

# RESPOSTA GERMINATIVA DE SEMENTES DE CAROÁ [*Neoglaziovia variegata* (ARRUDA) MEZ]

## Germinative response of *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez seeds

Daniela Garcia Silveira<sup>1</sup>, Claudinéia Regina Pelacani<sup>2</sup>, Cimile Gabrielle Cardoso Antunes<sup>2</sup>,  
Sandra Santa Rosa<sup>3</sup>, Fernanda Vidigal Duarte Souza<sup>4</sup>, José Raniere Ferreira de Santana<sup>2</sup>

### RESUMO

O caroá é uma Bromeliaceae nativa da Caatinga brasileira cujas fibras retiradas das folhas geram trabalho e renda para diversas famílias nordestinas com a fabricação de vários produtos artesanais. A propagação ocorre via sementes, que podem servir como alimento para muitos animais e pássaros. Diante de sua importância econômica regional, a planta do caroá tem sido coletada na caatinga de forma extrativista, já tendo praticamente desaparecido em algumas regiões da Bahia. Objetivou-se, com o desenvolvimento deste trabalho, avaliar o efeito da temperatura e da restrição de água na germinação de sementes de Caroá. A germinabilidade foi avaliada sob as temperaturas de 25, 30, 34 e 37° C, sendo que a temperatura mais favorável à germinação foi utilizada no ensaio seguinte, combinando com diferentes soluções-teste de polietilenoglicol. As maiores taxas de sementes germinadas (> 66%) ocorreram quando as temperaturas do meio eram mais elevadas, sendo que a de 30° C foi a que proporcionou a maior velocidade média de germinação (0,12 dias<sup>-1</sup>) e índice de velocidade de germinação; por sua vez a germinação decresceu com a diminuição do potencial osmótico do meio. Sob condições de restrição hídrica, as sementes de caroá mostraram capacidade germinativa até o potencial de -0,6 MPa.

**Termos para indexação:** Estresse abiótico, germinação, vigor.

### ABSTRACT

Caroá is a native Bromeliaceae of the Brazilian savanna. It generates work and income for many Northeastern families when used as source of fiber for producing craft products. The species can be propagated from seeds and it serves as food for a variety of animals. As a result of its economic importance to the region, the caroá plant has been indiscriminately harvested in the savanna and has practically disappeared in some areas of Bahia State, Brazil. The objective of this research was to study the effect of hydric restriction on the seed germination of caroá, as a proposed means of establishing a cultivation system and more rational production methods. Germination was tested at temperatures of 25, 30, 34 and 37° C, with the optimum temperature for germination used in a subsequent test, combining different test solutions of polyethylene glycol. The highest rates of seed germination (> 66%) occurred when the ambient temperature was higher, and 30° C yielded the highest average speed of germination (0.12 day<sup>-1</sup>) and germination speed index. On the other hand, germination rates decreased as osmotic potential of the environment decreased. Under conditions of hydric restriction, seed germination of caroá showed the potential to reach up to -0.6 MPa.

**Index terms:** Abiotic stress, germination, force.

(Recebido em 21 de outubro de 2008 e aprovado em 7 de maio de 2010)

### INTRODUÇÃO

O caroá é uma Bromeliaceae nativa do estrato baixo da Caatinga Brasileira. Apresenta folhas listradas e flores protegidas por brácteas com coloração viva e frutos em bagas suculentas (SMITH; DOWNS, 1979). Suas sementes são difíceis de serem encontradas, pois animais e pássaros alimentam-se das bagas verdes e, principalmente, das maduras (XAVIER, 1982), dificultando a coleta na época ideal da maturação dos frutos (SILVEIRA et al., 2009).

Na Região Nordeste do Brasil, principalmente no Estado da Bahia, as fibras retiradas das folhas dessa espécie são geradoras de trabalho e renda para diversas famílias, com a fabricação de vários produtos artesanais. Contudo, a planta do caroá tem sido coletada diretamente na caatinga de forma extrativista, sem nenhuma sistematização de cultivo, já tendo praticamente desaparecido em algumas regiões da Bahia.

Essa bromeliácea ainda é pouca estudada, havendo necessidade de desenvolver um método de propagação

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS – Avenida Universitária s/n – 44031-460 – Feira de Santana, BA – danielags@ig.com.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS – Feira de Santana, BA

<sup>3</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CENA/USP – Piracicaba, SP

<sup>4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – Cruz das Almas, BA

eficiente para obtenção de mudas saudáveis, constituindo-se, assim, o primeiro passo para o estabelecimento de um sistema de cultivo e produção, a fim de se evitar o extrativismo predatório (SILVEIRA et al., 2009). O uso de sementes é fundamental para iniciar o cultivo, como também é de suma importância para a conservação de espécies ameaçadas de extinção. Segundo Rech Filho et al. (2005) a utilização de sementes mantém a variabilidade das populações naturais, em que cada semente será uma planta matriz. Desse modo, tornam-se fundamentais os estudos sobre germinação das sementes para a utilização e exploração de forma racional das espécies nativas (PEREZ et al., 2001).

O processo germinativo se inicia com a absorção de água por embebição, porém, há necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos (FONSECA; PEREZ, 2003). Contudo, as condições ambientais, tais como suprimento de água, temperatura, substrato, composição de gases e luz para determinadas espécies, devem estar favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O grau de exigência desses fatores é variável entre as espécies, podendo ser influenciado pelo genótipo e pelas condições ambientais prevalentes durante a germinação das sementes (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A temperatura tem sido considerada como um dos principais fatores responsáveis tanto pela porcentagem final de germinação como pelo índice de velocidade de germinação, por afetar especialmente a velocidade de absorção de água e a reativação das reações metabólicas, fundamentais aos processos de mobilização de reservas e retomada de crescimento do embrião (BEWLEY; BLACK, 1994). As sementes de diferentes espécies exigem faixas distintas de temperatura para a germinação. Dentro dessas faixas, a temperatura ótima propicia a mais alta porcentagem de germinação das sementes dentro do menor espaço de tempo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989) e, para a maioria das espécies, essa temperatura está entre 20 e 30°C (MARCOS FILHO, 1986).

A deficiência hídrica é o fator limitante de maior significância na germinação, sobrevivência e crescimento inicial de plantas. Durante o processo germinativo, a água atua como agente estimulador, promovendo o amolecimento do tegumento, facilitando a penetração do oxigênio e aumentando o volume do embrião, além de estimular as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986). Sob condições de restrição hídrica, a embebição das sementes é bastante influenciada, inviabilizando a

sequência dos eventos germinativos. Por outro lado, o excesso de umidade no meio, em geral, provoca decréscimo na germinação, uma vez que impede a difusão do oxigênio, reduzindo todo o processo metabólico resultante (BORGES; RENA, 1993). Vários estudos estão sendo realizados envolvendo a resposta germinativa das sementes à variação da disponibilidade hídrica no meio, empregando-se solução de polietilenoglicol para simular os efeitos da deficiência hídrica (SILVA et al., 2005). Esse polímero não penetra nas células, não é degradado e não causa toxidez ao embrião, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984).

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a resposta germinativa de sementes de caroá, uma espécie endêmica do semi-árido, sob condições de restrição hídrica do substrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido entre os meses de abril a junho de 2008, no Laboratório de Germinação de Sementes da Unidade Experimental do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, BA. As sementes de caroá foram coletadas no mês de fevereiro de 2008, oriundas de plantas cultivadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada no município de Cruz das Almas, BA.

Inicialmente, uma amostra de 100 sementes foi retirada ao acaso e utilizada para obtenção de medidas biométricas e determinação do grau de umidade (%). Considerou-se como comprimento a medida entre a base e o ápice da semente; largura, a medida mais larga em contraposição ao comprimento; e espessura, a medida mais larga em contraposição à largura. O grau de umidade foi determinado pela secagem das sementes em estufa (cinco dias, 60°C), até obtenção de peso constante.

Antecedendo todos os ensaios de germinação, as sementes eram imersas em solução de fungicida Derosal a 0,1%, durante 1 minuto, seguido de hipoclorito de sódio comercial a 1%, durante 10 minutos e, por último, lavadas em água destilada.

Com a finalidade de obter uma temperatura em que germinação ocorresse numa taxa máxima num menor tempo médio, sementes assépticas foram distribuídas em placas de Petri, contendo três folhas de papel Germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel, sendo duas usadas como base e uma para cobrir as sementes. Esse conjunto foi disposto em câmaras de germinação ajustadas nas temperaturas constantes de 25, 30, 34 e 37°C, fotoperíodo de 12 horas.

Diariamente, foram realizadas observações quanto ao número de sementes germinadas, usando como critério a emissão da raiz primária com 2,0 mm de comprimento. Ao final do décimo sétimo dia após iniciado o ensaio, foram determinadas as porcentagem de germinação (%G), tempo médio (Tm dias), velocidade média (Vm dias<sup>-1</sup>) e o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme metodologia proposta por Santana e Ranal (2004):

$G (\%) = N/A * 100$ , em que: N = número de sementes germinadas; A= número total de sementes colocadas para germinar;

$Tm = (\sum n_i \cdot t_i) / \sum n_i$ , em que:  $n_i$  o número de sementes germinadas dentro de determinado intervalo de tempo  $t_{i-1}$  e  $t_i$  (dia ou hora);

$Vm = 1/Tm$ ;

$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$ . somatório da razão do número de sementes germinadas a cada dia (G) pelo número de dias transcorridos desde a data de semeadura (N).

### Restrição hídrica na germinação

A capacidade das sementes de caroá em germinar sob condições de baixa disponibilidade hídrica do substrato foi avaliada mediante a exposição das sementes em diferentes soluções-teste de polietilenoglicol (PEG 6000). As soluções-teste nos diferentes potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa) foram preparadas de acordo com Villela et al. (1991), sendo estabelecida a temperatura de 30°C.

Para cada conjunto de placa de Petri + sementes, foi adicionado um volume de 9 mL de solução-teste por placa, e colocados em câmara de germinação, a 30°C. A cada intervalo de 48 horas, as sementes eram transferidas para outras placas contendo novas soluções-teste para garantir níveis constantes dos potenciais osmóticos. As sementes ficaram mantidas, nestas condições, durante dez dias consecutivos, e a avaliação da germinação realizada a cada período de 24 horas.

Visando avaliar a influência das soluções osmóticas nas sementes, especialmente, pela exposição em potenciais mais negativos, sementes germinadas e não-germinadas, em cada tratamento, foram transferidas para outras placas contendo água destilada e mantidas nas mesmas condições de temperatura e fotoperíodo (12 horas), por um período adicional de dez dias. O número de sementes transferidas para a água e que conseguiram germinar foi calculado ao final do ensaio e os dados expressados em porcentagem relativa.

Para as sementes germinadas e transferidas para a água destilada, foram determinados: o número de plântulas

normais, os comprimentos da parte aérea e da raiz e a massa seca das plântulas normais, como medidas indicativas do vigor.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental composta de 25 sementes por placa e quatro repetições para os ensaios de germinação nas diferentes temperaturas e três repetições para os ensaios de restrição hídrica nas sementes. A porcentagem de sementes germinadas foi transformada  $(x + 0,5)^{0,5}$ , para que seguissem distribuição normal (STEEL; TORRIE, 1980). As diferenças de médias dos parâmetros foram analisadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância e/ou regressão utilizando o programa estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 1999).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes utilizadas nos ensaios apresentaram-se com conteúdo de água de 9,8 %. Mostraram-se ainda com comprimento médio de 0,36±0,01 mm, largura de 0,28±0,02 mm e a média da espessura foi de 0,19 mm. Essas dimensões são importantes, pois, antecipadamente, tem-se uma idéia de que, para a confecção de lotes homogêneos, há necessidade de se fazer uma prévia classificação, uma vez que o tamanho da semente pode influenciar no seu vigor.

Quanto à resposta germinativa das sementes, todas as temperaturas testadas promoveram a germinação (Tabela 1). As temperaturas constantes de 30 a 37°C foram as que promoveram as maiores porcentagens de sementes germinadas, diferindo-se significativamente da temperatura de 25°C. Muitas espécies tropicais germinam entre as temperaturas de 10°C e 40°C, embora algumas espécies apresentem germinação a 45°C (BORGHETTI, 2005). Sementes de *Aechmea distichantha* Lemaire, uma bromélia nativa da Mata Atlântica, apresentou alta germinabilidade em temperaturas constantes de 15 a 35°C sob luz contínua (MERCIER; GUERREIRO FILHO, 1990). Já as sementes de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. e *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Schultes f.) Mez, duas bromélias de restinga, germinaram na faixa ótima de temperatura entre 15 e 40°C (PINHEIRO; BORGHETTI, 2003). Essa mesma faixa foi obtida na germinação das sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer, uma bromélia do cerrado, sendo as temperaturas cardeais, a mínima situada entre 10 e 15°C e a máxima entre 40 e 45°C, determinadas pela ausência de germinação a 10 e 45°C, tanto na luz quanto no escuro (VIEIRA et al., 2007). Em trabalho realizado por Silveira et al. (2009) com germinação *in vitro*, sementes de *Neoglaziovia variegata*, oriundas de frutos imaturos e maduros em sala de crescimento

com temperatura controlada ( $27 \pm 1^\circ \text{C}$ ), apresentaram taxas de germinação de até 100% na presença da luz e de 60% na ausência da luz.

A germinação de sementes está condicionada às condições climáticas e, também, ao local de origem das espécies. Assim, espécies encontradas no bioma Caatinga, como *Neoglaziovia variegata*, geralmente produzem sementes que requerem altas temperaturas para germinarem. Entretanto, quando muito elevadas, as temperaturas podem ser prejudiciais à germinação de algumas espécies, provavelmente, por causarem desnaturação de proteínas essenciais ao processo germinativo (DOUSSEAU et al., 2008). Contudo, para as sementes de caroá, as temperaturas de até  $37^\circ \text{C}$  não influenciaram negativamente na porcentagem de germinação e nos parâmetros cinéticos deste processo. Segundo Borghetti (2000), o requerimento de temperaturas elevadas para as sementes germinarem parece estar envolvido diretamente com a atividade das enzimas relacionadas com esse processo. Esta relação pode ser verificada não apenas pela germinabilidade da espécie, mas também por outras variáveis cinéticas, tais como, tempo, velocidade média de germinação e o IVG, em cada temperatura de incubação.

O maior tempo médio de germinação das sementes de caroá foi observado quando a temperatura de incubação era mais baixa ( $25^\circ \text{C}$ ), requerendo 12 dias para que o processo ocorresse. O aumento da temperatura do meio de incubação proporcionou uma maior velocidade do processo germinativo e conseqüentemente a protrusão da raiz primária ocorreu num menor tempo médio. A temperatura de  $30^\circ \text{C}$  foi a que proporcionou as melhores condições (temperatura ótima) para que a germinação das sementes de caroá atingissem taxas elevadas (99,0%) em período de tempo mais curto (8,2 dias) (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2007) que obtiveram as maiores velocidades de germinação para *Dyckia tuberosa* nas temperaturas entre 30 e  $35^\circ \text{C}$  com o menor tempo médio de germinação. Já Pinheiro e Borghetti (2003) encontraram para *Aechmea nudicaulis* e *Streptocalyx floribundus* temperaturas ótimas no intervalo entre 20 e  $30^\circ \text{C}$ .

#### Efeito da restrição hídrica na germinação de sementes

Observou-se que a germinação das sementes foi influenciada negativamente pela disponibilidade de água no meio. A taxa de germinação e o IVG atingiram os maiores valores quando as sementes eram mantidas em água destilada (controle), decrescendo até o potencial de  $-0,6 \text{ MPa}$  (Figura 1 A e 1D). A partir de  $-0,8 \text{ MPa}$ , houve restrição total da absorção de água pelas sementes de caroá, inibindo completamente a germinação. Estes resultados corroboram

com Silva et al. (2005), os quais, trabalhando com sementes de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl), em diferentes potenciais osmóticos (0,0 a  $-1,3 \text{ MPa}$ ), com PEG 6000, observaram resposta germinativa até  $-0,7 \text{ MPa}$ , indicando que o limite de tolerância desta espécie se situa entre  $-0,7$  e  $-0,9 \text{ MPa}$ . Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que havendo restrições na disponibilidade hídrica, a absorção de água pela semente se torna lenta (STEFANELLO et al., 2006). Se a semente inicia a germinação e não existe água suficiente para a continuidade do processo, pode haver o impedimento da emissão da raiz primária ou até a morte do embrião, conseqüentemente, reduzindo a porcentagem de germinação final (STEFANELLO et al., 2006), uma vez que o PEG 6000 não produz efeitos tóxicos no metabolismo celular (HASEGAWA et al., 1984).

A restrição hídrica para as sementes de caroá afetou negativamente o tempo médio de germinação (0,0 a  $-0,6 \text{ MPa}$ ). Verificou-se aumento do número de dias requeridos para que o processo germinativo ocorresse à proporção que o potencial osmótico diminuiu (Figura 1 B). Para a velocidade média de germinação, praticamente não houve alterações entre os diferentes potenciais testados (Figura 1 C). Contudo, essa velocidade foi menos afetada pela baixa disponibilidade hídrica no meio de incubação do que a capacidade germinativa das sementes, uma vez que não se observou redução significativa nos potenciais em que ocorreram a germinação. Bewley e Black (1994) relataram que a restrição hídrica do meio provoca atraso na germinação das sementes e, como estas são bastante heterogêneas em suas respostas, a germinação pode ser distribuída no tempo e no espaço permitindo que, em condições naturais, esse processo ocorra somente quando as plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao seu estabelecimento e desenvolvimento.

Verificou-se que ocorreu recuperação da germinação das sementes para todos os potenciais testados, principalmente naqueles em que não havia sido detectado protrusão da radícula ( $-0,8$  a  $-1,4 \text{ MPa}$ ) (Figura 1A). A resposta germinativa das sementes após transferidas para água foi significativamente influenciada pelo potencial osmótico da solução de PEG inicial. A taxa de germinação relativa variou de 90,0 a 49,0 % para as sementes não germinadas e que foram expostas inicialmente a soluções de  $-0,4$  e  $-1,4 \text{ MPa}$ , respectivamente (Tabela 2). A exposição das sementes nos potenciais menores ( $-1,2$  e  $-1,4 \text{ MPa}$ ) por um período de dez dias, além de restringir a embebição das sementes, pode ter causado algum efeito mais prejudicial nas sementes de caroá, uma vez que a taxa de recuperação não foi tão elevada quando comparada à das sementes

Tabela 1 – Valores médios de germinação (G), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de caróá [*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez] submetidas a diferentes temperaturas. Médias de quatro repetições.

Temperatura, °C	G (%)	TMG (dias)	VMG (dias <sup>-1</sup> )	IVG
25	61,0 b*	12,0 c	0,08 c	1,3 c
30	99,0 a	8,4 a	0,12 a	3,0 a
34	96,0 a	9,8 b	0,10 b	2,6 b
37	98,0 a	9,9 b	0,10 b	2,6 b
CV (%)	2,19	2,38	0,55	3,19

\*Para cada variável, médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

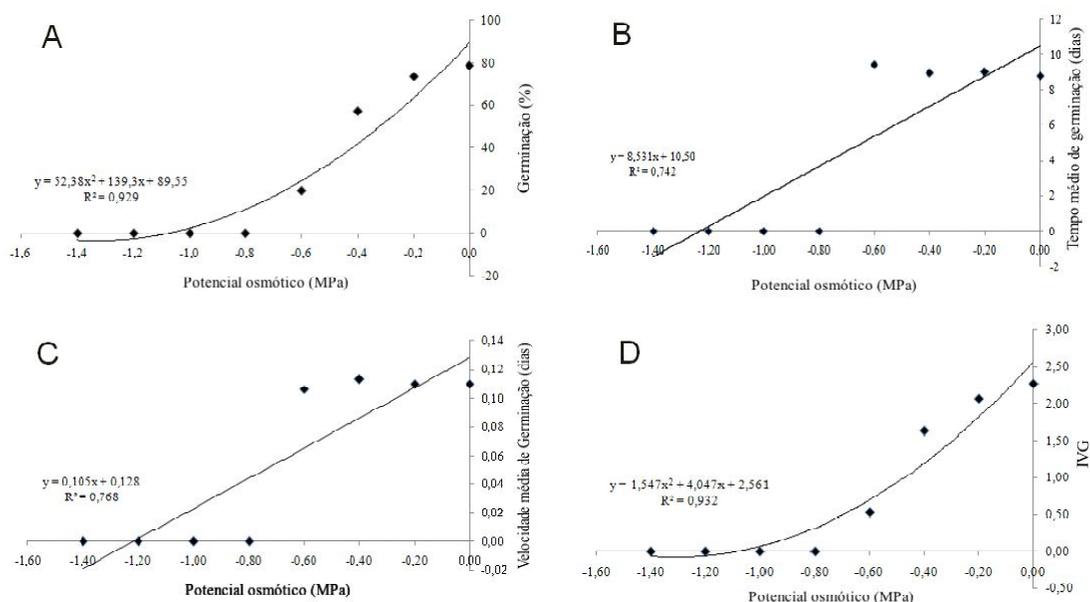


Figura 1 – A- Germinação (%); B- tempo médio; C- velocidade média; D- índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de caróá [*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez] submetidas a diferentes soluções de polietilenoglicol (PEG 6000). Média de três repetições.

Tabela 2 – Número de sementes transferidas e a taxa germinação (%) relativa de sementes de caróá [*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez] após transferência para água destilada.

(MPa)	Nº Sementes e Germinação (%) após transferência para água
0	5 (87,0)
-0,2	5 (80,0)
-0,4	10 (90,0)
-0,6	18 (91,0)
-0,8	23 (92,0)
-1,0	23 (92,0)
-1,2	19 (76,0)
-1,4	12 (49,0)

expostas nos potenciais de -0,4 a -1,0 MPa, que apresentaram uma germinação relativa bastante elevada (>90%). Para essa condição, a exposição prévia das sementes de caroá em soluções de PEG pode ter causado um certo condicionamento osmótico, que age de modo a ativar os processos preparatórios para a germinação, sem permitir a protrusão da raiz primária (BRAY, 1995). Como resultado desse condicionamento é possível obter benefícios das sementes em campo ou mesmo quando as condições do meio forem reparadas, promovendo uma germinação mais rápida e uniforme das plântulas. A sensibilidade das sementes ao estresse hídrico pode ser influenciada pelos diferentes fatores ambientais, como luz, temperatura, teor de oxigênio, etc., que variam durante o processo de embebição. Além disso, sob condições de estresse, muitas espécies possuem a capacidade de entrar em dormência secundária (PEREZ et al., 2001). Assim, a dormência assume importância ecofisiológica por ser uma estratégia que permite às sementes manterem o vigor e a viabilidade por um período prolongado de tempo e somente germinarem quando as condições do ambiente se tornarem mais favoráveis (BEWLEY; BLACK, 1994).

Em relação ao vigor das plântulas obtidas de caroá, observou-se que o número de plântulas normais, o comprimento da parte aérea e raiz principal e a massa seca total foram influenciados negativamente pela exposição prévia das sementes a diferentes soluções osmóticas (PEG 6000). As maiores reduções no número de plântulas normais e da massa seca total das plântulas ocorreram após exposição nos potenciais mais negativos (-1,0 a -1,4 MPa) (Figura 2A e 2D). Os comprimentos da parte aérea e da raiz mostraram-se mais sensíveis à redução da disponibilidade hídrica no meio devido, principalmente, ao efeito imediato da água em proporcionar o crescimento das plântulas. Dentre os diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo de sementes, a disponibilidade de água é um dos mais importantes. Esta condição é vista como um fator limitante à iniciação da germinação de sementes, assim como está envolvida, direta ou indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente, seguindo a ativação do ciclo celular e consequentemente crescimento (CASTRO et al., 2000). Para muitos autores, este estágio inicial de desenvolvimento é o mais crítico.

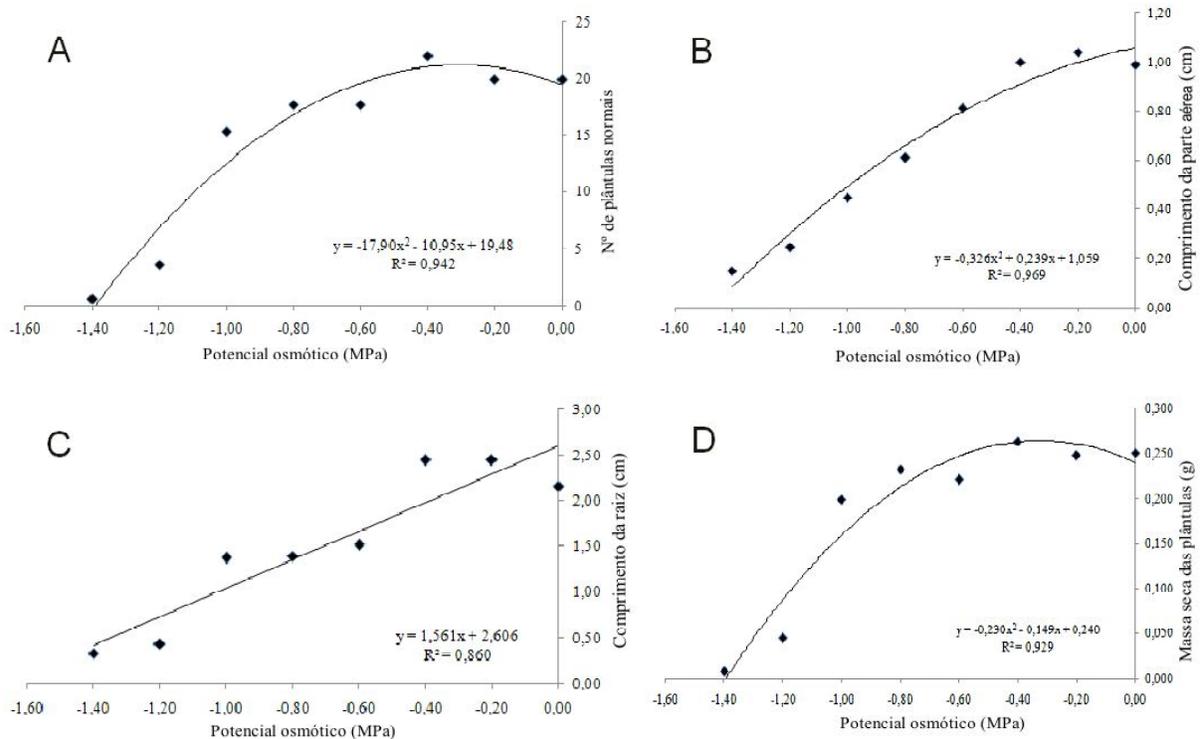


Figura 2 – A-Número de plântulas normais; B-comprimento da parte aérea; C- comprimento da raiz; D- massa seca das plântulas normais de [*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez], após transferência para água.

## CONCLUSÕES

A temperatura de 30°C foi a que proporcionou as melhores respostas de germinação das sementes de caroá.

A germinação das sementes de caroá foi responsiva à redução dos potenciais osmóticos do meio de incubação, apresentando o limite máximo de tolerância a -0,6 MPa.

Nos potenciais menores (mais negativos), a germinação foi inibida, contudo a viabilidade das sementes foi parcialmente mantida.

A exposição prévia das sementes de caroá sob condições osmóticas constitui um condicionamento osmótico, resultando em alguns benefícios como na obtenção elevada de plântulas normais mesmo sob condições de restrição hídrica no substrato.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste e Cooperativa Regional de Artesãs Fibras do Sertão (COOPERAFIS) pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p.133-135.
- BORGHETTI, F. Ecofisiologia da germinação das sementes. **Revista da Universidade Católica de Brasília - Biologia**, Brasília, v.8, p.149-179, 2000.
- BORGHETTI, F. Temperaturas extremas e a germinação de sementes. In: NOGUEIRA, R.J.M.C. et al. **Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas**. Recife: MXM Editora, 2005. p.207-218.
- BRAY, C.F. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: M. Dekker, 1995. p.767-789.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CASTRO, R.D. de et al. Cell division and subsequent radicle protrusion in tomato seeds are inhibited by osmotic stress but DNA synthesis and formation of microtubular cytoskeleton are not. **Plant Physiology**, Bethesda, v.122, p.1-9, 2000.
- DOUSSEAU, S. et al. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.438-443, mar./abr. 2008.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR 4.3 - sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 1999.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.1-6, 2003.
- HASEGAWA, P.M. et al. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **Hortscience**, Alexandria, v.19, n.3, p.371-377, 1984.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coords.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. New York: Pergamon, 1989. 270p.
- MERCIER, H.; GUERREIRO FILHO, O. Propagação sexuada de algumas bromélias nativas da Mata Atlântica: efeito da luz e da temperatura na germinação. **Hoehnea**, São Paulo, v.17, p.19-26, 1990.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.155-166, 2001.
- PINHEIRO, F.; BORGHETTI, F. Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesebach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Schultes F.) Mez (Bromeliaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, p.27-35, 2003.

RECH FILHO, A. et al. Tissue culture for the conservation and mass propagation of *Vriesea reitzii* Leme and Costa, a bromeliad threatened of extinction from the Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v.14, p.1799-1808, 2005.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise estatística na germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: UnB, 2004. 248p.

SILVA, L.M. de M. et al. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de faveleira (*Cnidocolus juercifolius*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.9, n.1, p.66-72, 2005.

SILVEIRA, D.G. et al. Micropropagation and *in vitro* conservation of *Neoglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez, a fiber produced bromeliad from Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Londrina, v.52, n.4, p.923-932, 2009.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. **Flora neotropica**: monograph 14., part 3, bromelioideae (Bromeliaceae). New York: Hafner, 1979.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 481p.

STEFANELLO, R. et al. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.135-141, 2006.

VIEIRA, D.C.M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.2, p.183-188, 2007.

VILLELA, F.A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

XAVIER, L.P. **O caroá**. 2.ed. Natal: EMPARN, 1982. 270p. (EMPARN. Documentos, 7. ESAM. Coleção Mossoroense, 247).