16.
- BUCKLEY, RC. 1982. Seed size and seedling establishment in tropical and dune crest plants. *Biotropica*, 14(4): 314-315.
- CASTELLANI, TT, S VIEIRA & KZ SCHERER. 1996. Contribuição ao conhecimento da distribuição de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Khunth (Eriocaulaceae) em áreas de baixada úmida de dunas. *Acta Bot. Bras.*, 10(1): 25-36.
- CHEPLICK, GP & H DEMETRI. 1999. Impact of saltwater spray and sand dunes deposition on the coastal annual *Triplais purpurea* (Poaceae). *Am. J. Bot.*, 86(5): 703-710.
- CLARKE, KR & RM WARWICK 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. New York, Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144p.
- CORDAZZO, CV & U SEELIGER 1988a. Guia Ilustrado da Vegetação Costeira no Sul do Brasil. Rio Grande, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 275p.
- CORDAZZO, CV & U SEELIGER. 1988b. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio*, 75: 169-173.
- CORDAZZO, CV. 1994. Comparative population studies of four dominant plants of southern Brazilian coastal dunes. Tese de Doutorado, University of East Anglia, Norwich, UK.
- COSTA, CSB. 1987. Aspectos da ecologia populacional das plantas dominantes das dunas costeiras do Rio Grande do Sul. Tese de Mestrado, Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS.
- FENNER, M 1985. Seed Ecology. New York, Chapman e Hall. 151p.
- GREIPSSON, S. 1991. Population studies on the dune-building grass *Leymus arenarius*. Ph.D. Thesis, Norwich, University of East Anglia.
- GULZAR, S & MA KHAN. 2001. Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus eagopoides*. *Annals of Bot.*, 87: 319-324.
- HACKBART, VCS. 2002. Ecologia de *Hydrocotyle bonariensis* LAM. nas dunas do extremo sul do Brasil. Trabalho de Graduação. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.
- HARPER, JL 1977. Population Biology of Plants. New York, Academic Press. New York. 892 p.
- HARRIS, D & AJ DAVY. 1986. Regenerative potential of *Elymus farctus* from rhizome fragments and seed. *J. Ecol.*, 74: 1057-1067.
- HARRIS, D & AJ DAVY. 1987. Seedling growth in *Elymus farctus* after episodes of burial with sand. *Ann. Bot.*, 60: 587-593.
- KRAJNYK, I & MA MAUN. 1981. Vegetative reproduction in the juvenile phase of *Ammophila breviligulata*. *J. Bot.*, 59(5): 883-892.
- LOYD, DG. 1980. Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. *New Phytol.*, 86: 69-79.
- MAUN, MA. 1981. Seed germination and seedling establishment of *Calamovilfa longifolia* on Lake Huron sand dunes. *Can. J. Bot.*, 59: 460-469.
- MAUN, MA & J LAPIERRE. 1986. Effects of burial by sand on seed germination and seedling emergence of four dune species. *Am. J. Bot.*, 73: 450-455.
- MAUN, MA & PR BAYE. 1989. The ecology of *Ammophila breviligulata* on coastal dune systems. *Reviews in Aquatic Sciences*, 1: 661-681.
- MAUN, MA. 1997. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. *Can. J. Bot.* 76: 713-738.
- MAYBER, AM & A POLJAKOFF-MAYBER. 1989. The germination of seeds (4<sup>th</sup> ed.). New York, Pergamon Press. 270p.
- MICHAELS, H J, B BENNER, AP HARTGERINK, TD LEE & S RICE. 1988. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates. *Evolutionary Ecology*, 2, 157-166.
- PRISCO, JT. 1980. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. *Revta Bras. Bot.*, 3: 85-94.
- SENECA, ED. 1972. Seedlings response to salinity in four dune grasses from the Outer Banks of North Carolina. *Ecology*, 53: 465-471.
- SOKAL, RR & FJ ROHLF. 1981. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research (2<sup>o</sup> ed.). New York, W. H. Freeman and Company. 859p.
- UNGAR, I.A. 1978. Halophyte seed germination. *The Botanical Review*, 44(2): 233-264.
- VAN DER VALK, AG. 1974. Mineral cycling in coastal foredune plant communities in Cape Hatteras National Seashore. *Ecology*, 55: 1349-1358.
- ZHANG, J & MA MAUN. 1990. Sand burial effects on seed germination, seedling emergence and establishment of *Panicum virgatum*. *Holoartic Ecology*, 13: 56-61.

Entrada: 03/04/2002

Aceite: 21/03/2003

