

EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SIMULADO COM NACL, MANITOL E PEG (6000) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Erythrina falcata* Benth

EFFECT OF WATER STRESS SIMULATED WITH NACL, MANNITOL AND PEG (6000) ON THE GERMINATION *Erythrina falcata* Benth SEEDS

Luciana Luiza Pelegrini¹ Elis Borcioni² Antônio Carlos Nogueira³ Henrique Soares Koehler⁴
Marguerite Germaine Ghislaine Quoirin⁵

RESUMO

A espécie *Erythrina falcata* Benth. (Fabaceae) é usada em sistemas agroflorestais, na restauração de florestas de mata ciliar, em locais sujeitos à inundação e na recuperação de ecossistemas degradados. O objetivo deste trabalho foi avaliar os possíveis efeitos do estresse hídrico na germinação de sementes de *Erythrina falcata*. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná (UFPR) Paraná, Brasil. As unidades experimentais consistiram em caixas do tipo *gerbox*, contendo duas folhas de papel filtro e 25 sementes por caixa. Às folhas foi acrescido de 10 ml de cada solução osmótica. As caixas foram vedadas com parafilme e colocadas em câmaras de germinação do tipo Mangelsdorf, sob luz contínua à temperatura de 25±2 °C. Testaram-se os seguintes potenciais osmóticos: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa para NaCl, manitol e PEG (6000). As sementes foram transferidas a cada dois dias para os mesmos potenciais osmóticos. A menor tolerância ao estresse hídrico foi observada simulando-o com PEG 6000. O limite para germinação está entre -0,2 e -0,4 MPa de PEG, enquanto que os potenciais osmóticos testados com NaCl e manitol não influenciaram o processo germinativo.

Palavras-chave: corticeira; restrição hídrica; tolerância salina.

ABSTRACT

Erythrina falcata Benth. (Fabaceae) species is used in agroforestry, restoration of riparian vegetation in flooded areas, and in the recovery of degraded ecosystems. This work aimed to evaluate the possible effects of water stresses on germination of *Erythrina falcata* seeds. The study was carried out in The Forestry Seeds Laboratory, Universidade Federal do Paraná (UFPR), in Parana state, Brazil. The experimental units consisted in boxes *gerbox* (25 seeds on 2 filter papers) with 10 ml of osmotic solution. Gerbox was sealed with PVC plastic film and led to germinate in Mangelsdorf type chamber (under light continues at 25±2 °C). Six osmotic potentials (0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; and -1.0 MPa) were induced with NaCl, manitol and polyethylene glycol (PEG 6000). The lowest tolerance limit to water stress was observed in PEG solutions. The germination limit was -0.2 to -0.4 MPa of PEG, whereas the osmotic potentials tested with NaCl and mannitol did not affect the germination process.

Keywords: corticeira; water restriction; salt tolerance.

1. Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19061, CEP 81531-990, Curitiba (PR). Bolsista Reuni. lupelegrini@hotmail.com
2. Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19061, CEP 81531-990, Curitiba (PR). Bolsista CNPq. borcioni@yahoo.com.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, CEP 80210-170, Curitiba (PR). nogueira@ufpr.br
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, CEP 80035-050, Curitiba (PR). koehler@ufpr.br
5. Engenheira Agrônoma, Dra, Professora Associada do Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, CEP 81530-900, Curitiba (PR). mquoirin@ufpr.br

Recebido para publicação em 22/11/2010 e aceito em 10/02/2012

INTRODUÇÃO

A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth., Fabaceae) é uma espécie arbórea, secundária tardia, de grande porte (até 35 m de altura e 1 m de diâmetro). É encontrada no Brasil, na Argentina, na Bolívia, no Paraguai e no Peru. No Brasil, ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, em ecossistemas que variam de florestas úmidas a florestas decíduas e semidecíduas. Também pode ser encontrada no cerrado. Parte do interesse pelo cultivo desta espécie está relacionada ao seu valor ornamental, podendo ser utilizada na arborização de ruas, parques e jardins, por apresentar flores atraentes e vistosas, de grande efeito decorativo (CARVALHO, 2003).

Erythrina falcata pode também ser usada em sistemas agroflorestais, na restauração de florestas de mata ciliar, em locais com surtos de inundação durante o ano e na recuperação de ecossistemas degradados. É uma espécie de rápido crescimento, característica de espécies pioneiras ou da sucessão secundária inicial (CARVALHO, 2003), além disso, apresenta potencial para fixar nitrogênio (NEVES et al., 2006). A propagação via semente desta espécie é difícil. Em condições naturais, somente 20 % dos óvulos disponíveis produzem sementes e a relação de flores para frutos é muito baixa (em torno de 1 %). É basicamente autoincompatível, sendo polinizada por pássaros e beija-flores (ETCHEVERRY e ALEMÁN, 2005). Contudo, as sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios e, a busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para a germinação desempenha papel fundamental dentro da pesquisa, além de fornecer informações valiosas sobre a propagação de espécies (VARELA et al., 2005).

Conforme Bewley e Black (1994), a germinação de sementes é o processo que leva à emergência de uma das partes do embrião (geralmente a radícula) de dentro de seus envoltórios. A germinação tem início com a embebição da semente, a qual conduz à ativação de processos metabólicos que culminam com o aparecimento da radícula (LARCHER, 2006). Se sementes de uma mesma espécie apresentam potencial germinativo semelhante, não quer dizer que ambas exibem o mesmo comportamento, pois o início da germinação e a sua distribuição podem ser diferentes, apresentando maior ou menor rapidez (BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

A germinação da semente em solos com baixo potencial hídrico depende de cada espécie.

Em condições de laboratório, por conveniência, realizam-se estudos de germinação com o uso de soluções aquosas de sacarose, sais, manitol e polietileno glicol, a fim de simular condições padronizadas de estresse hídrico para seleção de espécies mais tolerantes (SANTOS et al., 1992). Conceitualmente, estresse é considerado um desvio significativo das condições ótimas para a vida e induz a mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, podendo ser reversíveis, ou tornarem-se permanentes. Desta forma, as plantas estão sujeitas a condições de múltiplos estresses que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, onde quer que elas cresçam (LARCHER, 2006). Um dos métodos para a determinação da tolerância das plantas ao estresse hídrico e salino é a observação da capacidade germinativa das sementes em tais condições, geralmente testadas em laboratório.

O PEG (polietileno glicol) tem sido utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas, especialmente por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984; HARDEGREE e EMMERICH, 1994), no entanto, pode provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na germinabilidade final. Segundo Tobe et al. (2000), os sais ocasionam inibição do crescimento, tanto pelo efeito osmótico, ou seja, a seca fisiológica produzida, como pelo efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Assim, pesquisas têm sido direcionadas a fim de compreender as respostas das plantas ao déficit hídrico; sendo necessário um programa amplo, multidisciplinar, que possa entender tais respostas (SANTOS e CARLESSO, 1998). A utilização de soluções com diferentes potenciais osmóticos, simulando baixas condições de umidade no substrato tem sido testada para várias espécies florestais tais como: *Miconia candolleana* (BORGES et al., 1994), *Bauhinia forficata* (FANTI e PEREZ, 1996), *Pterogyne nitres* (NASSIF e PEREZ, 1997; BIRUEL et al., 2007), *Stryphnodendron polyphyllum* (TAMBELINI e PEREZ, 1998), *Peltophorum dubium* (PEREZ et al., 2001), *Chorisia speciosa* (FANTI et al., 2003), *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005), *Amburana acreana* (BELLO et al., 2008) e *Zizyphus joazeiro* (LIMA et al., 2009).

No estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação de sementes (LARCHER, 2006). Além disso, o período de germinação e estabelecimento das plântulas arbóreas é importante para sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água é limitada durante um período do ano (ROSA et al., 2005). Tendo em vista a escassez de estudos sobre o comportamento das sementes de *Erythrina falcata* quando submetidas a estresse ambiental e devido a sua importância na arborização e na recuperação de áreas degradadas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substâncias no processo de germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. quando submetidas ao estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de novembro a dezembro de 2009. As sementes de *Erythrina falcata* foram adquiridas na Central de Sementes em Piracicaba, SP. O peso de mil sementes (8 amostras de 100 sementes) foi determinado segundo o protocolo estabelecido pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Previamente, foi realizado teste preliminar de germinação para detectar a presença de dormência nas sementes, no entanto, não foi observada a necessidade de aplicação de tratamento de superação de dormência. Sendo assim, as sementes intactas foram selecionadas eliminando aquelas que apresentavam-se extremamente enrugadas ou deterioradas. Posteriormente, as sementes foram submetidas à desinfestação com solução de hipoclorito de sódio comercial (NaOCl) a 2 % por 15 minutos e lavadas cinco vezes em água destilada.

Para as soluções de NaCl, manitol e polietileno glicol foram testados os seguintes potenciais osmóticos -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa e testemunha (água destilada). As soluções salinas com NaCl foram preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citados por Salisbury e Ross (1992). As soluções de manitol foram preparadas segundo Parmar e Moore (1968) e para as soluções de polietileno glicol (PEG 6000) utilizou-se a tabela citada por Villela et al. (1991).

As sementes foram dispostas em caixas plásticas do tipo *gerbox* (11 x 11 cm) contendo duas folhas de papel filtro e 10 ml da solução a ser testada. Foram distribuídas 25 sementes por *gerbox*, consistindo de 150 sementes por tratamento, em 6 repetições. Os *gerboxes* foram vedados com parafilme e colocados em câmaras de germinação, sob luz fria contínua (± 450 Lux) à temperatura de 25 ± 2 °C. As sementes foram transferidas a cada dois dias para outros *gerboxes* contendo as soluções com as mesmas concentrações para manter constantes os potenciais osmóticos. O experimento foi finalizado quando as sementes apresentavam sinais de deterioração (25 dias após a instalação). Ao final do teste, as sementes não germinadas dos tratamentos com manitol e PEG 6000 foram lavadas e colocadas para germinar, em substrato papel toalha, umedecidas com água destilada para observação da continuidade do processo germinativo das mesmas.

Para avaliação do efeito dos tratamentos sobre a germinação das sementes de *Erythrina falcata* foram realizadas as seguintes observações: a) porcentagem de sementes germinadas, b) índice de velocidade de germinação e c) tempo médio de germinação (expresso em dias). Estas foram realizadas diariamente após o início da germinação.

A porcentagem de germinação (%G) foi representada pelo número total de sementes germinadas sob determinada condição experimental e foi calculada de acordo com Borghetti e Ferreira (2004), pela fórmula: $\%G = (\sum n_i \cdot N^{-1}) \cdot 100$, onde: $\sum n_i$ corresponde ao número total de sementes germinadas em relação ao número de sementes dispostas para germinar (N). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado pela fórmula de Maguire (1962) citado por Borghetti e Ferreira (2004). $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + G_n/N_n$ onde: IVG: índice de velocidade de germinação. G_1, G_2, G_n é igual ao número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem e N_1, N_2, N_n corresponde ao número de dias da sementeira da primeira, segunda e última contagem. O tempo médio de germinação (t) foi calculado pela equação: $t = \sum n_i \cdot t_i / \sum n_i$ onde: n_i é o número de sementes germinadas dentro de determinado intervalo de tempo t_{i-1} e t_i (BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 (agentes osmóticos x potenciais). As análises estatísticas foram realizadas com os dados originais, uma vez que os mesmos atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias.

Para análise da variância, empregou-se o teste F e, quando este foi significativo, as comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade (variáveis qualitativas) e por regressão polinomial (variáveis quantitativas), utilizando-se o programa computacional Assistat 7,6 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de mil sementes foi previamente determinado obtendo-se o valor de 283,5 g (CV = 4,48 %), 3527 sementes por quilo. Davide (1996) e Lorenzi (2002) encontraram 3500 e 6000 sementes por kg respectivamente, demonstrando a importância da determinação desse parâmetro, visto que ocorrem variações quanto ao número de sementes por kg em função das condições ambientais e genéticas.

As sementes de *Erythrina falcata* foram submetidas a teste preliminar de germinação e apresentaram início de emissão da radícula a partir do segundo dia de instalação. Desta forma, nenhum tratamento de superação de dormência foi adotado. Na literatura, vários autores citam que o gênero *Erythrina* possui dormência tegumentar, no entanto, há contradições a respeito dessa afirmação. Segundo Marcos-Filho (2005), essa divergência de resultados pode ocorrer devido à variação na profundidade da dormência que ocorre entre populações e até mesmo entre sementes de uma mesma planta, que está relacionada ao genótipo, desuniformidade de maturação e alterações das condições climáticas durante esse período.

Carvalho (1994) cita que as sementes de *Erythrina falcata* possuem leve dormência tegumentar e afirma que a imersão em água a temperatura ambiente por 48 horas é suficiente para superação da dormência. Por outro lado, de acordo com Lorenzi (2002), as sementes de *Erythrina falcata* apresentaram porcentagens de germinação superior a 90 % sem tratamento pré-germinativo com emergência ocorrendo entre o 4º e 8º dia. Oliveira et al. (2009) encontraram elevada porcentagem de germinação para sementes de *Erythrina velutina* intactas, com valores de até 98 %. Matheus e Lopes (2007) verificaram que sementes de *Erythrina variegata* L. possuem tegumento duro, entretanto, observaram elevada porcentagem de germinação, mesmo para sementes intactas, não diferindo dos valores obtidos para aquelas sementes que foram submetidas ao processo de escarificação.

A análise estatística revelou não haver in-

teração significativa entre as concentrações de sais testadas, o agente osmótico PEG foi o único que apresentou interação. Na Tabela 1 observa-se o percentual de germinação para os diferentes potenciais osmóticos testados. As sementes de *Erythrina falcata* apresentaram tolerância ao estresse hídrico simulado por NaCl e manitol enquanto que o estresse promovido pelo PEG apresentou limite máximo de tolerância até -0,2 MPa. Embora o tratamento controle não tenha apresentado valores elevados de germinação quando comparado aos demais tratamentos, sugere-se neste caso, que fatores genéticos da própria semente possam ter contribuído para a ocorrência da baixa porcentagem de germinação. Além disso, a salinidade simulada afeta a germinação não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (BRADFORD, 1995; BRACCINI et al., 1996).

Os resultados obtidos com as sementes de *Erythrina falcata* submetidas às concentrações de -0,4 a -1,0 MPa de PEG mostram evidentemente a dificuldade imposta pelos potenciais mais elevados sobre a germinação das sementes (Tabela 1). Os resultados observados são condizentes com os encontrados na literatura, uma vez que a concentração do agente osmótico PEG no meio de germinação inibe a absorção de água pelos tecidos, dificultando assim o início da germinação das sementes.

No presente trabalho o limite de tolerância para a germinação de *Erythrina falcata*, quando utilizado o agente osmótico PEG 6000, foi verificado no potencial hídrico de até -0,2 MPa. No entanto, para a germinação das sementes submetidas a potenciais osmóticos em soluções de NaCl e manitol esse efeito não foi similar. Segundo Santos et al. (1992), a diminuição na germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico é atribuída à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático. Para cada espécie existe um valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual a germinação não ocorre (CARVALHO, 2005). Contudo, a capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005). O estresse hídrico, em condições naturais, nem sempre age de forma negativa, podendo atuar no estabelecimento das espécies e na distribuição da germinação ao longo do tempo permitindo desta forma, que as espécies sobrevivam em condições adversas (BEWLEY e BLACK, 1994).

TABELA 1: Porcentagem de germinação de sementes de *Erythrina falcata*, submetidas a diferentes agentes e potenciais osmóticos, Curitiba, PR, 2009.TABLE 1: Percentage of germination of *Erythrina falcata* seeds, submitted to different osmotic potentials, Curitiba, PR state, 2009.

Agentes osmóticos	Potenciais Osmóticos (-MPa)						Média
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
NaCl	30,66aA	38,00aA	24,00bA	30,67aA	28,00aA	30,00aA	30,22a
Manitol	30,66aA	39,33aA	40,00aA	27,33aA	34,00aA	34,66aA	34,33a
PEG	30,66aA	36,0aA	23,33bA	3,33bB	0,67bB	0,00bB	15,66b
Média	30,66ab	37,77a	29,11ab	20,44b	20,80b	21,80b	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % probabilidade.

Para várias outras espécies da família Fabaceae, foram obtidos resultados similares ao deste trabalho. Para *Bowdichia virgiloides*, Silva et al. (2001) relatam que o percentual de germinação foi drasticamente reduzido a partir do potencial -0,5 MPa de PEG 6000, não havendo germinação em potenciais mais elevados (-0,9 e -1,1 MPa). Para *Adenanthera pavonina*, observou-se que a porcentagem de germinação sofreu redução em todos os potenciais testados (-0,1 a -0,4 MPa) com PEG 6000 (FANTI e PEREZ, 1998). Braga et al. (2008) constataram uma redução no percentual de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* em potenciais de -0,1 a -0,5 MPa de PEG 6000 diferindo do controle.

Fanti e Perez (2003), testando diferentes potenciais osmóticos de PEG 6000, manitol, NaCl, verificaram que o decréscimo dos níveis de potenciais osmóticos das soluções provocou redução na viabilidade e vigor das sementes de *Chorisia speciosa*. Acentuada queda no percentual de germinação foi

verificado a partir do potencial -0,5 MPa de PEG 6000 enquanto que, no potencial -0,7 MPa de PEG 6000 não houve germinação. Resultados semelhantes foram obtidos no presente trabalho.

No que concerne a variável tempo médio de germinação, foi observada resposta similar à obtida para a porcentagem de germinação, sendo que o estresse hídrico promovido pelo PEG 6000 exerceu efeito negativo a partir do potencial -0,8 MPa (Tabela 2). Observa-se que sob estresse osmótico, o tempo médio de germinação de sementes de *Erythrina falcata* é progressivamente aumentado. No tratamento controle (-0,0 MPa) o tempo médio ficou em 12,2 dias, enquanto sob estresse grave (-1,0 MPa), esse valor aumentou para 17,8 dias e 17,4 dias para o agente osmótico NaCl e manitol, respectivamente. Pode-se inferir neste caso, que a germinação rápida é característica da espécie cuja estratégia é estabelecer-se no ambiente o mais rápido possível aproveitando as condições favoráveis ao desenvolvimento.

TABELA 2: Tempo médio de germinação de sementes de *Erythrina falcata*, submetidas a diferentes agentes e potenciais osmóticos, Curitiba, PR, 2009.TABLE 2: Average time of germination of *Erythrina falcata* seeds submitted to different osmotic potentials, Curitiba, PR state, 2009.

Agentes osmóticos	Potenciais Osmóticos (-MPa)						Média
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
NaCl	12,245aA	15,437aA	14,792 aA	15,007aA	16,307 aA	17,831aA	15,269a
Manitol	12,245aA	14,296aA	15,251aA	14,615aA	17,122aA	17,464aA	15,175a
PEG	12,245aA	15,932aAB	16,701aAB	19,167aA	4,333 bC	0,000 bC	11,396b
Média	12,245bc	15,211abc	15,581ab	16,262a	12,587abc	11,765c	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % probabilidade.

Neste sentido, é interessante destacar que a velocidade de absorção de água pelas sementes decresce com a redução do potencial hídrico, aumentando no período necessário para atingir o teor mínimo de água exigido para o início do processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Dessa forma, o tempo médio de germinação é uma variável importante para detectar a rapidez das sementes em germinar e conseqüentemente, se estabelecer num determinado local (FERREIRA et al., 2001; BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

À medida que o potencial osmótico aumenta, a semente necessita de mais tempo para germinar, logo, há uma menor velocidade de germinação, sendo que os maiores valores foram obtidos no tratamento controle até -0,4 MPa de PEG 6000 (Tabela 3). Para o NaCl e manitol, em nenhum dos potenciais osmóticos testados houve interferência na velocidade de germinação das sementes.

Em trabalhos realizados com *Zizyphus joazeiro*, Lima e Torres (2009) verificaram que o estresse salino proporcionou uma maior redução na velocidade de germinação das sementes quando comparado ao estresse hídrico, diferindo dos resultados encontrados nesse trabalho. Para várias outras espécies também foram observadas reduções no percentual de germinação e na velocidade de germinação, em graus variados, como em *Pterogyne nitens* (NASSIF e PEREZ, 1997), *Adenantha pavonina* L. (FANTI e PEREZ, 1998), *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005), *Plantago ovata* (SOUSA, 2008), com a redução do potencial hídrico.

No presente trabalho para as variáveis porcentagem de germinação, tempo médio e velocidade

de germinação apenas quando utilizada a substância PEG, foi observada influência sobre o potencial hídrico (Figura 1a e 1b).

Vale ressaltar que, as sementes submetidas ao tratamento com PEG foram as que sofreram maior estresse hídrico. Em decorrência disso, ao final do teste de germinação as sementes remanescentes dos tratamentos com manitol e PEG, foram lavadas em água corrente e colocadas para germinar, em caixas tipo *gerbox* com duas folhas de papel toalha umedecidas com água destilada. Passados quatro dias verificou-se que as sementes começaram a germinar normalmente e aquelas oriundas dos tratamentos com PEG 6000 foram as que apresentaram maior porcentagem de sementes germinadas (dados não analisados). Esses resultados mostram que a inibição da germinação nas maiores concentrações de PEG ocorreram devido à restrição hídrica nas sementes. Efeito semelhante ao relatado nesse trabalho foram reportados por Bello et al. (2008). Para o agente manitol a porcentagem de sementes germinadas foi inferior às do PEG. De acordo com Fanti e Perez (2004), tal diferença poderia ser atribuída à permeabilidade diferencial do tegumento da semente aos solutos de baixo peso molecular, a qual permitiria a absorção e metabolização de manitol, mas não a de PEG, reduzindo desta forma o estresse hídrico provocado pelo manitol. Neste sentido, as sementes, quando submetidas às diferentes concentrações de manitol, apresentaram maior tolerância ao estresse quando comparado ao PEG. Além disso, Bewley e Black (1985) mencionam que o PEG por não ser tóxico e apresentar alto peso molecular, não é absorvido pelas paredes e membranas celulares.

TABELA 3: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes *Erythrina falcata*, submetidas a diferentes agentes e potenciais osmóticos, Curitiba, PR, 2009.

TABLE 3: Germination speed index of *Erythrina falcata* seeds submitted to different osmotic potentials, Curitiba, PR state, 2009.

Agentes osmóticos	Potenciais Osmóticos (-MPa)						Média
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
NaCl	0,701aA	0,756aA	0,490abA	0,525aA	0,469aA	0,475aA	0,569a
Manitol	0,701aA	0,836aA	0,810aA	0,498aA	0,523aA	0,528aA	0,649a
PEG	0,701aA	0,684aA	0,409bAB	0,050bBC	0,006bBC	0,000bc	0,308b
Média	0,701a	0,759a	0,570ab	0,358bc	0,333c	0,334bc	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % probabilidade.

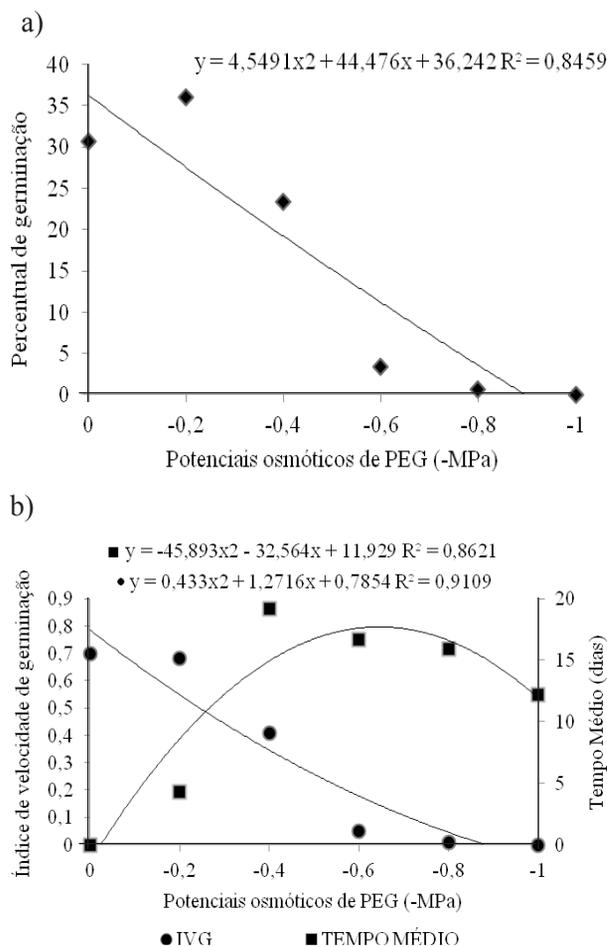


FIGURA 1: Percentual de germinação (a), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio (b) de sementes de *Erythrina falcata* em função de diferentes potenciais osmóticos.

FIGURE 1: Percentage of germination (a), germination speed index (IVG) and average time (b) of *Erythrina falcata* seeds in function of different osmotic potentials.

CONCLUSÃO

A espécie *Erythrina falcata* é osmoticamente afetada por PEG 6000, sendo que potenciais acima de -0,4 MPa inibem drasticamente a porcentagem de germinação, tempo médio e índice de velocidade de germinação. Já os potenciais osmóticos testados com NaCl e manitol não influenciaram o processo germinativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLO, E. P. B. C. E. S. et al. Germinação de

sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A.C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 16-24, set./dez. 2008.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994.

BIRUEL, R. P. et al. Efeitos do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de *Pterogyne nitens* tul. sob estresse. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 119-128, abr./jun. 2007.

BORGES, E. E. L.; SILVA, L. F.; BORGES, R. C. G. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia candolleana* Triana). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 90-94, jan./jun. 1994.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004, 209-222 p.

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, jan./jun. 1996.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995, p.351-396.

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, jun. 2008.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

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, nov./dez. 2005.

CARVALHO, N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Curitiba: EMBRAPA/CNPQ, 1994.

640 p.

- DAVIDE, A. C.; CHAVES, M. M. F. Morfologia de sementes e de plântula e de mudas de *Erythrina falcata* Benth. e *Platycyamus regnelli* Benth. – Fabaceae. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 69-80, jul./dez. 1996.
- ETCHEVERRY, A. V.; ALEMÁN, C. E. T. Reproductive biology of *Erythrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae). **Biotrópica**, Washington, v. 37, p. 54-63, 2005.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 537-543, abr. 2003.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 249, p. 654-662, mar./abr. 1996.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 167-177, jan./jun. 1998.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, set. 2004.
- FERREIRA, A. G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, p. 231-242, maio/ago. 2001.
- HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 1-7, 1994.
- HASEGAWA, P. M. et al. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v.19, n. 3, p. 371-7. 1984.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006, 531 p.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B.; Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 93-99, out./dez. 2009.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368 p. v. 1.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 08-15, set./dez. 2007.
- NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim – do campo (*Pterogyne nitens*) influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 172-179, jan./jun. 1997.
- NEVES, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2006.
- OLIVEIRA, M. D. M. et al. Tratamentos térmico e químico em sementes de mulungu e efeitos sobre a qualidade sanitária e fisiológica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 150-155, jul./set. 2009.
- PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Carbavax 6000, mannitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. **Agronomy Journal**, v. 60, n. 30, p. 192-195. 1968.
- PEREZ, S. C. J. G. A. et al. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 155-166, set./dez. 2001.
- 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, jun/set. 2005.
- SALISBURY, F. B.; ROSS C. W. **Plant physiology**. Califórnia: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, set./dez. 1998.
- SANTOS, V. L. M. et al. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 189-194, jul./dez. 1992.
- SILVA, L. M. M. et al. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth, under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 115-118, jan./abril. 2001.
- SOUSA, M. P. et al. Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago*

- ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 33-38, jan./fev. 2008.
- TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 226-232, jan./jun. 1998.
- TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, n. 3, p. 391-396, Mar. 2000.
- VARELA, V. P. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 35-39, jan./mar. 2005.
- VILLELA, F. A. et al. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, nov./dez. 1991.