

AValiação DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f.¹**EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF THE SEEDS OF *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f.**Ariana Veras de Araújo² Monalisa Alves Diniz da Silva³**RESUMO**

A bromeliácea *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. para que seja explorada comercialmente, pela indústria farmacêutica, necessita de estudos quanto a sua propagação via sementes com o intuito de estabelecer plantios comerciais. Os testes rápidos de vigor destacam-se por fornecer resultados rápidos e precisos que complementam os de germinação para melhor aferir o potencial fisiológico da semente. Objetivou-se avaliar o potencial fisiológico das sementes de *Encholirium spectabile* procedentes de Graça-CE e Serra Talhada-PE, através dos testes de lixiviação de potássio e pH do exsudato-fenolftaleína. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (duas regiões geográficas e períodos de embebição). Para avaliação do teste do pH do exsudato-fenolftaleína as sementes foram embebidas por 15, 30, 45 e 60 minutos e as análises com base na lixiviação de potássio por 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos de embebição imersas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. Paralelamente, realizou-se a caracterização fisiológica das sementes por meio do teor de água, teste de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, comprimento da parte aérea e do sistema radicular e massa seca de plântulas. As sementes de *Encholirium spectabile* com poder germinativo semelhante foram classificadas em níveis distintos de vigor pelos testes de lixiviação de potássio e do pH do exsudato-fenolftaleína. Pelo teste de lixiviação de potássio, o período de embebição de 30 minutos foi eficiente para classificar as sementes de *Encholirium spectabile* quanto ao vigor, de acordo com a região geográfica de coleta, independentemente do volume de água utilizado.

Palavras-chave: Bromeliaceae; lixiviação de potássio; pH do exsudato-fenolftaleína; viabilidade.

ABSTRACT

The use of the bromeliacea *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. for commercial exploitation in the pharmaceutical industry requires study and propagation via seeds to establish commercial plantations. The rapid test stands out in providing fast and accurate results that complement germination to provide a better assessment of the physiological potential of seeds. This study aimed to evaluate the physiological potential of the seeds of *Encholirium spectabile*, originating from Graça-CE and Serra Talhada-PE, by testing potassium leaching and the pH of exudate with phenolphthalein. The experiments were conducted in a completely randomized design, in a factorial manner (two geographic regions and periods of immersion). To evaluate the test of the pH of exudate with phenolphthalein, the seeds were imbibed for 15, 30, 45, and 60 minutes, and analyses were conducted on potassium leaching for 30, 60, 90, 120, 150, and 180 minutes, with immersion in 25, 50, and 75 mL of distilled water. Simultaneously, the physiological characterization of the seeds was performed using the water content, a germination test, the speed index and mean germination time, shoot length and the root system, and seedling dry weight. *Encholirium spectabile* seeds with similar

1 Artigo extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor.

2 Bióloga, Mestre em Produção Vegetal - UFRPE/UAST, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977, Campus do Pici, CEP 60356-001, Fortaleza (CE), Brasil. ariana.veras@hotmail.com

3 Agrônoma, Dr^a, Professora Associada do Curso de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Av. Gregório Ferraz Nogueira, s/n, Caixa Postal 063, CEP 56909-53, Serra Talhada (PE), Brasil. monallyysa@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 13/03/2015 e aceito em 9/01/2017

germinative power were classified at different levels of vigor by testing potassium leaching and the pH of exudate with phenolphthalein. In the potassium leaching test, the 30-minute imbibition period was efficient in classifying the vigor of *Encholirium spectabile* seeds according to the geographical region of collection, regardless the volume of water used.

Keywords: Bromeliaceae; potassium leaching; pH exudate-phenolphthalein; viability.

INTRODUÇÃO

O teste de lixiviação de potássio e o de condutividade elétrica vêm se constituindo em opções eficientes para a diferenciação de lotes de sementes. São testes rápidos baseados na capacidade de restabelecimento da integridade do sistema de membranas celulares das sementes durante a embebição, no entanto, a condutividade elétrica determina a quantidade total de lixiviados liberados durante a embebição, enquanto o de lixiviação de potássio quantifica somente o potássio lixiviado na solução, visto que este é o íon inorgânico acumulado em maiores quantidades pelas sementes (KIKUTI et al., 2008).

Em contrapartida, o teste do pH do exsudato é fundamentado na acidificação do meio de embebição devido à liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons H^+ que provocam a diminuição do pH do exsudato das sementes. As sementes deterioradas lixiviam mais íons H^+ , e conseqüentemente ocorre a diminuição dos valores de pH, por outro lado, as sementes menos deterioradas lixiviam menos, propiciando menores alterações de pH do meio (CARVALHO et al., 2002).

Trabalhando com sementes de diferentes árvores-matrizes de eucalipto-limão (*Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson), Gonzales, Valeri e Paula (2011) concluíram que o teste de lixiviação de potássio quando conduzido a 25°C por 24 horas com as sementes embebidas em 75 mL de água destilada, mostrou-se eficiente para avaliar o potencial fisiológico das sementes e identificar diferenças entre as matrizes. Souza et al. (2014) ressaltam que devido à agilidade na obtenção dos resultados e facilidade operacional em laboratórios de análise de sementes, o teste de lixiviação de potássio torna-se uma alternativa apropriada para a avaliação do vigor em lotes de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.).

O teste de pH do exsudato foi viável para estimar de forma rápida a viabilidade de sementes de citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) ao classificar e diferenciar os lotes em 30 e 60 minutos de embebição (CARVALHO et al., 2002), já Araújo et al. (2014) avaliando o comportamento fisiológico de sementes de pinha (*Annona squamosa* L.) verificaram que o teste do pH do exsudato permitiu a diferenciação quanto à viabilidade das mesmas.

O teste de germinação é fundamental para avaliação do potencial fisiológico de sementes das mais variadas espécies, porém, este apresenta limitações quanto à diferenciação entre lotes (procedências), não refletindo o comportamento das sementes em campo, além do mais, o fator tempo é um dos grandes limitantes, uma vez que a obtenção dos resultados pode levar de sete a 28 dias para sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), respectivamente (CABRERA; PESKE, 2002).

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., conhecida popularmente por macambira-de-flecha, é uma bromeliácea que cresce totalmente a pleno sol, normalmente sobre rocha, exposta a altas temperaturas e *deficit* hídrico. Suas sementes aproveitam-se dos raros momentos de umidade para germinarem, entretanto, registra-se baixo estabelecimento da espécie por meio da reprodução sexuada (FIGUEREDO et al., 2014).

A capacidade de germinação e o vigor de uma população de sementes normalmente são influenciados por uma série de fatores intrínsecos (longevidade, genótipo, grau de maturidade, dentre outros) e por diversos fatores ambientais, como água, temperatura, luz, tipo de solo e disponibilidade de oxigênio (MARCOS FILHO, 2005). Contudo, a origem das sementes pode vir a influenciar seu comportamento durante a fase de germinação e/ou refletir no seu potencial fisiológico.

As implicações da região de origem relacionam-se, muitas vezes, com as condições climáticas em que as plantas foram submetidas durante a fase de produção. Entre estes fatores climáticos ressalta-se a temperatura, por influenciar no desenvolvimento e na maturação das sementes; fotoperíodo, ao agir sobre o florescimento e a transferência de massa seca para as sementes; disponibilidade de água, visto que o *deficit* hídrico prejudica o metabolismo e o crescimento das plantas acarretando menor suprimento de assimilados e conseqüentemente abortamento de flores e frutos, e redução do desenvolvimento das

sementes, e a fertilidade do solo, uma vez que plantas nutridas geralmente produzem sementes maiores e mais pesadas (MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* procedentes dos municípios de Graça-CE e de Serra Talhada-PE, através dos testes de lixiviação de potássio e pH do exsudato-fenolftaleína.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de julho e agosto de 2014, na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST).

As sementes de *Encholirium spectabile* foram provenientes de duas regiões, uma no município de Graça (4°02'48"S e 40°44'59"W) no estado do Ceará e outra em Serra Talhada (7°59'9" S, 38°17'45"W) em Pernambuco, as quais foram coletadas nos meses de setembro e outubro de 2013. Em cada região foram colhidas dez hastes com frutos secos, que foram beneficiados manualmente para extração das sementes, descartando-se as danificadas e malformadas. Com a finalidade de se obter a homogeneização, antes da instalação dos testes, as sementes foram classificadas em peneiras com diâmetro $\geq 2,00$ e $\geq 4,00$ mm e armazenadas em recipientes plásticos em condições naturais de temperatura e umidade relativa do ar, com médias em torno de 25,5°C e 62,1%, respectivamente, durante oito meses.

As sementes, de ambas as regiões, inicialmente foram caracterizadas quanto ao potencial fisiológico através dos seguintes testes:

Determinação do teor de água – realizada pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando quatro repetições de 0,4 g de sementes para cada procedência, sendo os resultados expressos em porcentagem na base úmida.

Teste de germinação - conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (regiões) e quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas tipo “gerbox”, contendo como substrato duas folhas de papel mata-borrão devidamente esterilizadas em estufa a 105°C por duas horas e umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel. As caixas foram acondicionadas no interior de sacos plásticos e mantidas em sala climatizada sob iluminação contínua. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram monitorados diariamente através de um termo higrômetro digital, cujas médias registradas foram de 25°C e 53,80%, respectivamente. O critério utilizado para caracterizar a germinação das sementes foi a expansão total da bainha cotiledonar, sendo os resultados expressos em porcentagem com base no número de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação – conduzido juntamente com o teste de germinação, calculou-se o somatório do número de plântulas normais a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da semeadura, conforme a fórmula de Maguire (1962): $IVG = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_3/D_3 + \dots + N_n/D_n$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação; $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e última contagem; $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ = número de dias da semeadura para a primeira, segunda, terceira e última contagem.

Tempo médio de germinação – obtido através de contagens diárias das plântulas normais até o 13º dia após a semeadura e calculado pela fórmula abaixo, proposta por Labouriau e Valadares (1976), sendo os resultados expressos em dias. $TMG = \sum (n_i t_i) / \sum n_i$, em que: TMG = tempo médio de germinação (dias), n_i = número de plântulas normais no intervalo entre cada contagem; t_i = tempo decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem.

Comprimento da parte aérea e do sistema radicular – as plântulas normais de cada repetição no 30º dia após a instalação do teste de germinação foram mensuradas com auxílio de um paquímetro digital, anotando-se o comprimento da parte aérea (desde o colo até o ápice da primeira folha) e do sistema radicular (do colo ao ápice da raiz). Os resultados foram expressos em mm plântula⁻¹.

Massa seca da plântula – as plântulas foram colocadas em sacos de papel Kraft®, os quais foram identificados e levados à estufa com circulação de ar forçado a 80°C por 24 horas. Decorrido esse período, foram colocados no dessecador, e em seguida, procedeu-se a pesagem em balança analítica com precisão de 0,001 g, de acordo com as recomendações de Nakagawa (1999), sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹.

pH do exsudato-fenolftaleína - utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento, para ambas as regiões, distribuídas em bandejas plásticas transparentes contendo 30 células individualizadas em delineamento inteiramente casualizado, disposto em arranjo fatorial 2 x 4 (duas regiões e quatro períodos de embebição: 15, 30, 45 e 60 minutos), em cada célula adicionaram-se previamente 2 mL de água destilada e acrescentou-se uma semente. Após os referidos períodos de embebição, adicionou-se uma (1) gota de solução de carbonato de sódio (0,43 g de carbonato de sódio anidro dissolvido em 200 mL de água destilada e fervida) e uma (1) gota de solução de fenolftaleína (um grama de fenolftaleína dissolvido em 100 mL de álcool acrescido de 100 mL de água destilada e fervida) em cada célula, em seguida homogeneizaram-se as duas soluções com auxílio de um bastão de vidro e procedeu-se à avaliação, a qual foi em função da coloração da solução de embebição (AMARAL; PESKE, 1984).

Nas células em que a solução adquiriu coloração rosa-escura, as sementes foram computadas como viáveis com probabilidade de originarem plântulas normais; a coloração rosa-clara possivelmente indicaria sementes que resultariam em plântulas anormais e a coloração incolor refletiria a inatividade fisiológica das sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis com probabilidade de originar plântulas normais.

Para efeito de comparação com o referido teste, instalou-se o teste de germinação com as mesmas sementes utilizadas no teste do pH do exsudato-fenolftaleína, adotando-se o mesmo delineamento estatístico. O teste de germinação seguiu a metodologia descrita anteriormente.

Lixiviação de potássio – os experimentos que consistiram na utilização de três volumes de água (25, 50 e 75 mL) foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado dispostos em arranjo fatorial 2 x 6 (duas regiões e seis períodos de embebição 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Primeiramente, determinou-se a massa das sementes em balança analítica de 0,001 g, e logo após, as mesmas foram colocadas para embeber em copos descartáveis com capacidade para 100 mL contendo os volumes de água destilada (1,962 µS) supracitados, os quais permaneceram em condição ambiente de laboratório a 25±1°C durante os períodos de embebição. Após cada período de embebição agitaram-se cuidadosamente os recipientes visando homogeneizar a solução, e determinaram-se os teores de potássio das soluções através de um fotômetro de chama Quimis® modelo Q498M. A quantidade de potássio na semente foi resultante da multiplicação do valor da leitura (ppm de K⁺), expressa pelo fotômetro de chama, pelo volume de água, correspondente a cada experimento, dividida pelo peso das sementes, sendo expressa em mg K⁺ g⁻¹ de sementes.

Os dados dos testes de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, bem como o comprimento da parte aérea e do sistema radicular, massa seca total de plântulas, teor de água e pH do exsudato-fenolftaleína foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade através do software ASSISTAT®, versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Para os valores de lixiviação de potássio quando verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, foi realizada análise de regressão através do *software* SigmaPlot versão 12 para Windows, a 1 e a 5% de probabilidade. Os valores de lixiviação de potássio foram correlacionados com os testes de caracterização das regiões, pela análise de correlação simples de Pearson com a aplicação do teste t a 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de ambas as regiões não diferiu estatisticamente entre si (Tabela 1), sendo essa uniformização de fundamental importância na execução dos testes de viabilidade e vigor, e indispensável para a padronização das avaliações e obtenção de resultados mais consistentes (ALVES et al., 2012).

A germinabilidade das sementes de *Encholirium spectabile* não diferiu significativamente entre as regiões (Tabela 1), portanto, evidenciou-se que o teste de germinação não foi eficaz quanto à diferenciação do potencial fisiológico. Entretanto, o referido teste mostrou-se adequado para distinguir lotes de diferentes níveis de qualidade fisiológica de duas cultivares de rúcula (*Eruca sativa* L.) (LEAL et al., 2012). Todavia, elevada germinação não indica, necessariamente, que as sementes de ambas as regiões possuem alto vigor,

deste modo ressalta-se a importância de testes auxiliares capazes de identificar a deterioração das sementes em estágios iniciais e assim, complementar os resultados obtidos na germinação para então estimar a viabilidade e o vigor das sementes (FONSECA; SILVA, 2005).

TABELA 1: Valores médios do teor de água (TA), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR) e massa seca de plântulas (MSP) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., provenientes de duas regiões geográficas. Serra Talhada-PE, 2015.

TABLE 1: Median values of water content (TA), germination (G), germination speed index (IVG), mean germination time (TMG), shoot length (CPA) and root system (CSR) and seedling dry weight (MSP) of seeds of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., originating in two geographic regions. Serra Talhada-PE state, 2015.

Regiões geográficas	TA %	G %	IVG -	TMG dias	CPA mm plântula ⁻¹	CSR	MSP g plântula ⁻¹
Graça-CE	8,44 a	95,0 a	7,31 b	1,79 a	6,04 a	14,31 b	0,0402 a
Serra Talhada-PE	8,65 a	96,0 a	8,55 a	1,42 b	5,64 b	16,42 a	0,0436 a
CV (%)	8,71	2,06	5,81	9,79	3,07	7,82	16,20

Em que: Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (Tabela 1), observou-se que o maior índice foi obtido com as sementes provenientes de Serra Talhada-PE com aproximadamente oito plântulas por dia, diferindo significativamente das oriundas do município de Graça-CE. Quanto ao tempo médio de germinação, verificou-se que as sementes colhidas em Serra Talhada-PE germinaram em um menor intervalo de tempo, portanto, os referidos testes permitiram diferenciar as sementes de *Encholirium spectabile*, de ambas as regiões, quanto ao vigor.

Para as sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell), Cherobini, Muniz e Blume (2008) observaram maior índice de velocidade de germinação para as sementes coletadas no Rio Grande do Sul em relação àquelas procedentes do Paraná. Ainda com relação a esse teste, Gonzales, Valeri e Paula (2009) averiguaram que o índice de velocidade de germinação foi eficiente na caracterização do potencial fisiológico e na classificação das sementes das 16 matrizes de farinha-seca (*Albizia hassleri* (Chod) Burkart) em diferentes níveis de vigor.

Quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas avaliado pelo comprimento da parte aérea verificou-se que o maior valor (6,04 mm plântula⁻¹) foi obtido com as plântulas provenientes das sementes do município de Graça-CE, o qual diferiu significativamente do comprimento médio das plântulas oriundas das sementes coletadas em Serra Talhada-PE. Por outro lado, as sementes de Serra Talhada-PE em relação às sementes colhidas em Graça-CE, obtiveram uma maior eficiência na transferência da massa seca dos tecidos de reserva para a radícula, refletindo, portando em um maior comprimento do sistema radicular (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2014) que, ao estudarem a variabilidade da germinação e os caracteres de frutos e sementes de 31 matrizes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.), localizadas nos municípios de Sertânia e Custódia em Pernambuco e Boa Vista e Campina Grande na Paraíba, verificaram que o comprimento da parte aérea das plântulas provenientes das sementes da matriz de número 8 oriunda do município de Sertânia, assim denominada pelos autores, destacou-se em relação às demais, enquanto a matriz de número 29 de Campina Grande atingiu o maior valor quanto ao comprimento do sistema radicular.

O acúmulo de massa seca de plântulas evidenciou que não houve diferença significativa quanto à transferência e assimilação de nutrientes dos tecidos de reservas para o eixo embrionário para as sementes de ambas as regiões (Tabela 1). Por outro lado, Guedes et al. (2013) avaliando o potencial fisiológico de sementes de amburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith) coletadas em quatro regiões geográficas distintas, verificaram que o conteúdo de massa seca das plântulas oriundas de sementes

submetidas ao teste de germinação classificou as regiões de coleta em três classes de vigor; enquanto a massa seca das plântulas resultantes do teste de emergência em campo expressou diferenças significativas para todos os lotes, ressaltando-se a superioridade das sementes coletadas em Patos-PB.

Quanto à avaliação do potencial fisiológico das sementes de *Encholirium spectabile* pelo teste de pH do exsudato-fenolftaleína (Tabela 2) constatou-se que a interação entre as regiões geográficas e os períodos de embebição não foi significativa pelo teste F, entretanto, o teste do pH do exsudato-fenolftaleína aferiu que as sementes provenientes de Serra Talhada-PE tiveram maior viabilidade, com 100% de sementes viáveis capazes de originar plântulas normais.

TABELA 2: Porcentagem de viabilidade e de germinação de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. pelos testes do pH do exsudato-fenolftaleína e de germinação, em função das regiões geográficas e dos períodos de embebição. Serra Talhada-PE, 2015.

TABLE 2: Percentage of viability and germination of seeds of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. by testing the exudate-phenolphthalein pH and germination, as a function of geographic regions and periods of immersion. Serra Talhada-PE state, 2015.

Regiões geográficas	Viabilidade pelo teste do pH do exsudato (%)	Germinação (%)
Graça-CE	98,00 b	92,00 b
Serra Talhada-PE	100,00 a	96,00 a
Períodos de embebição		
15 min	99,00 a	95,00 a
30 min	98,00 a	93,00 a
45 min	100,00 a	94,00 a
60 min	90,00 a	94,00 a
CV (%)	2,86	4,65

Em que: Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Deste modo, salienta-se que foi possível classificar as sementes das duas regiões geográficas quanto ao vigor pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, no entanto, ao realizar o teste de germinação com as mesmas sementes utilizadas no teste do pH do exsudato-fenolftaleína verificou-se que os valores médios de germinação não foram condizentes aos resultados expressos pelo referido teste rápido, pois, pelo teste de germinação, somente 96,00 e 92,00% das sementes coletadas nos municípios de Serra Talhada-PE e de Graça-CE, respectivamente, originaram plântulas normais. Porém, é importante ressaltar que ambos os testes aferiram que as sementes provenientes do município de Serra Talhada-PE, foram as que apresentaram maior viabilidade e vigor. Já em relação aos períodos de embebição, estes não diferiram entre si quanto à aferição da viabilidade das sementes de *Encholirium spectabile* para ambas as regiões.

Com o teste do pH do exsudato, Cabrera e Peske (2002) estimaram a viabilidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) após 20 minutos de embebição, enquanto Santos et al. (2011) verificaram que esse mesmo teste não foi eficaz na separação dos lotes de sementes de soja (*Glycine max* L.) quanto ao potencial fisiológico.

Para Matos, Martins e Martins (2009), o teste do pH do exsudato foi capaz de verificar a viabilidade de sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), uma vez que seus resultados demonstraram um bom índice de confiabilidade quando comparados com os resultados dos testes de tetrazólio e germinação.

Analisando os dados referentes à lixiviação de potássio observou-se que as sementes provenientes do município de Graça-CE, encontravam-se mais deterioradas em relação às sementes colhidas em Serra Talhada-PE, pela maior quantidade de íons potássicos no meio de embebição, além disso, verificou-se que, com apenas 30 minutos de embebição, já foi possível classificar as regiões quanto ao potencial fisiológico, independentemente do volume de água utilizado (Figuras 1 A, B e C).

Contrariamente, Albuquerque et al. (2001) estudando a aplicabilidade de testes rápidos na avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) de quatro genótipos, verificaram

que não foi possível identificar um melhor período de embebição para ser usado no teste de lixiviação de potássio. Já Kikuti et al. (2008) avaliando o vigor de seis lotes de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) concluíram que o teste de lixiviação de potássio conduzido com 25 sementes embebidas em 75 ou 100 mL de água por 60 minutos, constitui-se em uma opção eficaz para a diferenciação entre os lotes quanto ao potencial fisiológico.

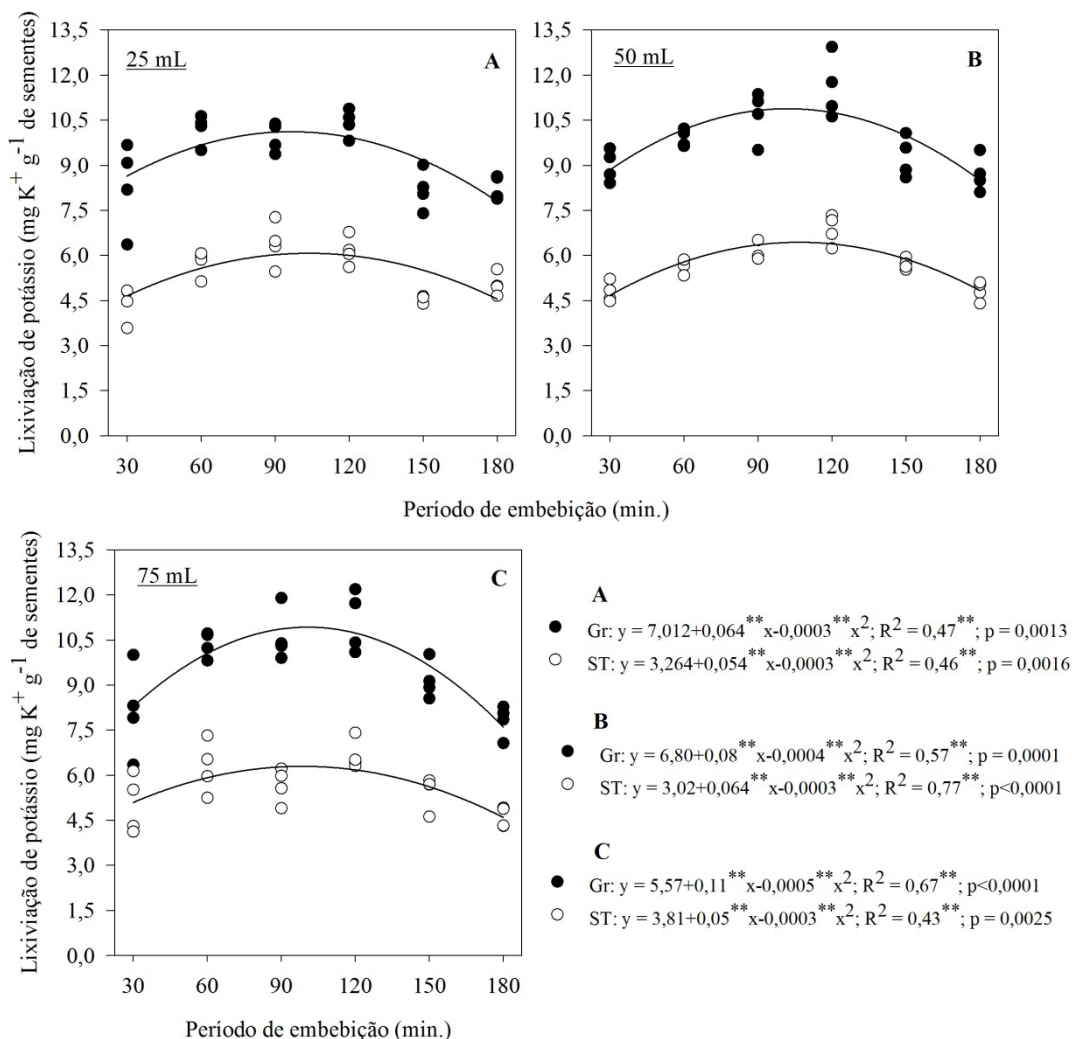


FIGURA 1: Lixiviação de potássio ($\text{mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes) na avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função dos períodos de embebição. Gr: Município de Graça-CE; ST: Município de Serra Talhada-PE. Serra Talhada-PE, 2015.

FIGURE 1: Potassium leaching ($\text{mg K}^+ \text{g}^{-1}$ of seeds) evaluation of physiological potential of seeds of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., according to the periods of immersion. Gr: Municipality of Graça-CE state; ST: Municipality of Serra Talhada-PE state. Serra Talhada-PE state, 2015.

Os pontos máximos de lixiviação de potássio foram registrados aos 106,67 minutos com $10,43 \text{ mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes para as provenientes do município de Graça-CE e aos 90 minutos com $5,69 \text{ mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes para as de Serra Talhada-PE, quando embebidas em 25 mL de água (Figuras 1 A, B e C). Em 50 mL, a lixiviação de potássio máxima foi quantificada aos 100 minutos com $10,80$ e aos 106,67 minutos com $6,43 \text{ mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes para as oriundas dos municípios de Graça-CE e de Serra Talhada-PE, respectivamente. Com 75 mL obteve-se a lixiviação máxima de potássio de $11,62 \text{ mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes aos 110 minutos para as coletadas no município de Graça-CE e de $5,89 \text{ mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes aos 83,33 minutos para as de Serra Talhada-PE. A partir desses pontos máximos notou-se um decréscimo na quantidade de íons potássicos lixiviados para as sementes provenientes de ambas as regiões geográficas.

O teste de lixiviação de potássio mostrou-se eficaz na separação dos lotes de sementes de milho-doce (*Zea mays* L.) quanto ao potencial fisiológico (ZUCARELI et al., 2013), o mesmo foi verificado por Souza et al. (2014) que por meio do teste de lixiviação de potássio estratificaram os lotes de sementes de algodão (*G. hirsutum*) em duas classes, ou seja, vigor alto e baixo.

A quantidade de íons potássicos quantificados aos 120 minutos evidenciou tanto correlação positiva para a germinação e o índice de velocidade de germinação quando as sementes, oriundas de Serra Talhada-PE, foram embebidas em 25 e 75 mL de água destilada, como negativa para o volume de 50 mL. Entretanto, para as sementes provenientes do município de Graça-CE, houve correlação positiva, de maneira mais proeminente, entre a lixiviação de potássio e a germinação aos 180 minutos quando embebidas em 50 mL de água. Já para o índice de velocidade de germinação, o valor mais expressivo de correlação positiva foi quando as sementes foram imersas em 25 mL por 60 minutos; sendo que foi possível verificar também correlações positivas por ocasião da imersão das sementes em 25, 75 e 50 mL nos períodos de 30, 60 e 180 minutos, respectivamente. Aos 90 minutos de embebição, a lixiviação de potássio não apresentou correlação com os resultados de germinação e do índice de velocidade de germinação de ambas as regiões (Tabela 3).

TABELA 3: Correlação simples de Pearson entre os testes de caracterização: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR), massa seca de plântulas (MSP) e a lixiviação de potássio em função das regiões geográficas e períodos de embebição na avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., embebidas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.

TABLE 3: Simple correlation of Pearson between the test of characterization: germination (G), germination rate index (IVG), mean germination time (TMG), shoot length (CPA) and root system (CSR), seedling dry matter (MSP) and potassium leaching according to the regions and periods of immersion in the evaluation of physiological potential of seeds of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., imbibed in 25, 50 and 75 mL of distilled water. Serra Talhada-PE state, 2015.

Regiões geográficas		Lixiviação de Potássio					
		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
Graça-CE	25	0,35 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,70*	-0,14 ^{ns}	-0,64*
	50	0,73*	0,39 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	0,90**
	75	0,08 ^{ns}	0,49 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,64*	0,59 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	-0,76*	0,41 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,82**	-0,09 ^{ns}	0,33 ^{ns}
	50	-0,56 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-0,67*	-0,25 ^{ns}	0,76*
	75	-0,11 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,78**	-0,90**	-0,27 ^{ns}
Graça-CE	25	0,84**	0,98**	0,53 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,69*	-0,57 ^{ns}
	50	0,59 ^{ns}	0,57 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,86**
	75	0,77*	0,83**	-0,02 ^{ns}	0,77*	0,11 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	-0,79**	-0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,67*	0,89**	-0,60 ^{ns}
	50	-0,56 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,65*	0,61 ^{ns}	-0,95 ^{ns}
	75	-0,67*	0,72*	0,44 ^{ns}	0,85**	-0,72*	-0,84**
Graça-CE	25	-0,29 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,51 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,68*	0,79**
	50	0,23 ^{ns}	-0,68*	-0,88**	-0,55 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,21 ^{ns}
	75	0,66*	-0,43 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,93**	0,28 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	0,17 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,46 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	-0,89**	0,59 ^{ns}
	50	0,47 ^{ns}	-0,80**	-0,66*	-0,01 ^{ns}	-0,96**	0,31 ^{ns}
	75	0,30 ^{ns}	-0,99**	-0,56 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,85**

Continua...

TABELA 3: Continuação...

TABLE 3: Continued...

Regiões geográficas		Lixiviação de Potássio					
		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
Graça-CE	25	0,38 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,71*	0,88**	0,25 ^{ns}
	50	-0,16 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,53 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,85**	-0,15 ^{ns}
	75	0,74*	0,21 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,89**	-0,36 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	0,28 ^{ns}	-0,65*	-0,14 ^{ns}	-0,58 ^{ns}	0,59 ^{ns}	-0,78**
	50	0,43 ^{ns}	0,90**	0,39 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,47 ^{ns}	-0,93**
	75	-0,40 ^{ns}	0,50 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,51 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
Graça-CE	25	-0,19 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,73*	-0,78**	-0,41 ^{ns}
	50	0,29 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,49 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,79**	0,36 ^{ns}
	75	-0,61*	-0,01 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,93**	0,41 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	-0,66*	0,57 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,87**	-0,14 ^{ns}	0,45 ^{ns}
	50	-0,68*	-0,58 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,53 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,86**
	75	0,06 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,71*	-0,83**	-0,34 ^{ns}
Graça-CE	25	-0,43 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,76*	-0,85**	-0,18 ^{ns}
	50	0,22 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,46 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,90**	0,16 ^{ns}
	75	-0,70*	-0,26 ^{ns}	-0,58 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,85**	0,44 ^{ns}
Serra Talhada-PE	25	-0,66*	0,40 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,71*	-0,28 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	50	-0,44 ^{ns}	-0,66*	-0,60 ^{ns}	-0,61*	-0,42 ^{ns}	0,78**
	75	-0,02 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,66*	-0,81**	-0,08 ^{ns}

Em que: *a 5%, **significativo a 1%, ns - não significativo. t (1%) = 2,998 e t (5%) = 1,895 (para 7 graus de liberdade do resíduo).

Os valores referentes ao tempo médio de germinação (Tabela 3) apresentaram correlação não significativa com a lixiviação de potássio nos períodos de 30 e 120 minutos, para ambas as regiões em todos os volumes de água analisados, com exceção do volume de 75 mL para as sementes do município de Graça-CE embebidas por 30 minutos. No entanto, os maiores coeficientes de correlação positiva foram observados nos períodos de 150 e 180 minutos de embebição em 75 e 25 mL de água, respectivamente, para as sementes do município de Graça-CE; ainda, constatou-se uma elevada correlação negativa por ocasião da imersão das sementes em 50 mL de água destilada por 90 minutos. Para as sementes provenientes do município de Serra Talhada-PE, houve apenas uma correlação positiva aos 180 minutos de imersão em 75 mL, verificou-se um maior número de correlações negativas, ou seja, nos períodos de 60 (50 e 75 mL) e 150 minutos (25 e 50 mL).

Para as sementes procedentes do município de Graça-CE, quando as mesmas foram imersas por 150 minutos, observou-se correlação positiva entre os íons potássicos lixiviados e o comprimento da parte aérea, independentemente do volume de água; que, por sua vez, foi verificada correlação negativa quanto ao comprimento do sistema radicular nas mesmas condições (Tabela 3). Em contrapartida, para as sementes oriundas de Serra Talhada-PE, quanto ao comprimento da parte aérea foi verificada correlação positiva aos 60 minutos e negativa aos 180 minutos ao embeber as sementes em 50 mL de água destilada, já para o comprimento do sistema radicular, os resultados que mais se correlacionaram com a lixiviação de potássio tiveram coeficientes de correlação negativa significativa em torno de -0,66 e -0,68 (30 minutos) e -0,83 (150 minutos); e positiva significativa de 0,71 e 0,87 (120 minutos) e 0,86 (180 minutos).

Para os valores de íons potássicos lixiviados e os de massa seca de plântulas (Tabela 3) constatou-se correlação negativa significativa para as sementes do município de Graça-CE embebidas por 150 minutos, para todos os volumes de água empregados. Já para as sementes do município de Serra Talhada-PE imersas por 120 minutos em 25 e 75 mL verificou-se correlação positiva, assim como para aquelas imersas em 50 mL por 180 minutos, entretanto, pelo menos uma correlação negativa foi encontrada nos períodos de

30, 60, 120 e 150 minutos. Aos 90 minutos de embebição, os valores de massa seca de plântulas não se correlacionaram com os de lixiviação de potássio para ambas as regiões.

As correlações negativas significativas entre a lixiviação de potássio e os testes de caracterização, de um modo geral, permitem afirmar que os maiores valores de íons potássicos quantificados no meio de embebição corresponderam aos menores valores de porcentagem e índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e do sistema radicular e massa seca de plântulas no presente estudo, ao indicar que quanto maior for a lixiviação de potássio quantificada na solução de embebição mais deterioradas são as sementes, e consequentemente menor o vigor das mesmas.

CONCLUSÃO

As sementes de *Encholirium spectabile* com poder germinativo semelhante foram classificadas em níveis distintos de vigor pelos testes de lixiviação de potássio e do pH do exsudato-fenolftaleína.

Pelo teste de lixiviação de potássio, o período de embebição de 30 minutos foi eficiente para classificar as sementes de *Encholirium spectabile* quanto ao vigor, de acordo com a região geográfica de coleta, independentemente do volume de água utilizado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior/CAPES pela concessão de Bolsa de Estudos ao primeiro autor e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. F. et al. Teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2001.
- ALVES, C. Z. et al. Qualidade fisiológica de sementes de jiló pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 58-63, 2012.
- AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 85-92, 1984.
- ARAÚJO, A. V. et al. Comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. sob os testes de condutividade elétrica e do pH do exsudato-fenolftaleína. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 550-558, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.
- CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. Teste do pH do exsudato para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 134-140, 2002.
- CARVALHO, J. A. et al. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Citrumelo *swingle*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção** 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.
- FIGUEIREDO, M. F. et al. Germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f. seeds in response to temperature and water stress. **American Journal of Plant Sciences**, Estados Unidos, v. 5, p. 2237-2246, 2014.
- FONSECA, S. C. L.; SILVA, W. R. Conservação de sementes de maracujá-amarelo: interferências do teor de água das sementes e da temperatura de armazenamento. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 273-289, 2005.
- GONZALES, J. L. S.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de

- Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. Fabaceae-Mimosoideae. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.
- GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 171-181, 2011.
- GUEDES, R. S. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.
- KIKUTI, H. et al. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 10-18, 2008.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LEAL, C. C. P. et al. Validação de testes de vigor para sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 421-424, 2012.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. 495 p.
- MATOS, J. M. M.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S. Caracterização do teste de pH do exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Heringeriana**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 91-97, 2009.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Londrina: ABRATES, 1999.
- SANTOS, J. F. et al. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 743-751, 2011.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., Reno. **Proceedings...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, K. B. et al. Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. **Revista Eletrônica de Biologia**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 281-300, 2014.
- SOUZA, G. E. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 35-41, 2014.
- ZUCARELI, C. et al. Lixiviação de íons potássio, cálcio e magnésio para a determinação do vigor em sementes de milho doce. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 56-60, 2013.