

## EFEITOS DA TEMPERATURA, LIXIVIAÇÃO, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> E ESCARIFICAÇÃO SOBRE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *HYDROCOTYLE BONARIENSIS* LAM.

CÉSAR VIEIRA CORDAZZO<sup>1,3</sup> & VIVIAN CRISTINA SANTOS HACKBART<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Caixa Postal 474, 96201-900 Rio Grande, RS. e-mail: <sup>2</sup>Rua Dr. Quirino, 757 – Apto. 307, Centro, CEP 13015-081 Campinas – SP. <sup>3</sup>doccesar@furg.br ; <sup>4</sup>vcsh@bol.com.br

### RESUMO

*Hydrocotyle bonariensis* é uma planta herbácea perene, rizomatosa com ampla distribuição ao longo da costa sudoeste Atlântica, crescendo tipicamente em áreas expostas nas dunas e em locais onde o lençol freático está próximo à superfície. As condições de temperatura para a germinação das sementes desta planta foram investigadas em cinco diferentes temperaturas constantes (10, 15, 20, 25 e 30°C), em três distintas temperaturas alternadas (15-20, 15-25 e 15-30°C) e estratificação à frio em 5°C durante 10, 15 e 30 dias. Adicionalmente, outros tratamentos foram testados: lixiviação, adição de KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> e escarificação mecânica com areia. As sementes não germinaram nas temperaturas constantes, exceto em 15°C com 8%. O efeito das temperaturas alternadas mostraram um aumento na germinação com o aumento da amplitude da flutuação da temperatura, de 54% para 82%. A estratificação a frio não mostrou um efeito significativo na germinação final, mas resultou numa taxa de germinação mais rápida em relação ao controle. Os efeitos do GA<sub>3</sub> (91%) e da lixiviação (93%) aumentaram significativamente a germinação em relação ao controle (78%). Sementes de *H. bonariensis* podem alcançar uma alta germinação em condições de temperaturas alternadas, sugerindo um valor adaptativo para que isto ocorra no período do ano e profundidade no solo, mais favoráveis. Hormônios vegetais podem regular este processo.

**PALAVRAS CHAVE:** germinação, mecanismos, dunas costeiras, sudoeste Atlântico

### ABSTRACT

#### Effects of temperature, leaching, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> and mechanical scarification on seed germination of *Hydrocotyle bonariensis* Lam.

*Hydrocotyle bonariensis* is a rhizomatous perennial herb with wide distribution along the southwestern Atlantic coast, typically growing in wind exposed areas of dunes and in sandy places where water table is near soil surface. Temperature requirements for germination of this plant were investigated at five different constant temperatures (10, 15, 20, 25 and 30°C) and at three different thermoperiods (15-20, 15-25 and 15-30°C), and cold stratification at 5°C during 10, 15 and 30 days. Additional others treatments were tested: leaching, addition of KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> and mechanical scarification with sand. Seeds showed no germination at constant temperatures, except at 15°C with 8%. The effect of thermoperiods showed an increase of germination with the amplitude of the fluctuation of temperatures, from 54% to 82%. Cold stratification did not show significant effect on the final germination, but it, resulted in a significantly faster germination rate between the control and cold-treated seeds. The effects of GA<sub>3</sub> (91%) and leaching (93%) on germination significantly increased the germination in relation to the control (78%). Seeds of *H. bonariensis* can reach higher germination under alternating temperatures suggesting an adaptative value for better timing and position in the soil by the seeds. Hormone inhibition may regulate this process.

**KEY WORDS:** germination, mechanisms, coastal dunes, southwestern Atlantic

### INTRODUÇÃO

*Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) é uma espécie rastejante, perene (Ormond *et al.*, 1970), com ampla distribuição espacial na restinga litorânea, nos terrenos úmidos e arenosos das dunas e com extensa dispersão pela costa do continente americano (Cordazzo *et al.* 2006). Devido a sua alta plasticidade individual, responde de imediato a pequenas variações ambientais, sobretudo em relação às disponibilidades de água, luz e evaporação (Ormond *et al.* 1970).

Especialmente nas dunas costeiras, fatores adicionais como a movimentação de areia, a salinidade e a temperatura são extremamente importantes para o sucesso ou não da germinação e estabelecimento das plântulas (Harper 1977, Maun 1981). A interação destes fatores pode regular a germinação (Khan & Gul 1998, Khan *et al.* 2000),

podendo também induzir as sementes à dormência, especialmente quando as condições ambientais são adversas (Maun 1981, Cordazzo & Seeliger 1988).

Dormência e germinação são dois processos que capacitam as plantas a sincronizarem o desenvolvimento com o meio ambiente e entre os membros de uma população (Labouriau 1983), assegurando a germinação das sementes somente quando as condições estiverem favoráveis para o crescimento das plântulas.

A temperatura é um dos fatores com importante papel na superação da dormência e germinação das sementes de plantas de dunas (Seneca 1969, Cordazzo & Davy 1997). A temperatura para a germinação é bastante variável entre as espécies (Labouriau 1983), entretanto, a germinação pode ser inibida por extremos de temperatura (Santos & Pereira 1987). As flutuações diurnas na temperatura podem inibir ou acelerar a germinação de sementes,

e a eficiência do estímulo varia de acordo com a amplitude da flutuação (Thompson *et al.* 1977). A amplitude de temperatura em que ocorre a germinação reflete muitas vezes as características térmicas do habitat onde as plantas crescem (Medina 1977) e pode ajudar a entender a sua distribuição geográfica (Labouriau 1983, Cordazzo & Souza 1993). Em regiões temperadas a superação da dormência pode ser obtida após um período de baixas temperaturas, sendo este processo conhecido como estratificação à frio (Fenner 1985, Mayer & Poljakoff-Mayber 1989).

Substâncias inibidoras da germinação podem estar presentes na testa das sementes, sendo necessária sua remoção para que ocorra a germinação. Através de um processo chamado de lixiviação, as substâncias hidrossolúveis inibidoras da germinação, como o ácido abscísico (ABA), podem ser removidas pela água. Por outro lado, existem as substâncias estimulantes da germinação (Bradbeer 1988), como o  $\text{KNO}_3$  (nitrato de potássio) e o  $\text{GA}_3$  (ácido giberélico), sendo este último um efetivo promotor da germinação (Hsiao 1980). Outro processo de remoção de substâncias da testa da semente ocorre por escarificação mecânica (Bradbeer 1988), o qual facilita a entrada de água e as trocas gasosas nas sementes.

O presente estudo teve por objetivos investigar os aspectos da germinação das sementes de *Hydrocotyle bonariensis* em relação à temperatura (constante e alternada), estratificação à frio, lixiviação, adição de substâncias estimuladoras da germinação ( $\text{KNO}_3$  e  $\text{GA}_3$ ) e escarificação mecânica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Hydrocotyle bonariensis* foram coletados no período de fevereiro a março de 2002, nas dunas da praia do Cassino (Rio Grande do Sul, Brasil) ( $32^\circ 12' \text{ S}$ ;  $52^\circ 10' \text{ W}$ ). A área de coleta corresponde a região temperada quente com clima tipo "Cfb1-mesotermal", com temperatura média anual de  $18^\circ\text{C}$  e precipitação média anual de 1315 mm (Vieira & Rangel 1988). Para os testes de germinação foi usado um procedimento padrão, onde as sementes foram colocadas em placas de petri esterilizadas, de 9 cm de diâmetro, contendo duas

camadas de papel filtro Whatman n.º 1 e umedecidos com 5 ml de água destilada. As sementes foram consideradas germinadas quando da emissão da radícula (Gulzar & Khan 2001).

Todos estes experimentos foram conduzidos com 4 réplicas de 25 sementes em cada placa, distribuídos aleatoriamente em incubadoras com temperaturas controladas em condições iluminadas. Durante 60 dias as placas foram observadas diariamente, e as sementes germinadas contadas e retiradas. Experimentos prévios indicaram que *H. bonariensis* é indiferente quanto à presença de luz para a germinação, não apresentando fotoblastismo (Hackbart 2002).

Os efeitos da temperatura na germinação foram testados em cinco diferentes temperaturas constantes: 10, 15, 20, 25 e  $30^\circ\text{C}$ , bem como em três diferentes temperaturas alternadas: 15-20, 15-25 e 15- $30^\circ\text{C}$ , num regime de 12 horas cada.

Para testar o efeito da estratificação a frio, as sementes foram estocadas, em placas de petri contendo areia úmida, durante três períodos diferentes: 10, 20 e 30 dias, a uma temperatura constante de  $5^\circ\text{C}$ , e após colocadas para germinar num regime de 15- $30^\circ\text{C}$ .

O efeito da lixiviação sobre a germinação foi testado em cinco distintos períodos de embebição em água destilada: 0 (controle), 24, 48, 72 e 96 horas e após as sementes foram postas nas incubadoras no regime de 15- $30^\circ\text{C}$ . Adicionalmente lotes de sementes foram colocadas em soluções de 0,2% de  $\text{KNO}_3$  e 1,0 mM de ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ), bem como foram submetidos a escarificação mecânica (Cordazzo & Davy 1997). Posteriormente, as sementes foram postas nas incubadoras no regime de 15- $30^\circ\text{C}$ .

Os dados de germinação foram transformados inicialmente em valores angulares (arco seno  $\sqrt{\%}$ ). A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para a verificação de diferenças entre as médias nos tratamentos e quando F foi significativo a DMS 5% (Tukey) foi determinada. Entretanto os valores representados na tabela não são transformados. As taxas de germinação (TG) foram calculadas segundo a equação (Mugnisjah & Nakamura 1986):

$$TG = \{(100/\sum Ni) \cdot (\sum Ni/Ti)\}$$

Onde  $T_i$  é o tempo em dias após iniciar a germinação e  $N_i$  o número de sementes germinadas no dia  $T_i$ .

## RESULTADOS

As sementes submetidas a temperaturas constantes não apresentaram germinação ao longo de 60 dias, com exceção em 15°C onde ocorreu uma germinação de 8%. As sementes submetidas a temperaturas alternadas mostraram um gradativo

aumento na germinação com aumento na amplitude da flutuação de temperatura (Tabela 1), com uma germinação acumulada de 54%, 68%, e 82%, respectivamente para 15-20 °C, 15-25 °C e 15-30 °C.

A estratificação a frio mostrou uma tendência de aumentar a velocidade da germinação com o aumento do tempo de estocagem (Tabela 1), evidenciado pelo tempo para iniciar a germinação (L) e  $T_{(50)}$ , embora a germinação total não tenha apresentado diferenças significativas.

Tabela 1. Comparação dos resultados dos efeitos da temperatura alternada, estratificação a frio, lixiviação, adição de  $GA_3$  e  $KNO_3$  e escarificação mecânica na germinação de *H. bonariensis*. Onde, L (Lag time) é o dia em que germinou a primeira semente; ( $T_{(50)}$ ) é o dia em que as sementes atingiram 50% de germinação; G(%) é o total de sementes germinadas ao longo de 60 dias (média±desvio padrão) e TG é a taxa de germinação (média±desvio padrão).

		L	$T_{(50)}$	G(%)	TG
Temperatura alternada (°C)	15-20	20	40	54 ± 1,3 (c)	3,51 ± 0,11 (a)
	15-25	20	39	68 ± 2,1 (b)	3,25 ± 0,04 (ab)
	15-30	25	36	82 ± 3,0 (a)	2,99 ± 0,19 (b)
Estratificação a frio (dias)					
	10	25	42	82 ± 1,5 (a)	2,66 ± 0,11 (b)
	20	21	38	80 ± 1,2 (a)	2,84 ± 0,09 (b)
	30	20	35	80 ± 0,8 (a)	3,26 ± 0,10 (a)
Lixiviação com água destilada (horas)					
	Controle	18	27	78 ± 0,7 (a)	3,87 ± 0,09 (d)
	24	16	23	82 ± 1,6 (a)	4,39 ± 0,05 (c)
	48	15	22	86 ± 1,8 (ab)	4,62 ± 0,10 (b)
	72	15	20	90 ± 2,3 (b)	4,92 ± 0,06 (a)
	96	15	20	93 ± 0,8 (b)	5,03 ± 0,08 (a)
Outros					
	Controle	18	27	78 ± 3,6 (a)	3,87 ± 0,09 (b)
	$KNO_3$	16	22	87 ± 2,7 (ab)	3,57 ± 0,07 (b)
	$GA_3$	16	21	91 ± 2,2 (b)	4,79 ± 0,22 (a)
	Escarificação mecânica	17	25	81 ± 0,6 (a)	4,07 ± 0,14 (b)

Valores na coluna seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes de acordo com teste de Tukey.

O tempo de lixiviação em água destilada (Tabela 1), mostrou uma tendência de aumentar a germinação total. Entretanto as diferenças só foram significativas após 72 e 96 horas. Os indicadores da velocidade de germinação como tempo para iniciar a germinação (L),  $T_{(50)}$  e taxas de germinação também mostraram similar comportamento. A adição de substâncias promotoras de germinação,  $KNO_3$  e  $GA_3$  e a escarificação com areia (Tabela 1), mostraram uma tendência de aumentar a germinação, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas em relação ao controle. Entretanto  $T_{(50)}$ , (L) e TG mostraram diferenças na velocidade de germinação (Tabela 1).

## DISCUSSÃO

As sementes de *H. bonariensis* apresentaram uma germinação sómente na temperatura constante de 15°C. Os demais resultados observados nas temperaturas constantes evidenciaram a inatividade destes tratamentos no processo germinativo, o que pode indicar que este tamponamento na variação de temperatura possa funcionar como um mecanismo indutor a uma dormência. Fatores ambientais, como por exemplo, o soterramento das sementes pela areia, comum no ambiente de dunas costeiras, tende a reduzir a amplitude da variação na temperatura com a profundidade (Fenner 1985). *H. bonariensis* parece utilizar esta estratégia para evitar a germinação de sementes com grande soterramento, e desta forma,

evitar que a plântula não sobreviva por não conseguir atingir a superfície do solo. Semelhante ao que ocorre com outras espécies, como *Beta vulgaris* (Santos & Pereira 1987), *Cyperus esculentus* (Thullen & Kelley 1979), *Lythrum hyssopifolium* e *Parapholis incurvata* (Noe & Zedler 2000), *Ammophila breviguilata*, *Panicum amarulum*, *Spartina patens*, *Uniola paniculata* (Seneca 1969) e *Panicum racemosum* (Cordazzo & Davy 1997), as maiores porcentagens de germinação de *H. bonariensis* ocorreram conforme aumentou a amplitude de temperatura, sugerindo que esta espécie requer altas variações diárias na temperatura para a germinação de sementes, podendo este fator ser considerado um mecanismo de detecção de condições favoráveis à germinação e ao estabelecimento de plântulas em regiões temperadas (Thompson *et al.* 1977).

Como o período de frutificação e liberação dos frutos de *H. bonariensis* no sul do Brasil ocorre no final do verão e/ou início de outono (Cordazzo *et al.* 2006), as sementes podem ficar estocadas sob a areia e germinar no início da primavera (Cordazzo & Seeliger 1988). Os resultados encontrados neste estudo com as sementes de *H. bonariensis* parecem confirmar esta observação. Deste modo, as sementes poderiam ficar estocadas sob uma camada densa de areia e somente germinar quando estiverem mais próximas da superfície do solo, quando poderiam detectar as flutuações de temperatura. Assim, esta resposta possivelmente representa mais uma estratégia adaptativa para que as plântulas de *H. bonariensis* não sejam eliminadas com as baixas temperaturas do inverno e nem germinem quando soterradas por uma grande quantidade de areia, que as impediriam de alcançarem a superfície (Maun 1997). Estudos realizados com o estabelecimento das plântulas de *H. bonariensis* (Hackbart & Cordazzo 2003) mostraram que quanto maior a profundidade de soterramento, menor a porcentagem de germinação pois, com o aumento da profundidade do solo, diminui a variação da temperatura, a disponibilidade de O<sub>2</sub> e aumenta a acumulação de CO<sub>2</sub> (Maun & Lapierre 1986; Li *et al.* 2006), causando conseqüentemente prejuízos para a germinação e emergência da plântula (Fenner 1985).

As sementes de *H. bonariensis* que foram submetidas à estratificação a frio e ficaram estocadas por um período de 30 dias, mostraram um aumento

na velocidade de germinação. Assim, a estocagem em baixas temperaturas poderia compensar o efeito de temperaturas alternadas (Mooring *et al.* 1971), semelhante ao que ocorre com as sementes de outra planta de dunas, *Senecio crassiflorus*, que após a estocagem a frio por 30 dias, também mostrou um aumento na velocidade de germinação (Cordazzo & Souza 1993).

Várias substâncias químicas podem substituir parcialmente ou completamente o efeito da temperatura na superação da dormência (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989). A adição de substâncias promotoras da germinação também apresentou resultados significativos, com altas taxas de germinação de sementes de *H. bonariensis*, se comparadas com o controle, semelhante ao observado por Greipsson (2001) em sementes da gramínea *Leymus arenarius*, nas dunas costeiras no hemisfério Norte. A adição de GA<sub>3</sub> aumentou não somente a porcentagem final como também a velocidade de germinação das sementes de *H. bonariensis*, similar ao observado por Aoyama *et al.* (1996) com sementes de *Lavandula angustifolia* Miller. Enquanto que a adição de KNO<sub>3</sub> apresentou uma tendência em aumentar a germinação, embora não tenha sido estatisticamente significativa. Talvez a adição de KNO<sub>3</sub> em concentrações mais altas (Bradbeer 1988) poderiam apresentar resultados significativos.

A lixiviação com água destilada apresentou um aumento gradativo na porcentagem total de germinação e na velocidade de germinação de *H. bonariensis* conforme aumentou o tempo em que as sementes passaram pelo processo. Desta forma, pode-se sugerir que as sementes de *H. bonariensis* poderiam conter substâncias hidrosolúveis inibidoras da germinação, provavelmente o ácido abscísico (ABA), uma vez que, após o tratamento com ácido giberélico e lixiviação, as sementes apresentaram um aumento na germinação. Este resultado é semelhante ao encontrado para *Panicum racemosum*, (Cordazzo & Davy 1997) nas dunas da costa sudoeste atlântica, e também ao sugerido para *Vitis vinifera* (Maeda & Pereira 1987) e para *Egletes viscosa* (Bezerra *et al.* 2006). Estes mecanismos que algumas sementes de espécies de dunas apresentam, de germinarem quando substâncias inibidoras presentes em seus

tegumentos forem eliminadas através da lixiviação, podem representar uma adaptação segura para que a semente só germine quando ocorrer disponibilidade de água suficiente para as plântulas se desenvolverem (Raven *et al.* 2001).

A adição de  $KNO_3$  nas sementes de *H. bonariensis* tende a estimular a germinação, pois a germinação pode ser promovida pelo nitrato, entretanto pouco se sabe sobre o mecanismo envolvido. A hipótese mais favorecida é a promoção da respiração em consequência da ação do nitrato, pois em *Acaena inemis* (Conner & Conner 1988), *Poligonum monspelliensis*, *Lepidium virginicum* (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989) também apresentaram aceleração na germinação de suas sementes quando na presença de  $KNO_3$ .

Concluindo, pode-se sugerir que *Hydrocotyle bonariensis* apresenta distintos mecanismos que impedem a germinação das sementes em condições desfavoráveis como por exemplo a alta deposição de areia, a baixa disponibilidade de água e temperaturas constantes extremas. Por outro lado, as respostas observadas nos experimentos com estratificação a frio e amplitude de temperatura, parecem indicar que estas condições funcionam como “gatilhos” para que a germinação ocorra quando as sementes se encontrem próximas à superfície e após as baixas temperaturas do inverno. Adicionalmente, os efeitos da lixiviação de substâncias que poderiam estar inibindo a germinação, estariam atuando de maneira que a germinação só ocorra após períodos de chuva intensa, as quais não só removeria do tegumento as substâncias inibidoras, como também garantiriam a umidade necessária para o posterior desenvolvimento das plântulas.

#### LITERATURA CITADA

AOYAMA, EM, EO ONO, & MR FURLAN. 1996. Estudos da germinação de sementes de lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller). *Sci. agric.*, 53(2-3): 267-272.

BRADBEEER, J.W. 1988. Seed Dormancy and Germination. Chapman & Hall, New York. 146p.

BEZERRA, AME, SM FILHO, RLA BRUNO & VG MOMENTÉ. 2006. Efeito da pré-embibeção e aplicação de ácido giberélico na germinação de sementes de macela. *Rev. bras. Sementes*, 18(3): 185-190.

CONNER, AJ & LN CONNER. 1988. Germination and Dormancy of *Arthropodium cirratum* seeds. *New Zealand Natural Sciences*, 15: 3-10.

CORDAZZO, CV & AJ DAVY. 1997. Effects of temperature and light on seed germination in the dune-building grass *Panicum racemosum* Spreng. *Atlântica*. 19:87-97.

CORDAZZO, CV. & U SEELIGER. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio*. 75: 169-173.

CORDAZZO, CV & HZ de SOUZA. 1993. Germinação de *Senecio crassiflorus* (Compositae). *Rev. Brasil. Biol.*, 53(1): 81-86.

CORDAZZO, CV, JB PAIVA & U SEELIGER. 2006. Plantas das dunas da Costa Sudoeste Atlântica. Manuais de Campo # 8, USEB, Pelotas. 103p.

FENNER, M. 1985. Seed Ecology. Chapman e Hall, New York. 151p.

FERRI, MG. 1987. Botânica: Fisiologia Vegetal. Vol. 1. São Paulo, USP. 362p.

GREIPSSON, S. 2001. Effects of stratification and  $GA_3$  on seed germination of a sand stabilizing grass *Leymus arenarius* used in reclamation. *Seed Sci. & Technol.*, 29:1-10

GULZAR, S & MA KHAN. 2001. Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus eagopoides*. *Annals of Botany*. 87: 319-324.

HACKBART, VCS & CV CORDAZZO. 2003. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* LAM. *Atlântica*. 25(1): 61-65.

HACKBART, VCS. 2002. Ecologia de *Hydrocotyle bonariensis* LAM. nas dunas do extremo sul do Brasil. Trabalho de Graduação. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

HARPER, JL. 1977. Population biology plants. New York, Academic Press. New York. 892 p.

HSIAO, AI. 1980. The effect of sodium hypochlorite, gibberellic acid and light on seed dormancy and germination of stikweed and wild mustard. *Can. J. Plant. Sci.* 60: 643-649.

KHAN, MA & B GUL. 1998. Hight salt tolerance in germinating dimorphic seeds of *Arthrocnemum indicum*. *Int. J. Plant Sci.*, 159: 826-832.

KHAN, MA., B GUL & DJ WEBER 2000. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. *J. Arid Environ.*, 45: 207-214.

LABOURIAU, LG. 1983. A germinação das sementes. Série de biologia, Monografia n.º 24. Departamento de assuntos Científicos da OEA, Washington D.C. 174p.

LI, QY, WZ ZHAO & HY FANG. 2006. Effects of sand burial depth and seed mass on seedling emergence and growth of *Nitraria sphaerocarpa*. *Plant Ecol.*, 185:191-198.

MAEDA, JA & MFA PEREIRA. 1987. Germination of *Vitis vinifera* seeds: role of the seed coat. *Revta. brasil. Bot.*, 10: 1-5.

MAUN, MA 1981. Seed germination and seedling establishment of *Calamovilfa longifolia* on Lake Huron sand dunes. *Can. J. Bot.*, 59: 460-469.

MAUN, MA. 1997. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. *Can. J. Bot.*, 76: 713-738.

MAUN, MA. & J LAPIERRE. 1986. Effects of burial by sand on seed germination and seedling emergence of four dune species. *Amer. J. Bot.*, 73: 450-455.

MAYER, AM & A POLJAKOFF-MAYBER. 1989. The germination of seeds (4<sup>th</sup> ed.) Pergamon Press, New York. 270p.

MEDINA, E. 1977. Introduction a la ecofisiologia vegetal. Série de Biología. Monografia n.º 16. Departamento de Assuntos Científicos da OEA, Washington D.C. 102p.

- MOORING, MT, AW COOPER & ED SENECA. 1971. Seed germination response and evidence for height ecophenes in *Spartina alterniflora* from North Carolina. *Amer. J. Bot.*, 58: 48-55.
- MUGNISJAH, WQ & S NAKAMURA. 1986. Methanol and ethanol stress for seed vigour evaluation in soybean. *Seed Sci. Technol.*, 14: 95-103.
- NOE, GB. & JB ZEDLER. 2000. Differential effects of four abiotic factors on the germination of salt marsh annuals. *Amer. J. Bot.*, 87(11): 1679-1692.
- ORMOND, WT, L DAU. & F SEGADAS-VIANNA. 1970. Flora Ecológica de Restingas do Sudeste do Brasil. XIV Umbelliferae. Museu Nacional do Rio de Janeiro, G.B. pp. 14-18.
- RAVEN, PH, RF EVERT & SE EICHHORN. 2001. *Biologia Vegetal*. 6ed. Editora Guanabara Koogan. 906p.
- SANTOS, DSB & MF PEREIRA. 1987. Germinação de sementes de dois cultivares de beterraba açucareira: Efeito da luz e temperatura. *Revta. Brasil. Bot.*, 10: 15-20.
- SENECA, ED. 1969. Germination response to temperature and salinity of four dune grasses from the Outer Banks of North Carolina. *Ecology*. 50: 45-53.
- THOMPSON, K, JP GRIME & G MASON. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature*. 267: 147-149.
- THULLEN, RJ & PE KELLEY. 1979. Seed production and germination in *Cyperus esculentus* and *C. rotundus*. *Weed Science*. 27(5) 502-505.
- VIEIRA, EF & SRS RANGEL. 1988. Planície costeira do Rio Grande do Sul. Geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica, Sagra, Porto Alegre. 256p.

Recebido: 04/09/2008  
Aceito: 06/03/2009