

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Piptadenia moniliformis* Benth. SOB ESTRESSE HÍDRICOGERMINATION OF *Piptadenia moniliformis* Benth SEEDS UNDER WATER STRESSGilvaneide Alves de Azerêdo¹ Rinaldo Cesar de Paula² Sérgio Valiengo Valeri³**RESUMO**

O período de germinação e o estabelecimento de plântulas é um dos fatores mais importantes para a sobrevivência das espécies, principalmente nos locais em que a disponibilidade de água é limitada, como na região da Caatinga. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico sobre a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. Foram utilizados três lotes (L₁, L₂ e L₃), correspondentes aos anos de produção de 2006, 2007 e 2008, respectivamente. Antes do teste de germinação, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado durante 30 minutos. Para induzir o déficit hídrico, foi utilizado o polietileno glicol (PEG 6000), nos seguintes potenciais osmóticos: - 0,3; -0,6; -0,9, -1,2 e -1,5 MPa e a água (0 MPa) sob as temperaturas de 25 e 30°C. As características avaliadas foram: porcentagem de germinação e de plântulas normais, índice de velocidade de germinação e massa seca de plântulas. O processo germinativo de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. é comprometido a partir de potenciais hídricos inferiores a -0,6 MPa a 25 e 30 °C; potenciais hídricos iguais ou inferiores a -1,2 MPa inibem a formação de plântulas normais nas duas temperaturas; a tolerância ao estresse hídrico simulado com PEG 6000 é variável entre lotes de sementes e temperaturas de germinação.

Palavras-chave: PEG; crescimento de plântulas; Caatinga.

ABSTRACT

The period of germination and the establishment of seedlings are important factors for the survival of species, mainly in places where availability of water is limited, as in the Caatinga region. In this sense, the purpose of this research was to evaluate the effect of water stress on the germination of *Piptadenia moniliformis* Benth seeds. Three lots (L₁, L₂ e L₃) were used, corresponding to the production years of 2006, 2007 and 2008, respectively. Before the germination test, the seeds were submitted to scarification in concentrated sulfur acid for 30 minutes. To induce water deficit, polyethyleneglicol (PEG 6000) was used, in the following osmotic potentials: - 0,3; -0,6; -0,9, -1,2 and -1,5 MPa and water (0 MPa) under the temperatures of 25 and 30 °C. The features the experiment evaluated were: percentage of germination and of normal seedlings, germination speed index and the dry mass of seedlings. The germinating process of *Piptadenia moniliformis* Benth seeds is jeopardized from water potentials inferior to -0,6 MPa at 25 and 30 °C; water potentials equivalent or inferior to -1,2 MPa inhibit the formation of normal seedlings in both temperatures; the tolerance to water stress simulated with PEG 6000 is variable among seedling lots and germination temperatures.

Keywords: PEG; seedlings growth; Caatinga.

1 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora Adjunto III da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, CCHSA, CEP 58220-000, Bananeiras (PB), Brasil. azeredogil@yahoo.com.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14.884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. Bolsista PQ2-CNPq. rcapaula@fcav.unesp.br

3 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14.884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. Bolsista PQ2-CNPq. valeri@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies nativas do Nordeste Brasileiro, *Piptadenia moniliformis* Benth., também conhecida pelo nome popular de angico-de-bezerro, é uma árvore que pertence à família Fabaceae e que pode atingir até 10 m de altura. Considerada de alto valor apícola, o angico-de-bezerro também se destaca pelo fornecimento de forragem de excelente qualidade para bovinos, caprinos e ovinos, ao mesmo tempo em que fornece madeira, lenha e carvão para a comunidade de baixa renda (LORENZI, 2002; MAIA, 2004).

Esta espécie pertence ao bioma Caatinga, que se caracteriza pelo clima semiárido, quente, com baixa pluviosidade e que ocupa grande parte da área do nordeste brasileiro. Desta forma, as condições térmicas e o potencial hídrico para a germinação de sementes constituem um dos importantes fatores a serem estudados no desenvolvimento das plantas. Em se tratando de espécies ocorrentes em ambientes semiáridos, os mecanismos fisiológicos de sobrevivência à seca têm sido bastante estudados em espécies vegetais cultivadas, no entanto, pouco ainda se sabe sobre o comportamento e os mecanismos de adaptação das espécies nativas às condições de restrição hídrica e altas temperaturas, naturais da Caatinga e Semiárido nordestino (VIRGENS et al., 2012).

O semiárido nordestino caracteriza-se por apresentar áreas em que ocorre estresse hídrico, seja por razões climáticas ou condições do tipo de solo. Assim, o entendimento sobre a tolerância das plantas à seca e como explorá-las, principalmente com relação aos problemas de ordem fisiológica ou ecológica, apresentam extrema importância, sobretudo para recuperação de áreas nas quais ocorre esse tipo de limitação (SANTOS et al., 2011).

As sementes, ao serem dispersas da planta-mãe para o ambiente, estão sujeitas a um conjunto de fatores que afetam sua germinação. Nem sempre as condições que as sementes encontram no solo para a germinação são ótimas, como é o caso dos solos salinos, sódicos ou com *deficit* hídrico, que são de ocorrência natural nas regiões áridas e semiáridas. Portanto, torna-se importante entender os mecanismos que conferem às sementes de algumas espécies a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico e, conseqüentemente, vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005).

Plantas que crescem sob condições

de estresse hídrico devem ter a habilidade de desenvolver um sistema radicular eficiente assim que a germinação ocorra, visando assegurar um fornecimento de água contínuo para atender à transpiração e ao seu crescimento (AL-KARAKI et al., 2007). Além do desenvolvimento de uma raiz principal, os autores acrescentam ainda o desenvolvimento de longas raízes laterais que possam explorar a camada superficial do solo em busca de água.

Quando este tipo de estresse é severo, esta situação pode levar à diminuição das defesas da planta, reduzindo o crescimento e a fotossíntese. A adaptabilidade e tolerância ao estresse hídrico são estratégias intrínsecas diferentes nas espécies vegetais. Na germinação afeta o alongamento celular e a síntese de parede, e para cada espécie existe um valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual a germinação não ocorre (CARVALHO, 2005).

Sob potenciais osmóticos muitos negativos, especialmente no início da embebição, a absorção de água pelas sementes é afetada, atrasando e diminuindo a germinação (BOTELHO e PEREZ, 2001), bem como a velocidade de germinação, predispondo a semente e a plântula a uma menor resistência a condições ambientais adversas, como ao ataque de patógenos (KAPPES et al., 2010).

Os efeitos do estresse diferem durante o ciclo de vida do vegetal de modo que aqueles verificados em sementes nem sempre são os mesmos observados em plantas. Ou seja, sob qualquer estresse ambiental exercido, o efeito vai depender de cada organismo, da sua adaptação, dose e duração da exposição do indivíduo frente a este fator (KRANNER et al., 2010).

O comportamento das sementes das mais variadas espécies pode ser variável frente ao estresse hídrico, de modo que existe um valor de potencial osmótico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre. Sementes de *Genipa americana* L., por exemplo, apresentaram redução na germinação, quando submetidas a estresse hídrico simulado por PEG, cessando a sua germinação nos potenciais de -0,3 e -0,4 MPa (SANTOS et al., 2011). Já Silva et al. (2005) verificaram que as sementes de *Cnidoculus juercifolius* apresentaram bom desempenho germinativo até o potencial de -0,3 MPa e que a porcentagem de germinação foi afetada a partir de -0,5 MPa, enquanto sua velocidade foi reduzida a partir de -0,3 MPa. O limite para a germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. está entre -0,6 e -0,9 MPa, independente do

agente osmótico utilizado, se PEG ou NaCl (LIMA e TORRES, 2009).

O uso de substâncias químicas osmoticamente ativas como forma de induzir a restrição hídrica na semente tem sido amplamente difundido e é normalmente feito pela adição de solutos como CaCl_2 , NaCl ou polietileno glicol (PEG) de alto peso molecular, normalmente maior que 4000 (OLIVEIRA e GOMES-FILHO, 2009; YAMASHITA et al., 2009; KISSMANN et al., 2010). Assim, cada agente osmótico apresenta diferenças químicas que podem acarretar resultados diversos na germinação das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (SOUZA e CARDOSO, 2000).

O PEG, por ser um composto químico inerte e não tóxico, é amplamente utilizado para simular condições de estresse hídrico (HARDEGREE e EMMERICH, 1994), podendo provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na germinabilidade final. Apresenta vantagens sobre os outros agentes osmóticos por ser mais inerte que outros solutos, não ser absorvido pelas sementes, devido ao seu peso molecular elevado e, geralmente, não apresentar toxicidade. No entanto, a utilização de PEG possibilita a entrada de Na^+ e Cl^- nas células da planta, podendo ser acumulados nos vacúolos das plantas tolerantes ou no citoplasma de cultivares sensíveis (GENC et al., 2007). Sob condições de estresse, a germinação de sementes é afetada pela existência de um potencial osmótico externo que impede a entrada de água na semente devido aos efeitos tóxicos dos íons acima citados tanto durante a embebição como durante o estabelecimento de plântula (MURILLO-AMADOR et al., 2002).

O conhecimento do período de germinação, estabelecimento e o desenvolvimento das plântulas arbóreas são importantes para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais cuja disponibilidade de água está limitada durante um período do ano (ROSA et al., 2005).

Pela sua adaptação a essas condições adversas e considerando ser uma espécie resistente à seca, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a capacidade germinativa de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob condições de estresse hídrico, visando obter informações que sejam úteis em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no

Laboratório de Sementes e Melhoramento Florestal da Unesp/Jaboticabal no ano de 2008. As sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. utilizadas neste trabalho foram provenientes de diferentes árvores matrizes localizadas em uma área rural no município Campo Grande do Piauí -PI (07°07'54"S 41°02'10"W). Em laboratório, inicialmente, as sementes foram selecionadas, a fim de se obter uniformidade quanto ao tamanho. Foram utilizados três lotes (L_1 , L_2 e L_3), correspondentes aos anos de produção de 2006, 2007 e 2008, respectivamente. As sementes permaneceram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria (8 ± 2 °C, $60 \pm 5\%$ UR) por dois anos (L_1), um ano (L_2) e 30 dias (L_3). O teor de água das sementes era de 7% para os lotes L_1 e L_2 e de 9% para o L_3 .

Antes do teste de germinação, as sementes foram submetidas aos procedimentos para a superação de dormência (AZEREDO et al., 2010), utilizando-se ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos, dado o maior grau de dormência das sementes pertencentes ao L_2 , constatado em testes preliminares. Após este período, as sementes foram lavadas em água corrente por cinco minutos, permanecendo sobre folha de papel-toalha sob condições de laboratório por dois dias. Para simular o *deficit* hídrico e encontrar o limite máximo de tolerância à seca, foram utilizados a água e o polietileno glicol (PEG 6000), nos seguintes potenciais osmóticos: 0,0; - 0,3; -0,6; -0,9, -1,2 e -1,5 MPa, cujas soluções foram preparadas de acordo com Villela et al. (1991).

Utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes distribuídas em caixas de plástico transparentes e com tampa (11 x 11 x 3,5 cm), tipo "gerbox". As sementes foram colocadas entre papel de filtro, com duas folhas na base e uma sobre as sementes, umedecidas com PEG ou água (testemunha), e mantidas em germinador sob as temperaturas de 25 e 30°C. As contagens foram realizadas diariamente até 21 dias após a instalação do teste e o critério de germinação adotado foi a curvatura geotrópica positiva da raiz. Ao término do experimento, foram feitas as contagens de plântulas normais, adotando-se como critério o desenvolvimento de todas as suas estruturas essenciais. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962) e a massa seca de plântulas foi determinada após 72 horas em estufa a 70°C, utilizando-se todas as plântulas normais de cada

repetição.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado seguindo o esquema fatorial 2 x 6 (temperaturas x potenciais hídricos, para cada lote). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcseno\sqrt{x/100}$, no qual x representa a porcentagem de germinação ou de plântulas normais. O efeito do potencial hídrico para cada combinação lote/temperatura foi também avaliado por análise de regressão.

Inicialmente procedeu-se ao ajuste de equação polinomial, mas devido à ocorrência de estimativas negativas para algumas características, principalmente nos potenciais hídricos mais negativos, esses casos foram submetidos a ajustes usando equações não lineares, conforme metodologia utilizada por Pôrto et al. (2006), cujo modelo adotado foi o logística 1:

$$y = a/(1 + e^{-k(x-xc)}),$$

Em que: y = valor da característica para um determinado valor de x (potencial hídrico); a = valor máximo da característica y; k = taxa relativa de crescimento (no caso presente de redução de y); xc = valor de x (potencial hídrico) que proporciona uma redução no valor máximo da característica em 50%, corresponde ao potencial hídrico no ponto de inflexão da curva.

As análises estatísticas foram processadas nos *softwares* ESTAT e no Microcal Origin 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da análise de variância (Quadrados Médios e CV) referentes aos efeitos isolados e interações sobre as características avaliadas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1: Análise de variância para germinação (G, $\arcseno\sqrt{x/100}$), plântulas normais (PN, $\arcseno\sqrt{x/100}$), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca (MS, g/plântula) de plântulas provenientes de três lotes de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. submetidos a diferentes potenciais hídricos em PEG 6000 sob as temperaturas de 25 e 30 °C.

TABLE 1: Analysis of variance for germination (G, $\arcseno\sqrt{x/100}$), normal seedlings (NS, $\arcseno\sqrt{x/100}$), germination speed index (GSI) and dry mass (DM) of seedlings obtained from three lots of *Piptadenia moniliformis* Benth seeds submitted to different water potentials in PEG 6000 under temperatures of 25 and 30 °C.

Fontes de variação	Quadrados Médios			
	LOTE 1			
	G	PN	IVG	MS
Temperatura (T)	132,13 ^{ns}	14,63 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,0000**
Potencial hídrico (PH)	11365,29**	10621,54**	189,04**	0,0001**
T X PH	143,39*	69,44 ^{ns}	2,83**	0,0000**
Resíduo	49,14	35,84	0,21	0,0000
Média	49,41	43,00	4,71	0,0043
CV (%)	14,19	14,92	9,73	10,03
	LOTE 2			
Temperatura (T)	105,40 ^{ns}	187,72*	0,99 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Potencial hídrico (PH)	9598,61**	9370,81**	133,47**	0,0001**
T X PH	28,25 ^{ns}	79,32*	1,26**	0,0000 ^{ns}
Resíduo	33,37	27,22	0,26	0,0000
Média	47,67	41,22	4,16	0,0039
CV (%)	12,12	12,67	12,26	10,44
	LOTE 3			
Temperatura (T)	129,26 ^{ns}	421,93**	4,44**	0,0000 ^{ns}
Potencial hídrico (PH)	10565,26**	8597,98**	183,68**	0,0001**
T X PH	91,98*	139,31**	1,22*	0,0000**
Resíduo	34,92	19,08	0,36	0,0000
Média	43,90	38,88	4,62	0,0039
CV (%)	13,46	11,23	12,98	9,09

Em que: * e ** significativo em níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F. ns – não significativo

De um modo geral, a germinação das sementes provenientes dos três lotes decresceu à medida que o potencial hídrico diminuiu em ambas as temperaturas. A 25 e 30°C, os lotes apresentaram elevada germinação (acima de 80%) até o potencial de -0,6 MPa, com exceção do lote 3, a 30°C que atingiu 70% (Figura 1). A partir de -0,6 MPa, verificou-se queda acentuada na germinação até o potencial hídrico de -1,2 MPa. Neste potencial, a germinação ocorreu, apenas sob a temperatura de 25°C, e a -1,5 MPa, não houve protrusão de raiz primária. A 25°C, até o potencial de -0,6 MPa, houve uma superioridade do L₁ em relação aos demais, comportamento também verificado a 30°C. Nesta temperatura, até o potencial de -0,9 MPa, o lote 1 se sobressaiu, seguido dos lotes 2 e 3.

Verificou-se na temperatura de 25°C valores elevados de plântulas normais (75%) para todos os lotes até o potencial osmótico de -0,6 MPa, com decréscimos acentuados até -1,2 MPa, a partir do qual não se observou a presença de plântulas normais (Figura 2).

Independentemente do potencial hídrico usado, a utilização de PEG promoveu grande incidência de fungos. Segundo Bewley e Black (1994), a hidratação da semente conduz à liberação de solutos (açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e íons) que, por sua vez, estimulam o crescimento de patógenos, causando a morte das sementes. Sob potenciais osmóticos mais negativos, a absorção de água se processa de forma lenta, com baixa taxa de respiração (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Para que ocorra o processo germinativo é necessária energia advinda da respiração, se esta é baixa, não haverá energia suficiente para desencadear o processo germinativo.

As mais variadas espécies apresentam comportamento distinto quando as sementes são submetidas a estresse hídrico simulado, seja por PEG, manitol ou qualquer outro agente osmótico. Sementes de *Adenantha pavonina* L., por exemplo, germinaram até o potencial osmótico de -0,4 MPa (FONSECA e PEREZ, 2003), enquanto para a espécie *Parkinsonia aculeata* L., a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas sofreram redução drástica com a diminuição dos potenciais osmóticos com PEG 6000 a partir de -0,6 MPa (AGRA, 2010). Já sob potenciais osmóticos inferiores a -0,4 MPa, Meneses et al. (2011) constataram redução drástica na viabilidade e vigor de sementes de algodão. Entretanto, Mantovani e Iglesias (2010) verificaram a incapacidade de

germinação de sementes de três bromélias sob potencial hídrico inferior a -0,14 MPa.

Para sementes de *Myracrodruon urundeuva*, de modo geral, as maiores taxas de germinação foram verificadas nos potenciais: zero, -0,2 e -0,4 MPa. A partir do potencial -0,6 MPa houve uma redução maior na germinabilidade e nos potenciais osmóticos inferiores a -0,8 MPa ocorreu redução acentuada até a sua nulidade (VIRGENS et al., 2012).

Sob a temperatura de 30°C o L₃ manifestou menor qualidade fisiológica em termos de germinação e desenvolvimento de plântulas normais, portanto, mais sensível ao estresse hídrico. Em sementes de *Brassica napus* L., Ávila et al. (2007) encontraram redução significativa na germinação e no número de plântulas normais, quando as sementes foram submetidas a potenciais osmóticos inferiores a -1,0 MPa, com a utilização de manitol, apresentando valores próximos de zero. Em sementes de leguminosas, Hadas (1976) citado por Ávila et al. (2007) atribui a diminuição da germinação dessas sementes, quando submetidas a estresse hídrico, à redução da atividade enzimática e, conseqüentemente, do menor desenvolvimento meristemático.

Em ambas as temperaturas, o IVG (Figura 3) diminuiu à medida que o potencial hídrico se tornava mais negativo, sendo essa redução na velocidade mais acentuada para os três lotes de sementes na temperatura de 30°C. O lote 2 sofreu maior redução em relação aos demais até o potencial de -0,9 MPa na temperatura de 30°C. O estresse hídrico é capaz de reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação. As respostas das sementes a essas condições de estresse são as mais variadas possíveis, desde aquelas mais sensíveis, até as mais tolerantes (BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Sementes de *Pterogyne nitens* Tul., por exemplo, incubadas em soluções de PEG, tiveram sua germinabilidade e velocidade de germinação reduzidas em potenciais hídricos a partir de -0,6 e -0,4 MPa, respectivamente (NASSIF e PEREZ, 1997). Em sementes de *Plantago ovata* Forsk., o estresse hídrico induzido por PEG 6000 reduziu a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes nos potenciais a partir de -0,2 MPa, sendo totalmente inibida nos potenciais de -0,6 e -0,8 MPa (SOUSA et al., 2008). A redução do potencial osmótico do substrato reduziu expressivamente a velocidade de germinação das sementes de

pinhão-mansô, bem como o desempenho das plântulas (PEREIRA e LOPES, 2011).

Já as sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) apresentaram um limite de tolerância ao estresse hídrico muito pequeno, entre

-0,2 e -0,3 MPa (BRAGA et al., 2008). *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn é considerada por Jeller e Perez (2001) como uma espécie pouco tolerante ao estresse hídrico, pois o limite máximo de germinabilidade das sementes encontra-se a -0,7

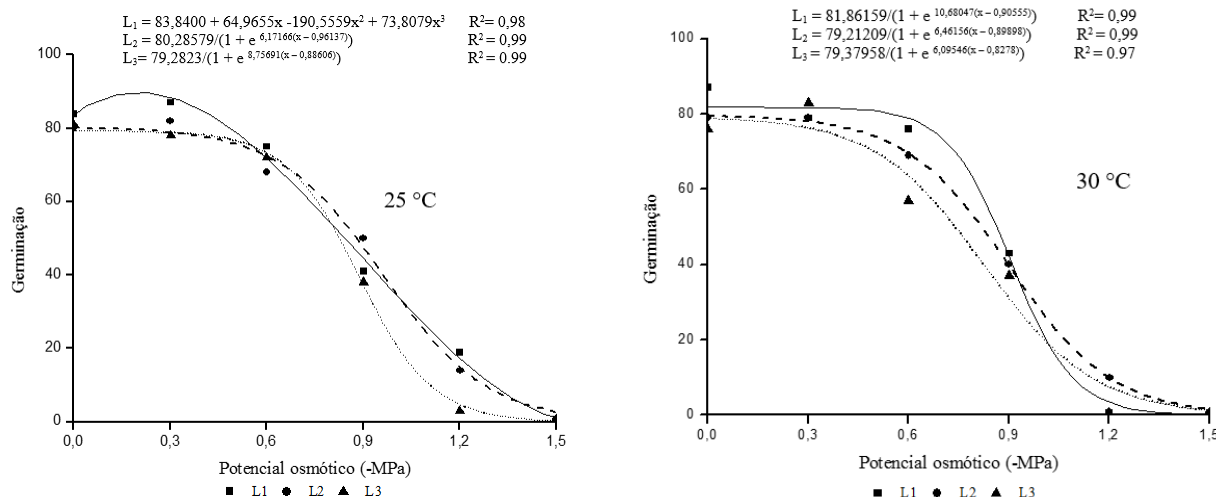


FIGURA 1: Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. provenientes de três lotes de sementes (L_1 , L_2 e L_3) submetidos a diferentes potenciais hídricos (-MPa) induzidos com PEG 6000 sob temperaturas de 25 e 30°C.

FIGURE 1: Germination of *Piptadenia moniliformis* Benth seeds originated from three lots of seeds (L_1 , L_2 e L_3) submitted to different water potentials (-MPa) induced by means of PEG 6000 under temperatures of 25 and 30 °C.

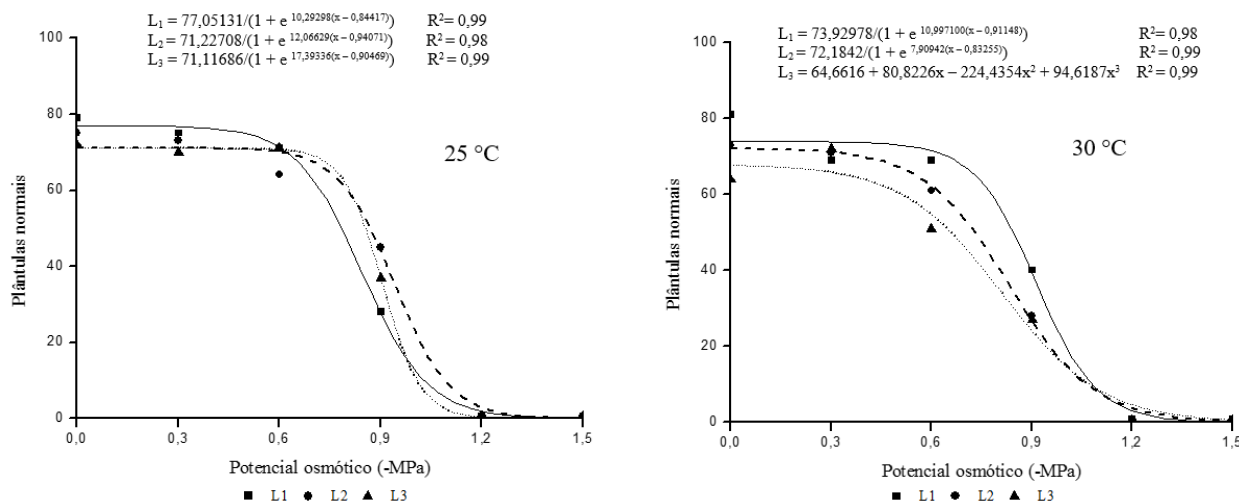


FIGURA 2: Plântulas normais de *Piptadenia moniliformis* Benth. provenientes de três lotes de sementes (L_1 , L_2 e L_3) submetidos a diferentes potenciais hídricos induzidos (-MPa) com PEG 6000 sob temperaturas de 25 e 30°C.

FIGURE 2: *Piptadenia moniliformis* Benth normal seedlings originating from three seed lots (L_1 , L_2 e L_3) submitted to different water potentials (-MPa) induced by means of PEG 6000 under temperatures of 25 and 30°C.

MPa, com ausência de germinação a -0,8 MPa com a utilização de PEG 6000.

Em relação à massa seca (MS) (Figura 4) o lote 1 apresentou superioridade em relação aos demais lotes nas duas temperaturas até o potencial de -0,6 MPa, verificando-se a partir daí, diminuição nos valores de MS com a redução do potencial hídrico. A redução da massa seca de plântulas em

função da restrição hídrica se dá devido à demanda dos processos fisiológicos e biológicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY e BLACK, 1994). Braccini et al. (1996; 1997) trabalhando com sementes de soja encontraram redução progressiva na massa seca de plântulas em diferentes lotes com a diminuição de potencial osmótico. De forma

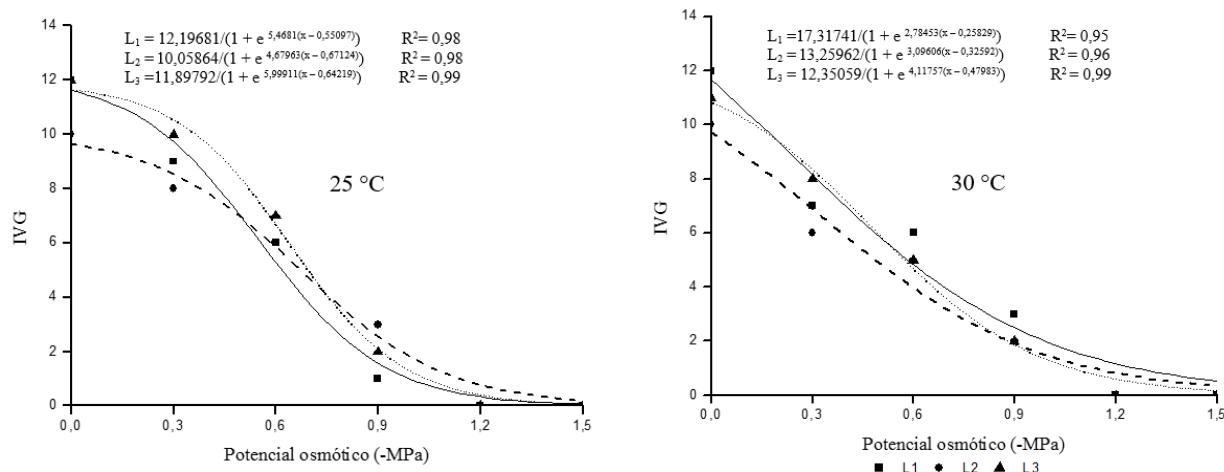


FIGURA 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. provenientes de três lotes de sementes (L_1 , L_2 e L_3) submetidos a diferentes potenciais hídricos (-MPa) induzidos com PEG 6000 sob temperaturas de 25 e 30°C.

FIGURE 3: Germination speed index of *Piptadenia moniliformis* Benth seeds originating from three seed lots (L_1 , L_2 e L_3) submitted to different water potentials (-MPa) induced by means of PEG 6000 under temperatures of 25 and 30°C.

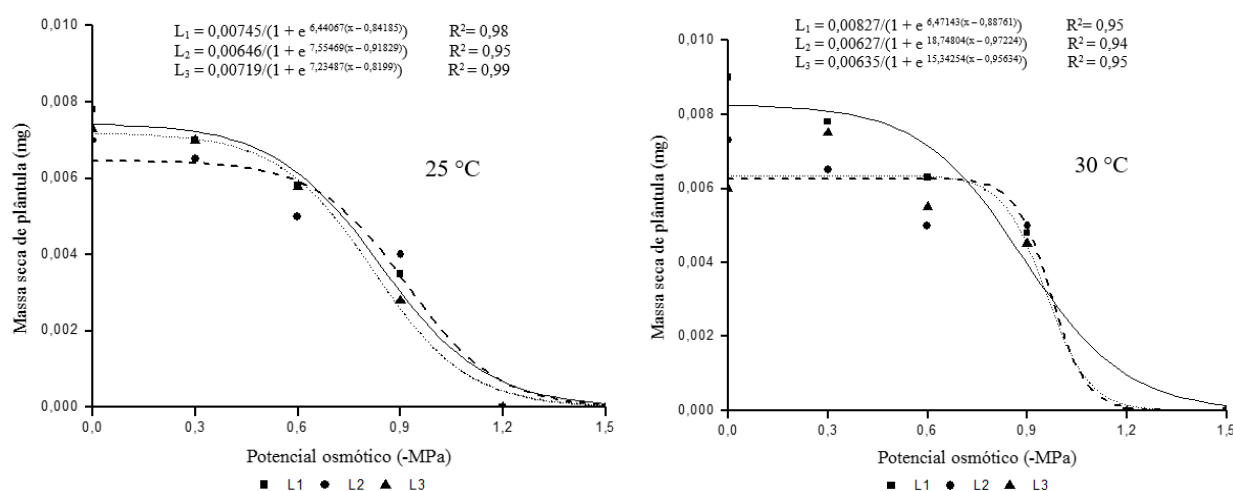


FIGURA 4: Massa seca de plântulas (mg) de *Piptadenia moniliformis* Benth. provenientes de três lotes de sementes (L_1 , L_2 e L_3) submetidos a diferentes potenciais hídricos (-MPa) induzidos com PEG 6000 sob temperaturas de 25 e 30°C.

FIGURE 4: Dry mass of *Piptadenia moniliformis* Benth seedlings (mg) originating from three seed lots (L_1 , L_2 e L_3) submitted to different water potentials (-MPa) induced by means of PEG 6000 under temperatures of 25 and 30 °C.

semelhante, Stefanello et al. (2006) constataram diminuição significativa na massa seca de plântulas de *Foeniculum vulgare* Miler. também com a utilização de PEG. Quando o estresse hídrico foi induzido com manitol, decréscimos na massa seca de plântulas de algodão foram apontados por Echer et al. (2010), quando o potencial hídrico tornava-se mais negativo.

A diminuição nos valores das características avaliadas à medida que o potencial hídrico decresce está associada à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes, desencadeando um processo inibitório na síntese e ou atividade de enzimas hidrolíticas necessárias à germinação. Desta maneira, a restrição hídrica ao afetar o alongamento celular e a síntese de parede, compromete os processos fisiológicos e bioquímicos das sementes (MORAES e MENEZES, 2003), fazendo com que a germinação ocorra ou não, de modo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo abaixo do qual a germinação não ocorre.

CONCLUSÕES

O processo germinativo de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. é comprometido a partir de potenciais hídricos inferiores a -0,6 MPa em PEG 6000 nas temperaturas de 25 e 30°C.

Potenciais hídricos iguais ou inferiores a -1,2 MPa inibem a formação de plântulas normais de *Piptadenia moniliformis* Benth. em soluções de PEG 6000 a 25 e 30 °C

A tolerância de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. ao estresse hídrico simulado com PEG 6000 é variável entre lotes e temperaturas de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, P. F. M. Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para a ecofisiologia de sementes. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- AL-KARAKI, G. N.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Seed germination and early root growth barley cultivars as affected by temperature and water stress. **American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science**, Dubai, v.2, n.2, p.112-117, 2007.
- AVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.1, p. 98-106, 2007.
- AZERÊDO, G.A. et al. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.2, p.49-58, 2010.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Prenum Press, 1994. 445 p.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafistula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.43-49, 2001.
- BRACCINI, A. L. et al. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19 n.1, p.71-79, 1997.
- BRACCINI, A. L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol, e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.18, n.1, p.10-16, 1996.
- BRAGA, L. F. et al. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.78, p.157-163, 2008.
- CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (*S. parahyba* var. *amazonicum*) e *Schizolobium parahyba* (*Schizolobium parahybum*) à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.907-914, 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- ECHER, F. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.41, n.4, p.638-645, 2010.
- FONSECA, C. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietilenoglicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.1-16, 2003.
- GENC, Y.; HU, Y. C.; SCHMIDHALTER, U. Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. **Plant, Cell e Environonment**, v.30, p.1486-1498, 2007.
- HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, Denver, v.22, n.1, p.1-7, 1994.

- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.93-104, 2001.
- KAPPES, C. et al. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v.11, n.2, p.125-134, 2010.
- KISSMANN, C. et al. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.2, p. 26-35, 2010.
- KRANNER, I. et al. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. **New Phytologist**, v.188, n.3, p.655-673, 2010.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.93-99, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. p.197.
- MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MANTOVANI, A.; IGLESIAS, R. R. The effect of water stress on seed germination of three terrestrial bromeliads from restinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.1, p.201-205, 2010.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 210 p.
- MENESES, C. H. S. G. et al. Germination of cotton cultivar seeds under water stress induced by polyethyleneglycol-6000. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v.68, n.2, p.131-138, 2011.
- MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.219-226, 2003.
- MURILLO-AMADOR B. R. et al. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. **Journal Agronomy Crop Science**, v.188, p.235-247, 2002.
- NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae – Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19, n.2, p.143-150, 1997.
- OLIVEIRA, A. B. de.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.3, p.48-56, 2009.
- PEREIRA, M.D.; LOPES, J.C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.1837-1842, 2011.
- PÔRTO, D. R. Q. et al. Acúmulo de macronutrientes pela cebola ‘Optima’ estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.24, n.4, p.470-475, 2006.
- ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.306-314, 2005.
- SANTOS, A. R. F. dos.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Restrição hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.2, p.213-220, 2011.
- SILVA, L. M. de M. et al. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidocolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.66-72, 2005.
- SOUSA, M. P. et al. Estresse hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.33-38, 2008.
- SOUZA, G. M.; CARDOSO, V. J. M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p. 621-630, 2000.
- STEFANELLO, R. et al. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.2, p.135-141, 2006.
- VILLELA, F. M.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p. 1957-1968, 1991.
- VIRGENS, I.O. et al. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* fr. all. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.4,

p.681-692, out.-dez., 2012.

YAMASHITA, O. M. et al. Fatores ambientais

sobre a germinação de *Emilia sonchiflora*. **Planta**

Daninha, Viçosa, v.27, n.4, p.673-681, 2009.