

ARIANA VERAS DE ARAÚJO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Encholirium*
spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

Serra Talhada-PE

2015

**A
R
A
Ú
J
O

A
V

A
V
A
L
I
A
Ç
ÃO

D
O

P
O
T
E
N
C
I
A
L

D
E
.
.
2
0
1
5**

ARIANA VERAS DE ARAÚJO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Encholirium
spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto

Serra Talhada-PE

2015

Com base na **Lei Federal N° 9.610**, de 19 de fevereiro de 1998. [...] Autorizo para fins acadêmicos e científicos a UFRPE/UAST, a divulgação e reprodução TOTAL, desta dissertação “Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae)”, sem ressarcimento dos direitos autorais, da obra, a partir da data abaixo indicada ou até que manifestação em sentido contrário de minha parte determine a cessação desta autorização.

Ariana Veras de Araújo

Assinatura

06/02/2015

Data

Ficha catalográfica

A663a Araújo, Ariana Veras de

Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae) / Ariana Veras de Araújo. – Serra Talhada: O autor, 2015.

83 f.: il.

Orientadora: Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2015.

Inclui Referências.

1. Sementes - fisiologia. 2. Bromeliaceae. I. Pinto, Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo, orientadora. II. Título.

CDD 631

ARIANA VERAS DE ARAÚJO

AValiação DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Encholirium
spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em 06 / 02 / 2015.

Banca Examinadora

Monalisa A. Diniz da S. C. Pinto

Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto (UAST/UFRPE)

Orientadora

Rosa H. de Oliveira

Prof.^a Dr.^a Rosa Honorato de Oliveira (UAST/UFRPE)

Examinador Externo

André Laurênio de Melo

Prof. Dr. André Laurênio de Melo (UAST/UFRPE)

Examinador Externo

Edilma Pereira Gonçalves

Prof.^a Dr.^a Edilma Pereira Gonçalves (UAG/UFRPE)

Examinador Externo

Aos meus pais, Artur Veras de Araújo e Maria Senhora Veras que sempre acreditaram em mim e que, muitas vezes, deixaram de realizar seus sonhos em favor dos meus; às minhas irmãs Iara, Jusciara e Naiara, e ao meu sobrinho Cauã, em agradecimento pela imensa força e apoio, e por estarem sempre presentes.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser absolutamente tudo na minha vida e por estar comigo em todos os momentos da minha jornada, me presenteando com perseverança, fé e coragem.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, representado pelos docentes e funcionários.

A professora Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto, pela orientação, pelos ensinamentos, paciência, amizade e, principalmente pela confiança em mim depositada.

Aos professores, Vicente Imbroisi Teixeira e Thieres George Freire da Silva pelos ensinamentos e pela disponibilidade em ajudar.

Aos amigos e companheiros de pesquisa, Anderson Ferreira Nunes, Aline Sheyla Leal de Oliveira, Vanessa Renata de Sousa Barbosa e José Alison da Silva Melo, pelo carinho e pelo apoio recebido durante a condução dos experimentos.

A minha amiga e companheira de todas as horas, Ana Carla Vieira de Brito, pela amizade, e principalmente pelo carinho e por estar comigo em todos os momentos.

Aos meus companheiros de curso de Pós-Graduação, Amaury Soares, Francisca Maria Correia, Gerffeson Thiago, Gleymerson de Almeida, Lucivânia Rodrigues, Luiz Ferreira, Thiago Calado e Valdeany Núbia, pela convivência e amizade ao longo dessa jornada.

Aos amigos que fiz no decorrer do curso, que colaboraram em todos os momentos com palavras de apoio.

Aos técnicos do Laboratório de Química, Danilo, Anderson, Cicero e Tony, pela ajuda concedida na realização das pesquisas.

Aos meus amados pais, Artur Veras de Araújo e Maria Senhora Veras, por todo amor recebido e por compreenderem a minha ausência e me manterem sempre motivada ao longo da minha jornada.

As minhas irmãs Iara Veras de Araújo, Jusciara Veras de Araújo e Naiara Veras de Araújo, pelo carinho e incentivo, com qual sempre renovei as minhas energias para chegar até aqui.

Ao meu amado sobrinho, Cauã Araújo Ribeiro, por todo o amor, carinho e principalmente por alegrar os meus dias.

Ao meu eterno menino e namorado, André Pereira Freire Ferraz, por todo amor, carinho, companheirismo, dedicação, pela ajuda prestada nas análises estatísticas e principalmente por me permitir crescer ao seu lado.

As minhas avós, Tereza Veras de Araújo (*in memoriam*) e Francisca Jerônimo de Araújo, e aos meus avôs Luiz Jerônimo de Araújo e Francisco Ribeiro de Araújo pelo carinho e ensinamentos.

A professora Marlene Feliciano Figueiredo, por acreditar em mim até mesmo quando eu não acreditava, pelo carinho e por sempre estar disposta a me ajudar.

A banca examinadora, pelas valiosas sugestões para a melhoria da dissertação.

Enfim, a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, sintam-se sinceramente agradecidos por mim.

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar; é melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver..."

(Martin Luther King)

RESUMO GERAL

Os testes de vigor destacam-se cada vez mais quanto a detecção de possíveis diferenças na viabilidade e no vigor de sementes das mais variadas espécies, sendo assim, torna-se indispensável a sua utilização na avaliação do potencial fisiológico de sementes de espécies nativas, como a *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. que apresenta potencial para vir a ser explorada economicamente de forma sustentável. Objetivou-se avaliar a eficiência e aplicabilidade dos testes de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, pH do exsudato-fenolftaleína, envelhecimento acelerado e, o efeito de substratos e de posições de semeadura sobre o potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile* oriundas de duas procedências. Para tanto, sementes oriundas de dez matrizes coletadas nos municípios de Graça-CE e Serra Talhada-PE, nos meses de setembro e outubro de 2013, foram submetidas a diferentes testes de vigor. Os testes condutividade elétrica envolveram volumes de água destilada distintos (25, 50 e 75 mL) para cada experimento, os quais foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado disposto em arranjo fatorial 2 x 10 (duas procedências: Graça e Serra Talhada e dez períodos de embebição: 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos e 6, 12 e 24 horas). Para o teste do pH do exsudato-fenolftaleína avaliou as sementes quando embebidas por 15, 30, 45 e 60 minutos. Nas análises com base na lixiviação de potássio avaliaram as procedências das sementes durante os períodos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos de embebição quando imersas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. As sementes, de ambas as procedências, foram submetidas ao envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, conduzido a 41 °C durante os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. Para o teste de germinação em diferentes substratos e posições de semeadura as sementes, de ambas as procedências, foram semeadas sobre e entre os substratos papel mata-borrão, areia, vermiculita e fibra de coco. Os dados dos testes de condutividade elétrica, pH do exsudato e de germinação em diferentes substratos e posições de semeadura foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade e dos de lixiviação de potássio e envelhecimento acelerado foram submetidos à análise de regressão. Os resultados dos testes de condutividade elétrica permitiram constatar, de modo geral, que as sementes coletadas no município de Graça apresentavam-se mais deterioradas em relação as sementes provenientes do município de Serra Talhada, independentemente do volume de água utilizado para a embebição e os períodos de 6, 12 e 24 horas de embebição foram os que melhor aferiram a diferença de vigor entre as sementes. As sementes

provenientes de Serra Talhada apresentaram maior viabilidade, ou seja, 100% de sementes viáveis capazes de originar plântulas normais, em relação às de Graça com 98% de sementes viáveis pelo teste do pH do exsudato. Pelo teste de lixiviação de potássio foi possível a classificação das procedências aos 30 minutos de embebição, independentemente do volume de água utilizado. Os substratos papel mata-borrão, areia, fibra de coco e vermiculita foram favoráveis a germinação de sementes de *E. spectabile*, independente das procedências geográficas, desde que, proceda-se com a semeadura sobre os mesmos. O teste de envelhecimento acelerado tradicional ou com solução saturada de NaCl estimulou a germinação das sementes de *E. spectabile* provenientes do município de Graça nos períodos de 24, 48 e 72 horas de exposição, no entanto, não influenciou na qualidade fisiológicas das sementes de Serra Talhada.

Palavras-chave: espécie da caatinga; vigor de sementes; testes rápidos de vigor

GENERAL ABSTRACT

The vigor tests stand out more and more as the detection of possible differences in germination and seed vigor of the most varied species, so it is essential to its use in the evaluation of the physiological potential of native species seeds, as the *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. which has the potential to be economically exploited sustainably. This study aimed to evaluate the efficiency and applicability of electrical conductivity, potassium leaching, pH of the exudate-phenolphthalein, accelerated aging and the effect of substrates and planting positions on the physiological potential of seed *E. spectabile* obtained from two provenances. For both, seeds from ten matrices collected in the municipalities of Graça-CE and Serra Talhada-PE, in september and october 2013, were submitted to different tests force. Electrical conductivity tests involving different volumes of distilled water (25, 50 and 75 mL) for each experiment, which was a completely randomized design arranged in a factorial 2 x 10 (two origins: Graça and Serra Talhada and ten imbibition periods: 15, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 min and 6, 12 and 24 hours). To test the pH of the exudate-phenolphthalein evaluated seeds imbibed for 15, 30, 45 and 60 minutes. In analyzes based on potassium leaching evaluated the provenances of the seeds during the periods of 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes of immersion after immersion in 25, 50 and 75 mL of distilled water. The seeds from both origins were subjected to accelerated aging traditional and saturated NaCl solution, conducted at 41 ° C for periods of 24, 48, 72 and 96 hours. For the germination test on different substrates and sowing the seeds positions of both origins were sowed on and between the substrate paper blotter, sand, vermiculite and coconut fiber. and potassium leaching and accelerated aging were subjected to regression analysis. The results of the electrical conductivity showed evidence generally, the seeds collected in the municipality of Graça presented themselves more deteriorated over the seeds from the municipality of Serra Talhada, regardless of the volume of water used for soaking and periods of 6, 12 and 24 hours of soaking were the best that measured the force difference between the seeds. The seeds from Serra Talhada had higher viability, ie 100% viable seeds capable of generating normal seedlings in relation to Graça with 98% viable seeds under test pH of the exudate. The potassium leaching test was possible the classification of origins after 30 minutes of soaking, regardless of the volume of water used. The substrates blotting paper, sand, coconut fiber and vermiculite were favorable seed germination *E. spectabile*, independent of geographical origins, provided, should be characterized by sowing on them. The traditional accelerated aging and with saturated NaCl solution stimulate seed germination of *E. spectabile* from the

municipality of Graça for periods of 24, 48 and 72 hours of exposure, however, did not affect the physiological quality of seed Serra Talhada.

Keywords: species of the caatinga; seed vigor; rapid vigor tests

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Lixiviação de potássio ($\text{ppm K}^+ \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes) na avaliação do potencial fisiológico de duas procedências de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função dos períodos de embebição..... 46

CAPÍTULO 3

- Figura 1 Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f., oriundas de duas procedências antes e após o envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. Gr: Município de Graça-CE; ST: Município de Serra Talhada-PE. Serra Talhada-PE, 2015..... 61

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Caracterização de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. provenientes de duas procedências, quanto ao 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). Serra Talhada-PE, 2015....	24
Tabela 2	Resultados da análise de variância da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.....	26
Tabela 3	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 25 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.....	27
Tabela 4	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 50 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.....	28
Tabela 5	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.....	29

CAPÍTULO 2

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 duas procedências de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. Serra Talhada-PE, 2015.....	42
----------	---	----

Tabela 2	Porcentagem de viabilidade e de germinação de sementes <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, em função das procedências e dos períodos de embebição. Serra Talhada-PE, 2015.....	44
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 procedências e dos períodos de embebição na avaliação do potencial fisiológico de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f., embebidas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015.....	48

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Teor de água de duas procedências de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f., antes e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. Serra Talhada, 2015.....	60
----------	---	----

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas provenientes de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015.....	74
Tabela 2	Tempo médio de germinação (TMG) e índice de sincronização de germinação (ISG) de plântulas provenientes de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015.....	76
Tabela 3	Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015.....	77

Tabela 4	Comprimento do sistema radicular (CSR) de plântulas de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015....	78
Tabela 5	Massa seca de plântulas (MSP) provenientes de sementes de <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015.....	79

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4 CONCLUSÃO.....	30
5 REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2 – LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO E PH DO EXSUDATO-FENOLFTALEÍNA NA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)	35
RESUMO	35
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4 CONCLUSÃO.....	50
5 REFERÊNCIAS	50
CAPÍTULO 3 – ENVELHECIMENTO ACELERADO COMO TESTE DE VIGOR EM SEMENTES DE <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)	54
RESUMO	54

ABSTRACT	55
1 INTRODUÇÃO.....	56
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4 CONCLUSÃO.....	63
5 REFERÊNCIAS	63
CAPÍTULO 4 – GERMINAÇÃO E VIGOR DE PLÂNTULAS DE <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult. f., (BROMELIACEAE) EM FUNÇÃO DA PROCEDÊNCIA, SUBSTRATO E POSIÇÃO DE SEMEADURA	67
RESUMO	67
ABSTRACT	69
1 INTRODUÇÃO.....	70
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4 CONCLUSÃO.....	80
5 REFERÊNCIAS	80

APRESENTAÇÃO

Informações sobre viabilidade e vigor, assim como a aplicabilidade de testes rápidos na avaliação do potencial fisiológico de sementes, são imprescindíveis uma vez que a perpetuação e multiplicação da maioria das espécies estão diretamente vinculadas à existência de sementes viáveis e vigorosas.

As sementes, assim como qualquer outro ser vivo, requerem cuidados e condições adequadas para preservar seu potencial fisiológico e, assim garantir a perpetuação das espécies. No entanto, na natureza, as sementes encontram-se expostas a condições ambientais diversificadas que lhes conferem características distintas, assim surgiu a necessidade de desenvolver metodologias para avaliar o comportamento fisiológico das sementes e de aprimorá-lo de acordo com as especificidades de cada espécie.

O teste de germinação é o mais recomendado para verificar a viabilidade das sementes, entretanto, muitas vezes este não é eficiente para detectar diferenças sutis entre as sementes de uma mesma espécie, mesmo que as sementes sejam provenientes de regiões distintas, situação esta, que pode vir a ser minimizada com o uso de testes rápidos como o de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, pH do exsudato-fenolftaleína, além do teste de envelhecimento acelerado, dentre outros.

Dessa forma, ao verificar a carência de estudos relacionados à germinação e ao uso de testes rápidos e de vigor na aferição do potencial fisiológico em sementes de bromeliáceas, aflorou a necessidade da realização da presente pesquisa com sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f.

A referida espécie é encontrada sobre afloramentos rochosos, totalmente exposta ao sol e sujeita a condições de estresse, tais como altas temperaturas e déficit hídrico, no entanto, é provida de mecanismos que a permite sobreviver nessas condições desfavoráveis; as quais podem refletir no comportamento fisiológico de suas sementes.

CAPÍTULO 1 – TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

RESUMO

Durante o processo de embebição, a velocidade com que ocorre o restabelecimento da integridade do sistema de membranas reflete o potencial fisiológico das sementes, de maneira que a quantificação de solutos lixiviados no meio de embebição, pode ser usada para estratificar as sementes em diferentes níveis de vigor. Objetivou-se averiguar a aplicabilidade do teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile*. Os experimentos de condutividade elétrica envolvendo volumes de água distintos (25, 50 e 75 mL) foram conduzidos a 25 °C, em delineamento inteiramente casualizado disposto em arranjo fatorial 2 x 10 (duas procedências: Graça-CE e Serra Talhada-PE e dez períodos de embebição: 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos e 6, 12 e 24 horas), com quatro repetições de 50 sementes. A caracterização fisiológica das sementes foi realizada 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 normais. Os resultados de condutividade elétrica permitiram verificar, de maneira geral, que as sementes colhidas em Graça apresentavam-se mais deterioradas em relação as sementes provenientes de Serra Talhada, independentemente do volume de água utilizado para a embebição e que os períodos de embebição de 6, 12 e 24 horas foram os mais indicados na diferenciação de vigor das sementes. O teste de germinação não detectou diferença quanto a viabilidade entre as procedências das sementes. O teste de condutividade elétrica mostrou-se promissor na estratificação das procedências das sementes de *E. spectabile*.

Palavras-chave: lixiviação de exsudatos, potencial fisiológico, procedências das sementes.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST IN SEEDS *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

ABSTRACT

During the soaking process, the speed at which occurs the restoration of the membrane system reflects the physiological health of the seeds, so that the measurement of solutes in the leached through soaking, can be used to stratify the seeds at different levels of force. This study investigates the applicability of the electrical conductivity test to evaluate the physiological potential of seed *E. spectabile*. The electrical conductivity experiments involving different water volumes (25, 50 and 75 mL) were conducted at 25 °C, in a completely randomized design arranged in a factorial 2 x 10 (two origins: Graça-CE and Serra Talhada-PE and ten periods soaking: 15, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes and 6, 12 and 24 hours), with four replications of 50 seeds. Physiological characterization of the seeds was carried out by means of water content, germination test, speed index and average time of germination, shoot length and root dry mass and normal seedlings. The electrical measurements helped confirm, in general, that the seeds harvested in Graça presented themselves more deteriorated over the seeds from Serra Talhada, regardless of the volume of water used for soaking and the soaking periods of 6, 12 and 24 hours were the most suitable for the differentiation of seed vigor. The germination test detected no difference in the viability of the origins of the seeds. The electrical conductivity test showed promise in the stratification of the origins of seed *E. spectabile*.

Keywords: leaching exudates; physiological potential; provenances of seeds

1 INTRODUÇÃO

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., também conhecida como macambira-de-flecha é uma espécie endêmica do Nordeste do Brasil pertencente à família Bromeliaceae, subfamília Pitcairnioideae, distribuída nos domínios da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, especialmente sobre solos arenosos e pedregosos ou afloramentos rochosos, em geral, plenamente exposta ao sol (RAMALHO et al, 2004; CARVALHO et al, 2010).

É uma planta de hábito herbáceo e folhas dispostas em roseta, limbo com até 60 cm de comprimento e escapo floral que pode atingir até 2 metros de altura. A inflorescência espiciforme contém até 204 flores; os frutos são capsulares e comportam cerca de 437 sementes/fruto. As sementes são anemocóricas, de tamanho variado entre 1-4,6 mm comprimento e de 1-3 mm de largura e não dormentes. Tais características proporcionam a espécie alta capacidade de dispersão, no entanto, seu estabelecimento por meio da reprodução sexuada é relativamente baixo ao considerar que as sementes da espécie possuem elevada germinação (SOUSA JÚNIOR et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2014).

O potencial fisiológico das sementes pode ser influenciados por diversos fatores, dentre os quais, os ambientais, como temperatura, tipo de solo, disponibilidade de água e incidência luminosa que podem influenciar significativamente na produção e na qualidade das sementes. Assim, sementes de uma mesma espécie, porém, provenientes de regiões diferentes podem apresentar distintos níveis de qualidade, que nem sempre são detectados pelo teste de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Essas diferenças normalmente irão se refletir no crescimento e desenvolvimento das plântulas, no entanto, a área de tecnologia de sementes busca desenvolver metodologias que permitam aferir com mais eficiência e rapidez o potencial fisiológico das sementes com o objetivo de agregar mais informações e confiabilidade aos resultados proporcionados pelo teste de germinação.

Dentre os métodos desenvolvidos ressalta-se o teste de condutividade elétrica, o qual é um meio rápido e prático para a determinação do vigor de sementes, fundamentado na velocidade com que ocorre o restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição. Assim, sementes menos vigorosas (ou mais deterioradas) apresentam menor velocidade de reorganização celular e, conseqüentemente, liberam maior quantidade de solutos (íons, açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, dentre outros) para o meio exterior em comparação com as sementes de vigor mais elevado (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Desse modo, o teste de condutividade elétrica tem sido reconhecido como eficiente para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies como, *Allium cepa* L. (cebola) (DIAS et al., 2006), *Eruca sativa* L. (rúcula) (TORRES e PEREIRA, 2010), *Pisum sativum* subsp. arvense (ervilha) (MACHADO et al., 2011), *Triticum aestivum* L. (trigo) (MERTZ et al., 2012), *Glycine max* L. (soja) (BARBIERI et al., 2013), *Daucus carota* L. (cenoura) (ORTIZ et al., 2014), dentre outras, e para algumas espécies florestais como, *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (jacarandá-da-bahia) (MARQUES et al., 2002), *Sebastiania commersoniana* (Baill) Smith & Downs (branquilha) (SANTOS e PAULA, 2005), *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba) (GONÇALVES et al., 2008), *Albizia hassleri* (Chod.) Burkart (farinha-seca) (GONZALES et al., 2009), *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. (tingui-preto) (FLAVIO e PAULA, 2010) e *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim-de-campo) (ATAIDE et al., 2012).

Quanto à família Bromeliaceae, Duarte (2007) estudou o potencial fisiológico de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh através do teste de condutividade elétrica e verificou que para uma amostra de 50 sementes, estas devem ser imersas em 25 mL de água durante seis horas a 25 °C para melhor aferir a viabilidade e o vigor das sementes.

A metodologia convencional estabelecida, contudo, é objeto de inúmeros trabalhos de pesquisas visando adequar o teste para cada espécie, uma vez que os resultados da condutividade elétrica podem ser influenciados pelo período de embebição, tamanho e número de sementes, temperatura de embebição, teor de água inicial, genótipo, qualidade da água, leitura e precisão do condutivímetro (MARCOS FILHO, 2005).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi averiguar a aplicabilidade do teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), nos meses de junho e julho de 2014.

As hastes com frutos secos de *E. spectabile* foram coletadas de dez matrizes procedentes dos municípios de Graça-CE e de Serra Talhada-PE, entre os meses de setembro e outubro de 2013. A região correspondente ao município de Graça é caracterizada por clima tropical com estação seca, altitude de 169 m a 4° 02'48"S e 40° 44'59"W, com precipitação média anual de 1.507,2 mm, enquanto a de Serra Talhada, o clima predominante é o

semiárido quente, altitude de 444 m a 7° 59'9''S e 38° 17'45''W, com precipitação média anual entre 380 e 760 mm, segundo a classificação de climática de Köppen-Geiger.

Após a coleta, as sementes foram extraídas dos frutos manualmente, beneficiadas, eliminando-se as sementes deformadas e/ou atacadas por insetos e homogeneizadas, procedimento que consistiu na padronização do tamanho das sementes com o auxílio de peneiras de malha, ou seja, as sementes retidas na peneira de malha de 2,00 mm, mas que passaram pela de malha de 4,00 mm, formaram lotes de sementes medindo $> 2,00$ e $\leq 4,00$ mm, os quais foram posteriormente armazenados em recipientes plásticos em condições naturais com temperatura e umidade relativa do ar média em torno de 25,8 °C e 62%, respectivamente, até o início das análises, durante sete meses.

Para a caracterização fisiológica das sementes, as mesmas foram submetidas as seguintes avaliações:

Teor de água – determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando quatro repetições de 0,4 g de sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem de umidade calculada na base do peso úmido.

Teste de germinação – as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, as quais foram previamente esterilizadas em estufa a 105 °C por duas horas, e posteriormente umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e acondicionadas em caixas acrílicas transparentes (gerbox) com dimensões de 11 x 11 x 3 cm. As caixas foram colocadas no interior de sacos plásticos e mantidas em sala climatizada sob iluminação constante. A temperatura e a umidade relativa do ar máxima e mínima da sala foram monitoradas diariamente por meio de um termo higrômetro digital, cuja as médias registradas foram de 25 °C e 52,20%, respectivamente. Ao final do teste, computou-se o número de sementes germinadas, com a raiz desenvolvida e a bainha cotiledonar completamente expandida, critério este estabelecido para designar as plântulas normais. A porcentagem de germinação foi calculada pela fórmula: Germinação (G) = $(N/50) \times 100$, em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com oito repetições de 50 sementes.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi obtido por meio de contagem diária do número de plântulas normais a partir do 5º dia após a semeadura, finalizando-se com a estabilização da germinação ao 12º dia, através da fórmula empregada por Maguire (1962): $IVG = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação; N_1, N_2, \dots, N_n = número de plântulas normais no primeiro, segundo e último dia de contagem,

respectivamente; D_1, D_2, \dots, D_n = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o primeiro, segundo e último dia de contagem, respectivamente.

Tempo médio de germinação (TMG) – realizou-se simultaneamente com o teste de germinação, sendo os resultados expressos em dias, os dados foram calculados por meio pela fórmula descrita por Labouriau e Valadares (1976): $TMG = (S_1 \times D_1) + (S_2 \times D_2) + \dots + (S_n \times D_n) / S_{total}$. Em que: TMG = tempo médio levado para germinar (dias); S_1, S_2, \dots, S_n = número de plântulas normais no primeiro, segundo, ..., e último dia; D_1, D_2, \dots, D_n = número de dias levados para germinar; e S_{total} = total de plântulas normais para cada tratamento.

Comprimento da parte aérea e do sistema radicular – ao 30º dia após a instalação do teste de germinação, a parte aérea e o sistema radicular das plântulas normais de cada repetição foram mensurados com um paquímetro digital, desde colo até o ápice da primeira folha e do colo ao ápice da raiz, respectivamente, os resultados foram expressos em mm.plântula⁻¹.

Massa seca da plântula – após as mensurações de comprimento, as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel Kraft[®], previamente identificados e levados à estufa de circulação de ar forçada a 80 °C por 24 horas. Transcorrido esse período, foram colocados em dessecador e, em seguida, as plântulas após serem retiradas dos sacos foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, conforme recomendações de Nakagawa (1999). Os resultados foram expressos em mg.plântula⁻¹.

Condutividade elétrica – Realizou-se três experimentos de condutividade elétrica, sendo que cada um correspondeu a um volume de água destilada distinto (25, 50 e 75 mL), os quais foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado disposto em arranjo fatorial 2 x 10 (duas procedências: Graça-CE e Serra Talhada-PE e dez períodos de embebição: 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos e 6, 12 e 24 horas), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Inicialmente determinou-se a massa das sementes em balança analítica de 0,001 g, e em seguida as mesmas foram colocadas para embeber em copos descartáveis com capacidade para 100 mL, contendo 25, 50 e 75 mL de água destilada (1,860 μ S), de acordo com o experimento, os quais permaneceram em condição ambiente de laboratório a 25 \pm 1 °C. Transcorridos os períodos de embebição, a condutividade elétrica da solução foi mensurada por meio de leituras em um condutivímetro de bancada, modelo Phs 120 w. A leitura foi realizada gradativamente agitando-se cuidadosamente cada recipiente com o intuito de uniformizar os solutos lixiviados. Após a leitura, calculou-se os valores da

condutividade elétrica por grama de sementes, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ por sementes (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Os resultados dos testes de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, massa seca total de plântulas normais e do teor de água, assim como, os de condutividade elétrica foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas através do software ASSISTAT®, versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de teor de água das sementes (Tabela 1) diferiram significativamente entre as sementes das procedências estudadas, com variação de 1,3 pontos percentuais. Este valor está entre a amplitude máxima aceita que é de 1 a 2 pontos percentuais (MARCOS FILHO, 1999). A uniformidade entre o teor de água inicial das sementes, segundo Vieira et al. (2002) é de fundamental importância para a padronização do método de condutividade elétrica, uma vez que a água presente nas sementes pode vir a influenciar nos resultados obtidos.

Tabela 1. Caracterização de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. provenientes de duas procedências, quanto ao 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). Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	TA %	G %	IVG -	TMG dias	CPA mm.plântula ⁻¹	CSR	MSP mg.plântula ⁻¹
Graça-CE	7,89 b	94,00 a	7,06 b	1,80 a	6,29 a	13,26 b	0,0406 a
Serra Talhada-PE	9,19 a	97,00 a	8,75 a	1,40 b	5,83 b	16,00 a	0,0435 a
CV (%)	7,94	4,23	5,40	13,08	5,20	8,22	12,73

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

Pelo teste de germinação (Tabela 1) evidenciou-se que o mesmo não permitiu estratificar as sementes de *E. spectabile* quanto as de maior e menor potencial fisiológico,

uma vez que constatou-se que não houve diferença estatística entre a porcentagem de germinação das sementes de ambas as procedências.

Dutra et al. (2007) avaliando o potencial fisiológico de três lotes de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin & Barneby (cássia-do-sião) averiguaram que não houve diferenciação entre os mesmos pelo teste de germinação, entretanto, no mesmo estudo evidenciou-se que um dos lotes apresentou melhor qualidade pelo teste de condutividade elétrica.

Quanto ao índice de velocidade e o tempo médio de germinação (Tabela 1) constatou-se que das sementes oriundas de Serra Talhada obtiveram maior número de plântulas normais, com média de 8,75 plântulas/dia em menor intervalo de tempo (aproximadamente 1,40 dias), diferindo significativamente das sementes de Graça. Tais variáveis, indicam que as sementes de Serra Talhada estavam mais vigorosas e tinham maior capacidade de proporcionar um estande de plântulas uniformes. A uniformidade na germinação permite que as plântulas se estabeleçam o quanto antes em seu habitat, conferindo a espécie maiores chances de sobrevivência.

Gonçalves et al. (2008) avaliando testes de vigor em quatro lotes de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba) observaram que o índice de velocidade de germinação classificou o lote de sementes coletadas em Jaboticabal-SP como o de menor potencial fisiológico, diferindo estatisticamente do lote de sementes colhidas em Santa Rita Passa Quatro-SP.

O comprimento da parte aérea das plântulas provenientes das sementes coletadas em Graça refletiu um maior vigor destas sementes do que as coletadas em Serra Talhada (Tabela 1). A parte aérea de plântulas é um parâmetro importante quanto ao processo fotossintético realizado pelas plantas, uma vez que a fotossíntese depende da interceptação da energia luminosa, a qual é influenciada pela arquitetura do dossel e pela dimensão do sistema fotoassimilador (FAVARIN et al., 2002).

No entanto, o sistema radicular desenvolveu-se mais nas plântulas oriundas das sementes de Serra Talhada com raízes medindo em média 16,00 mm.plântula⁻¹ (Tabela 1). A diferença de comprimento observado entre as plântulas das duas localidades, pode estar relacionada as condições ambientes em que as plantas mãe desenvolveram-se, condições estas de temperatura, umidade do ar, precipitação, solo, dentre outras.

No trabalho realizado por Guedes et al. (2013) com lotes de sementes de *Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith (amburana-de-cheiro), observou-se que o comprimento de

plântulas oriundas de sementes submetidas ao teste de germinação não foi capaz de classificar os lotes em níveis de vigor, onde as sementes procedentes de Patos, Serra Negra e Catolé do Rocha originaram plântulas com comprimento estatisticamente iguais entre si. Enquanto, as sementes de Petrolina originaram plântulas de menor comprimento. Os mesmos autores constataram que o teste de comprimento baseado no desenvolvimento de plântulas conduzido em campo permitiu distinguir os lotes em diferentes níveis de vigor quanto ao potencial fisiológico das sementes.

Para a alocação da massa seca de plântulas (Tabela 1) não houve diferença significativa entre as procedências, cuja média de massa seca ficou em torno de 0,0406 mg.plântula⁻¹ para as plântulas de Graça e de 0,0435 mg.plântula⁻¹ para as de Serra Talhada. Cherobini et al. (2008) analisaram o potencial fisiológico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. (cedro) oriundas de três microrregiões (Santa Cruz do Sul-RS; Rio do Sul-SC e Iratí-PR) e verificaram que as sementes coletadas em Santa Catarina apresentaram maior massa seca de plântulas, evidenciando maior vigor com relação às sementes dos lotes colhidos no Rio Grande do Sul e Paraná.

Houve efeito significativo para a interação entre as procedências e os períodos de embebição pelo teste F para os valores de condutividade elétrica obtidos com as sementes embebidas em 25 e 50 mL de água destilada ao nível de 1% de probabilidade e a 5% para as embebidas em 75 mL (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise de variância da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 25, 50 e 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015

Fator de variação	25 mL	50 mL	75 mL
F1 (períodos de embebição)	98,1670**	113,9076**	81,1016**
F2 (procedências)	22,9422**	16,2098**	23,0199**
Interação (períodos de embebição X procedências)	2,7612**	5,1833**	2,2656*
CV (%)	11,93	12,22	12,95

Efeito significativo a 1% (**), a 5% (*); coeficiente de variação (CV).

A análise dos resultados de condutividade elétrica obtidos de sementes de *E. spectabile* (Tabelas 3, 4 e 5) permitiu verificar, de maneira geral, que as sementes colhidas no município de Graça apresentavam-se mais deterioradas em relação as sementes provenientes

do município de Serra Talhada, independentemente do volume de água utilizado para a embebição.

A deterioração mais acentuada nas sementes de Graça pode estar relacionada as condições ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, as quais as sementes ficaram expostas, principalmente durante a fase final da maturação, uma vez que a heterogeneidade das condições ambientais pode intensificar o processo respiratório das sementes e conseqüentemente a degradação das substâncias de reserva.

Cherobini et al. (2008) verificaram que o teste de condutividade elétrica conduzido a 25 °C com 25 sementes embebidas em 75 mL de água por 24 horas identificou diferença significativa entre os lotes de sementes de *C. fissilis*, ao evidenciar que as sementes do Paraná eram menos vigorosas por apresentarem maior condutividade elétrica.

Quanto aos períodos de embebição, utilizando 25 mL de água destilada (Tabela 3) verificou-se que os tempos de 15, 60 e 180 minutos não foram eficientes em estratificar as procedências quanto ao potencial fisiológico das sementes, já os períodos de 30, 90, 120, 150 minutos e os de 6, 12 e 24 horas detectaram diferenças na qualidade das sementes quanto a procedência, uma vez que os mesmos evidenciaram que as sementes de Serra Talhada foram mais vigorosas ao liberarem menor quantidade de solutos para o meio exterior.

Tabela 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 25 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015

Períodos de embebição	Procedências	
	Graça-CE	Serra Talhada-PE
15 minutos	316,92 Ea	249,58 Ea
30 minutos	383,57 DEa	243,51 Eb
60 minutos	400,39 CDEa	334,63 BCDEa
90 minutos	459,23 CDa	343,41 BCDEb
120 minutos	398,44 CDEa	318,60 CDEb
150 minutos	490,51 BCDA	303,08 DEb
180 minutos	393,87 CDEa	384,46 ABCDa
6 horas	496,15 BCa	419,91 ABCb
12 horas	598,23 Aba	457,24 Ab
24 horas	615,28 Aa	435,24 ABb
CV (%)	11,93	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando o volume de água utilizado na embebição das sementes foi de 50 mL (Tabela 4) observou-se que 30, 60, 90 e 150 minutos e 6, 12 e 24 horas de embebição mostraram-se eficazes na separação das procedências quanto ao vigor das sementes. Os períodos de 15, 120 e 180 minutos não detectaram diferença significativa entre as sementes estudadas. Ao submeter sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira-preta) ao teste de condutividade elétrica, Dalanhol et al. (2014) verificaram que o teste de condutividade elétrica foi eficaz na determinação do potencial fisiológico das sementes quando utilizou-se 25, 50 ou 100 sementes embebidas em 50 mL de água por 24 horas a 25 °C.

Tabela 4. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 50 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015

Períodos de embebição	Procedências	
	Graça-CE	Serra Talhada-PE
15 minutos	213,92 Ea	175,02 CDa
30 minutos	251,39 DEa	157,13Db
60 minutos	248,76 DEa	201,37 BCDB
90 minutos	276,48 CDEa	187,52 BCDB
120 minutos	228,32 DEa	244,73 ABCa
150 minutos	294,99 BCDA	212,59 ABCDB
180 minutos	253,27 DEa	227,66 ABCDA
6 horas	348,51 ABa	249,00 ABb
12 horas	394,23 Aa	281,90 Ab
24 horas	346,30 ABCa	192,51 BCDB
CV (%)	12,22	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Flávio e Paula (2010) avaliando sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. (tingui-preto), obtiveram maiores valores de condutividade elétrica com o aumento do tempo de embebição, nos menores volumes de água e com os menores números de sementes, no entanto, recomendaram o uso de 25 sementes embebidas em 50 mL de água deionizada por pelo menos 48 horas a 25 °C.

Com o uso de 75 mL de água destilada no processo de embebição das sementes (Tabela 5), os valores de condutividade elétrica demonstraram que as sementes de Serra Talhada possuem melhor qualidade, permitindo afirmar que estas restabeleceram seus sistemas de membranas mais rapidamente e conseqüentemente lixiviaram menos exsudatos,

originando leituras inferiores as obtidas com as sementes de Graça quando embebidas por 90, 120, 150 minutos e 6, 12 e 24 horas.

Tabela 5. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências e dos períodos de embebição, embebidas em 75 mL de água destilada. Serra Talhada-PE, 2015

Períodos de embebição	Procedências	
	Graça-CE	Serra Talhada-PE
15 minutos	125,18 Ea	115,64 Ca
30 minutos	134,98 DEa	119,49 Ca
60 minutos	157,56 CDEa	128,42 BCa
90 minutos	180,05 CDa	139,64 BCb
120 minutos	195,65 BCa	138,07 BCb
150 minutos	182,41 CDa	132,86 BCb
180 minutos	158,93 CDEa	134,15 BCa
6 horas	236,01 Aba	169,84 ABb
12 horas	266,05 Aa	195,87 Ab
24 horas	244,85 ABa	173,48 ABb
CV (%)	12,95	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao aumentar o volume de água para a embebição das sementes para 75 mL observou-se também a necessidade de um maior intervalo de tempo para se proceder com a leitura da condutividade elétrica, uma vez que não houve diferenciação de vigor entre as sementes das duas procedências empregando os períodos de 15, 30 e 60 minutos. Marques et al. (2002) ressaltaram que com o aumento do volume de água ocorre a diluição dos lixiviados e conseqüentemente a diminuição dos valores de condutividade elétrica.

Em sementes de *G. ulmifolia*, Gonçalves et al. (2008) observaram que nos primeiros períodos de embebição (30 min, 2 e 4 horas), os valores de condutividade apresentaram diferenças significativas entre os quatro lotes avaliados, e que estas diferenças não foram mais detectadas a partir de 4 horas de embebição utilizando 50 sementes embebidas em 75 mL de água. Valadares e Paula (2008) conduzindo o teste de condutividade elétrica com quatro repetições de 10 sementes, embebidas por 96 e 120 horas em 75 mL de água, a 25 °C, verificaram que o mesmo apresentou a mesma sensibilidade que o teste de germinação para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (canela-de-brejo).

Santos e Paula (2005) trabalhando com três lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) verificaram que o teste de condutividade elétrica, quando conduzido a 25 °C, com o uso de 75 sementes embebidas em 75 mL de água por 24 horas foi eficaz na diferenciação da qualidade das sementes.

4 CONCLUSÃO

A leitura da condutividade elétrica pode ser realizada com 6, 12 ou 24 horas de embebição para melhor aferição do potencial fisiológico entre as procedências das sementes de *E. spectabile*, independentemente do volume de água (25, 50 e 75 mL).

5 REFERÊNCIAS

ATAIDE, G. M.; FLÔRES, A. V.; BORGES, E. E.; RESENDE, R. T. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 7, n. 4, p. 635-640, 2012.

BARBIERI, A. P. P.; MATTIONI, N. M.; HAESBAERT, F. M.; ANDRADE, F. F.; CABRERA, I. C.; MERTZ, M. L. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação emergência de plântulas a campo. **Interciência**, Caracas-VE, v. 38, n. 4, p. 310-315, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 2009, 399p.

CARVALHO, K. I. M.; FERNANDES, H. B.; MACHADO, F. D. F.; OLIVEIRA, I. S.; OLIVEIRA, F. A.; NUNES, P. H. M.; LIMA, J. T.; ALMEIDA, J. R. G. S.; OLIVEIRA, R. C. M. Antiulcer activity of ethanolic extract of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae) in rodents. **Revista Biological Research**, Chile, v. 43, p. 459-465, 2010.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

DALANHOL, S. J.; REZENDE, E. H.; ABREU, D. C. A.; NOGUEIRA, A. C. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro-RJ, v. 21, n. 1, p. 69-77, 2014.

DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; TOKUHISA, D.; HILST, P. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 28, n. 1, p. 154-162, 2006.

DUARTE, E. F. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Dyckia goeringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) através de teste de vigor**. 2007. 200 f. Parte da Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; DINIZ, F. O. Teste de condutividade elétrica de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin & Barneby. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 38, n. 3, p. 280-285, 2007.

FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G.; NOVA, N. A. V.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FLAVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 38, n. 87, p. 391-399, 2010.

FIGUEIREDO, M. F.; NOGUEIRA, F. C. B.; PINHEIRO, C. L.; BRITO, S. F.; MEDEIROS FILHO, S. Germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. seeds in response to temperature and water stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 2237-2246, 2014.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T.; SANTOS-MOURA, S. S.; SILVA, R. S.; CRUZ, F. R. S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.

GONZALES, J. L. S.; PAULA, R. C. VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chod.) Burkart (Fabaceae-Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

GONÇALVES, E. P.; PAULA, R. C.; DESMATLÊ, M. E. S. P. Teste de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 29, n. 2, p. 265-276, 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-RJ, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

MACHADO, C. G.; MARTINS, C. C.; SANTANA, D. G.; CRUZ, S. C. S.; OLIVEIRA, S. S. C. Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pisum sativum* subsp. arvense. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 6, p. 988-995, 2011.

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. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**, v. 12, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz-FEALQ, Piracicaba, 2005. 495p.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 24, n. 1, p. 254-262, 2002.

MERTZ, L. M.; SEGALIN, S. R.; HUTH, C.; ROSA, T. D. A. Condutividade elétrica individual para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo. **Informativo ABRATES**, Londrina-PR, v. 22, n. 1, p. 35-39, 2012.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

ORTIZ, T. A.; LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; ATHANÁZIO, J. C.; TAKAHASHI, L. S. A. Metodologias para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de cenoura cultivar Londrina armazenados por até dez anos. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, supplement 1, p 330-337, 2014.

RAMALHO, M.; BATISTA, M. A.; SILVA, M. *Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): Uma Associação Estreita no Semiárido do Brasil Tropical. **Revista Neotropical Entomoly**, Piracicaba-SP, v. 33, n. 4, p. 417-425, 2004.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphobiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

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-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUSA JÚNIOR, N. L.; BEZERRA, A. D.; SILVA, J. V. C. Rastro do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e da macambira (*Encholirium spectabile*). **Curso de Campo Programa de Pós-Graduação em Ecologia**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ESEC- Seridó, 2012. 101p.

TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 4, p. 58-70, 2010.

VALADARES, J.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae-Faboideae). **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 55, n. 4, p.273-279, 2008.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

CAPÍTULO 2 – LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO E PH DO EXSUDATO-FENOLFTALEÍNA NA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

RESUMO

A bromeliácea *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. para que seja explorada comercialmente, visando sua utilização na 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 de sementes de *E. spectabile* oriundas de duas procedências (Graça-CE e Serra Talhada-PE) através dos testes de lixiviação de potássio e do pH do exsudato-fenolftaleína. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial. O teste do pH do exsudato-fenolftaleína avaliou as sementes das procedências quando embebidas por 15, 30, 45 e 60 minutos. As análises com base na lixiviação de potássio avaliaram as procedências das sementes durante os períodos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos de embebição quando 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 germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, comprimento da parte aérea e do sistema radicular e massa seca de plântulas. As sementes provenientes de Serra Talhada apresentaram maior porcentagem de viabilidade pelo teste do pH do exsudato, com 100% de sementes viáveis capazes de originar plântulas normais, em relação as de Graça com 98% de sementes viáveis. Pelos testes de lixiviação de potássio verificou-se que as sementes provenientes de Graça encontravam-se mais deterioradas do que as Serra Talhada, sendo possível a classificação em distintos níveis de vigor aos 30 minutos de embebição, independentemente do volume de água utilizado.

Palavras-chave: Bromeliaceae; viabilidade; testes rápidos de vigor.

LEACHING POTASSIUM AND PH EXSUDATO-PHENOLPHTHALEIN IN DETERMINING THE POTENTIAL OF SEED PHYSIOLOGICAL *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

ABSTRACT

The bromeliácea *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. to be exploited commercially, aiming its use in the pharmaceutical industry, need for studies on the propagation by seeds in order to establish commercial plantations. Rapid tests of force noted for provide fast results and precise that complement the germination to better assess the physiological quality of seed. This study aimed to evaluate the physiological potential of seed *E. spectabile* originating two provenances (Graça-CE and Serra Talhada-PE) through the leaching potassium and pH exudate-phenolphthalein. The experiments were conducted in a randomized design in a factorial arrangement. The test pH exudate-phenolphthalein evaluated the seeds of provenances when imbibed for 15, 30, 45 and 60 minutes. Analyses based on potassium leaching reviewed the provenances of the seeds during periods of 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes of imbibition when immersed in 25, 50 and 75 mL of distilled water. In parallel, was carried out the characterization physiological seeds through of water contente, germination test, speed index and mean germination time, shoot length ando f root system and dry mass of seedlings. The seeds originating of Serra Talhada submitted larger percent viability by the test pH exudate, with 100% of seeds viable capable of originate normal seedlings, in relation the of Graça with 98% of seeds viable. By the tests of leaching potassium it was found that the seeds originating of Graça found themselves more deteriorated than the Serra Talhada, being possible the classification at different levels of force to the 30 minutes the imbibition, independently the volume of water used.

Keywords: Bromeliaceae; viability; rapid tests of force.

1 INTRODUÇÃO

O teste de lixiviação de potássio, assim como o de condutividade elétrica, vem se constituindo em uma opção eficiente para a diferenciação de lotes de sementes. Os referidos testes são rápidos e possuem como princípio a 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 íons liberados durante a embebição, enquanto que, 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).

Outro teste rápido com potencial de uso para avaliar o potencial fisiológico das sementes é o teste do pH do exsudato, o qual é fundamentado na acidificação do meio de embebição devido a liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons H^+ que provocam a diminuição do pH do exsudato das sementes. Sementes deterioradas lixiviam mais íons H^+ , e consequentemente 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). Das muitas soluções indicadoras para medir o pH ressalta-se o uso de fenolftaleína (CABRERA e PESKE, 2002).

Gonzales et al. (2011) trabalhando com sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (eucalipto-limão) 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 a 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 *Gossypium hirsutum* L. (algodão).

O teste de pH do exsudato mostrou-se viável para estimar de forma rápida a viabilidade de sementes de Citromelo swingle ao classificar e diferenciar os lotes em 30 e 60 minutos de embebição (CARVALHO et al., 2002). Araújo et al. (2014) avaliando o comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. (pinha) verificaram que o teste do pH do exsudato permitiu a diferenciação quanto a viabilidade das sementes.

O teste de germinação é fundamental para avaliação do potencial fisiológico de sementes das mais variadas espécies, porém este apresenta limitações quanto a diferenciação

entre lotes (procedências), não refletindo o comportamento das sementes em campo, além do mais, o fator tempo é um dos grandes limitantes do teste de germinação, uma vez que a obtenção dos resultados pode levar de sete a 28 dias para sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) e de *Litchi chinensis* Sonn. (lichia), respectivamente (CABRERA e PESKE, 2002).

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., conhecida popularmente por macambira-de-flecha, é uma bromeliaceae que cresce totalmente exposta ao sol, normalmente sobre rocha, sujeita a alta temperatura e a déficit 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). Entretanto, a origem das sementes pode vir a influenciar no 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; o fotoperíodo, ao agir sobre o florescimento e a transferência de massa seca para as sementes; a disponibilidade de água, visto que o déficit hídrico prejudica o metabolismo e o crescimento das plantas acarretando menor suprimento de assimilados e conseqüentemente o abortamento de flores e frutos, e redução do desenvolvimento das sementes; e a fertilidade do solo, pois plantas nutridas geralmente produzem sementes maiores e mais pesadas (MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile* oriundas de duas procedências, por meio dos testes de lixiviação de potássio e do pH do exsudato-fenolftaleína.

2 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 *E. 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 no município de Serra Talhada (7° 59' 9" S, 38° 17' 45" W) em Pernambuco, as quais foram coletadas nos meses de setembro e outubro de 2013. Para cada procedência foram colhidas dez hastes com frutos secos, as sementes foram extraídas dos frutos manualmente descartando-se as danificadas e mal formadas. Com a finalidade de se obter a homogeneização das sementes, antes da instalação dos testes, as mesmas 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 procedências, inicialmente foram caracterizadas quanto ao potencial fisiológico através dos seguintes testes:

Determinação do teor de água – foi realizada pelo método de estufa a 105 ± 3 °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 - foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (procedências) 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 – foi 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): $IVG = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_3/D_3 + \dots + N_n/D_n$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação; $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de plântulas normais computadas no primeira, segunda e última contagem; $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Tempo médio de germinação – foi 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 de circulação de ar forçada a 80 °C por 24 horas. Decorrido esse período, foram colocados no dessecador, e em seguida, procedeu-se com 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 - utilizou-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento, para ambas as procedências, distribuídas em bandejas plásticas transparentes contendo 30 células individualizadas em delineamento inteiramente casualizado, disposto em arranjo fatorial 2 x 4 (duas procedências e quatro períodos de embebição: 15, 30, 45, 60 minutos). Em cada célula adicionou-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 homogeneizou-se as duas soluções com auxílio de um bastão de vidro e procedeu-se com a avaliação, a qual foi em função da coloração da solução de embebição (AMARAL e PESKE, 1984).

Nas células em que a solução adquiriu coloração rosa escuro, as sementes foram computadas como viáveis com probabilidade de originar plântulas normais; a coloração rosa claro possivelmente indicaria sementes que resultariam em plântulas anormais e a coloração incolor seria decorrência da 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 disposto em arranjo fatorial 2 x 6 (duas procedências: Graça e Serra Talhada e seis períodos de embebição: 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento para cada procedência. 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 μ S) supracitados, os quais permaneceram em condição ambiente de laboratório a 25 ± 1 °C durante os períodos de embebição. Após cada período de embebição agitou-se cuidadosamente os recipientes visando homogeneizar a solução, e determinou-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, 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 e 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 procedências pela análise de correlação simples de Pearson com a aplicação do teste t a 1 e 5% de probabilidade

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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 duas procedências de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	TA %	G %	IVG -	TMG dias	CPA mm.plântula ⁻¹	CSR	MSP mg.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

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

A porcentagem de germinação de sementes de *E. spectabile* foi estatisticamente igual entre as procedências (Tabela 1), portanto, evidencia-se que o teste de germinação não foi eficaz quanto a diferenciação do potencial fisiológico das sementes. Leal et al. (2012) avaliando diferentes lotes de duas cultivares de sementes de *Eruca sativa* L. (rúcula) quanto ao potencial fisiológico verificaram que os resultados do teste de germinação indicaram lotes de boa qualidade, sem diferença entre os mesmos.

Todavia, elevada germinação não indica, necessariamente, que as sementes de ambas as procedências 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 e SILVA, 2005).

Em relação ao índice de velocidade de germinação (Tabela 1), o maior valor de plântulas foi observado com as sementes provenientes de Serra Talhada com aproximadamente oito plântulas por dia, o qual diferiu significativamente do número de plântulas obtidas com as sementes de Graça. Quanto ao tempo médio de germinação, verificou-se que as sementes colhidas em Serra Talhada germinaram em um menor intervalo

de tempo com relação as de Graça. Portanto, observou-se que os referidos testes permitiram diferenciar as procedências de sementes de *E. spectabile* quanto ao vigor.

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

Quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas avaliado pelo comprimento da parte aérea averiguou-se que o maior valor (6,04 mm.plântula⁻¹) foi obtido com as plântulas provenientes das sementes de Graça, o qual diferiu significativamente do comprimento médio das plântulas de Serra Talhada. Em contrapartida, observou-se que as plântulas originadas das sementes de Serra Talhada investiram no crescimento do sistema radicular com uma média de 16,42 mm.plântula⁻¹, enquanto que, as de Graça apresentaram comprimento médio de 14,31 mm.plântula⁻¹ (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 *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. (quixabeira), localizadas nos municípios de Sertânia e Custódia em Pernambuco e nos municípios de Boa Vista e Campina Grande na Paraíba, verificaram que o comprimento da parte aérea das plântulas provenientes das sementes da matriz 8, assim denominada pelos autores, destacou-se em relação as demais, enquanto que, a matriz de número 29 apresentou 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 procedências (Tabela 1). Por outro lado, Guedes et al. (2013) avaliando o potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (amburana-de-cheiro) coletadas em quatro localidades distintas, verificaram que o conteúdo de massa seca das plântulas oriundas de sementes submetidas ao teste de germinação estratificou as procedências em três classes de vigor, enquanto que, a massa seca das plântulas provenientes da emergência em campo expressou diferenças significativas para todos os lotes, ressaltando-se a superioridade das sementes coletadas em Patos-PB.

Quanto a avaliação do potencial fisiológico das sementes de *E. spectabile* pelo teste de pH do exsudato-fenolftaleína (Tabela 2) constatou-se que a interação entre as procedências 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 apresentaram maior porcentagem de viabilidade, com 100% de sementes viáveis capazes de originar plântulas normais, diferindo significativamente das sementes de Graça com 98% de sementes viáveis.

Tabela 2. Porcentagem de viabilidade e de germinação de sementes *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, em função das procedências e dos períodos de embebição. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	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

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 estratificar as procedências das sementes quanto ao vigor das mesmas pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, no entanto, ao realizar o teste de germinação com as sementes provenientes do referido teste verificou-se que os valores médios de germinação não foram condizentes aos expressados pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, pois pelo teste de germinação somente 96% e 92% das sementes coletadas em Serra Talhada e em Graça, respectivamente, originaram plântulas normais. Porém, é importante ressaltar que ambos os testes aferiram que as sementes provenientes do município de Serra Talhada foram as que apresentaram maior viabilidade e vigor. Já em relação aos períodos de embebição, estes não diferiram entre si quanto a aferição da viabilidade das sementes de *E. spectabile* para ambas as procedências.

Cabrera et al. (2002) estimaram a viabilidade de sementes de *Zea mays* L. (milho) pelo teste do pH do exsudato após 20 minutos de embebição, enquanto Santos et al. (2011)

verificaram que o teste do pH do exsudato não foi eficaz na separação dos lotes de sementes de *Glycine max* L. (soja) quanto ao potencial fisiológico.

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

Analisando os dados referentes a lixiviação de potássio observou-se que as sementes provenientes de Graça encontravam-se mais deterioradas em relação as sementes colhidas em Serra Talhada, 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 procedências quanto ao potencial fisiológico, independentemente do volume de água utilizado (Figuras 1A, 1B e 1C).

Contrariamente, Albuquerque et al. (2001) estudando a aplicabilidade de testes rápidos na avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Helianthus annuus* L. (girassol) 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 *Arachis hypogaea* L. (amendoim) 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 estratificação entre os lotes quanto ao potencial fisiológico.

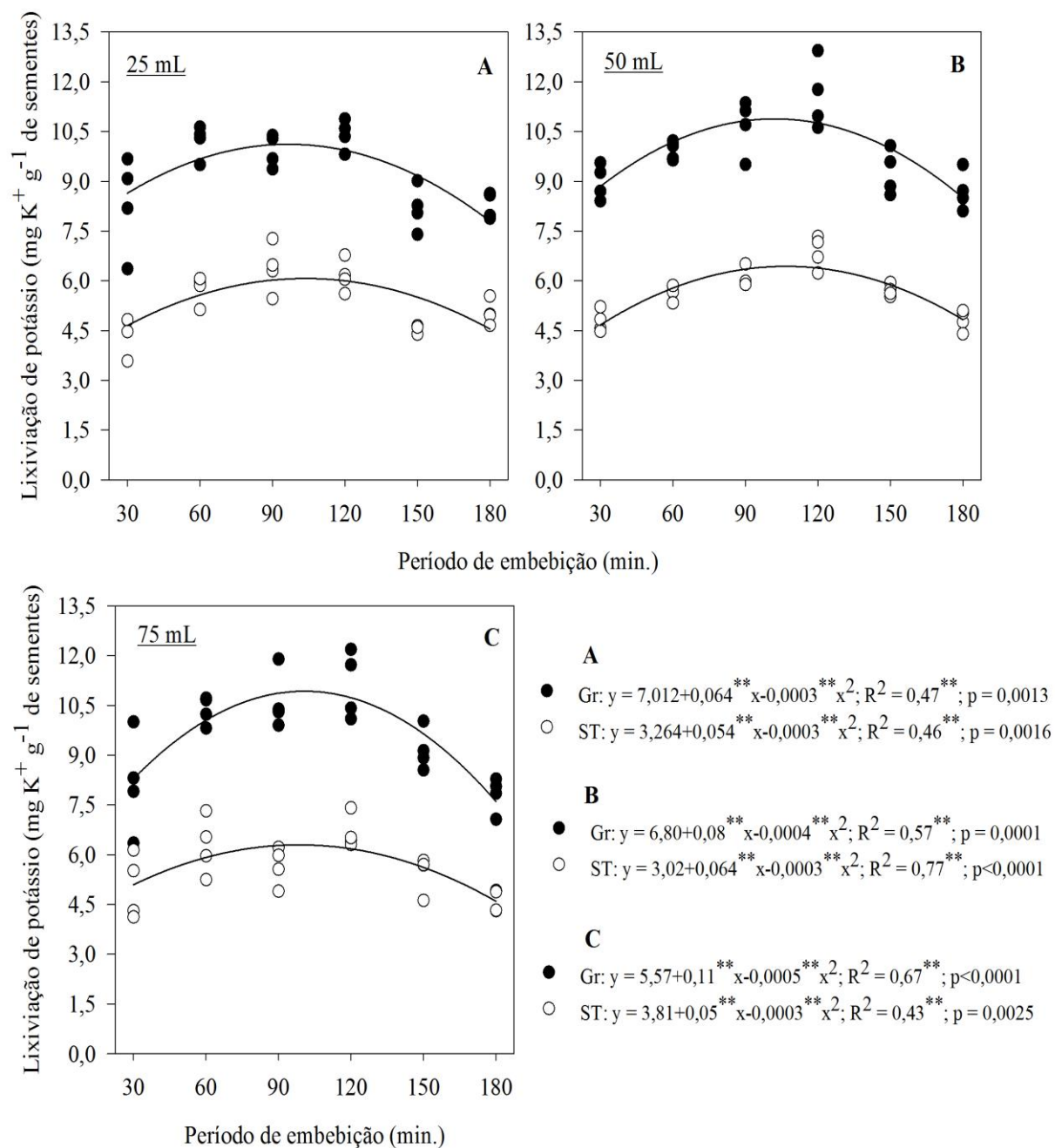


Figura 1. Lixiviação de potássio ($\text{mg K}^+ \text{g}^{-1}$ de sementes) na avaliação do potencial fisiológico de duas procedências de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função dos períodos de embebição. **A.** 25 mL. **B.** 50 mL e **C.** 75 mL de água destilada. Gr: Município de Graça-CE; ST: Município de Serra Talhada-PE. Serra Talhada-PE, 2015.

Observou-se que houve um aumento gradativo na lixiviação de potássio (Figuras 1A, 1B e 1C) até os primeiros 90 minutos de embebição, a partir deste período de embebição registrou-se as leituras mais elevadas de lixiviação de potássio para ambas as procedências.

Os pontos máximos de lixiviação de potássio foram registrados aos 106,67 minutos com 10,43 mg K⁺ g⁻¹ de sementes provenientes de Graça e aos 90 minutos com 5,69 mg K⁺ g⁻¹ de sementes de Serra Talhada, quando embebidas em 25 mL de água.

Em 50 mL, a lixiviação de potássio máxima foi quantificada aos 100 minutos com 10,80 e aos 106,67 minutos com 6,43 mg K⁺ g⁻¹ de sementes oriundas dos municípios de Graça e de Serra Talhada, respectivamente. Com 75 mL obteve-se a lixiviação máxima de potássio de 11,62 mg K⁺ g⁻¹ de sementes aos 110 minutos para as coletadas em Graça e de 5,89 mg K⁺ g⁻¹ de sementes aos 83,33 minutos para as de Serra Talhada. A partir desses pontos máximos notou-se um decréscimo na quantidade de íons potássicos lixiviados, tanto para as sementes provenientes de Serra Talhada quanto para as de Graça.

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

A quantidade de íons potássicos quantificados aos 120 minutos de embebição evidenciou correlação positiva e negativa significativa, independente do volume de água, com a germinação e o índice de velocidade de germinação, respectivamente, das sementes oriundas de Serra Talhada. Entretanto, para as sementes provenientes de Graça a correlação entre a lixiviação de potássio e a germinação foi observada com mais evidência aos 180 minutos quando embebidas em 25 e 50 mL de água destilada e com o índice de velocidade de germinação nos períodos de 30 e 60 minutos de embebição por 25 e 75 mL de água. 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 procedências (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 procedências e dos 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

Procedências		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**
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}

*Significativo 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 procedências em todos os volumes de água analisados, com exceção do volume de 75 mL. No entanto, os maiores coeficientes de correlação foram observados nos períodos de 90 (50 mL) e 150 minutos de embebição, imersas em 75 mL de água para as sementes de Graça e nos de 60, 150 (50 e 75 mL, respectivamente) e 180 minutos, embebidas em 75 mL de água destilada para as sementes de Serra Talhada.

Quanto a correlação entre os íons potássicos lixiviados e os testes baseados no comprimento da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 3) observou-se correlação positiva e negativa significativa para as respectivas variáveis aos 150 minutos de embebição para as sementes procedentes de Graça. Em contrapartida, os melhores coeficientes de correlação para as sementes oriundas de Serra Talhada, quanto ao comprimento da parte aérea foram verificados nos períodos de 60 e 180 minutos, utilizando-se tanto 25 como 50 mL de água destilada na embebição, já para o comprimento do sistema radicular, os resultados que mais se correlacionaram com a lixiviação de potássio apresentaram coeficientes de correlação negativa e significativa em torno de -0,66 e -0,68 aos 30 minutos de embebição e positiva e significativa de 0,71; 0,87 e 0,86 aos 120 e 180 minutos, respectivamente.

Para os valores de íons potássicos lixiviados e os de massa seca de plântulas (Tabela 3) verificou-se correlação negativa e significativa para as sementes de Serra Talhada embebidas por 150 minutos, e para as sementes de Graça imersas por 120 minutos obteve-se correlações positiva e negativa significativas. Aos 90 minutos de embebição, os valores de massa seca de plântulas não se correlacionaram com os de lixiviação de potássio para ambas as procedências.

As correlações negativas e 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 de germinação, 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 conseqüentemente menor o vigor das mesmas.

4 CONCLUSÃO

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

Para o teste de lixiviação de potássio, o período de embebição de 30 minutos foi eficiente para estratificar as procedências das sementes de *E. spectabile* quanto ao vigor, independentemente do volume de água utilizado.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CANDIDO, A. C. S.; OLIVEIRA, N. C. Qualidade fisiológica de sementes de jiló pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, 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-PR, v. 06, n. 3, p. 85-92, 1984.

ARAÚJO, A. V.; PINTO, M. A. D. S.; BARBOSA, V. R. S.; FERRAZ, A. P. F.; BRITO, A. C. V. Comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. sob os testes de condutividade elétrica e do pH do exsudato-fenolftaleína. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 10, n. 19, p. 550-558, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 2009, 399p.

CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. Teste do pH do exsudato para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 24, n. 1, p. 134-140, 2002.

CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, L. T. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Citromelo swingle*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**, 5ª ed. Funep, Jaboticabal, São Paulo, 2012. 590p.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

FIGUEIREDO, M. F.; NOGUEIRA, F. C. B.; PINHEIRO, C. L.; BRITO, S. F.; MEDEIROS FILHO, S. Germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f. seeds in response to temperature and water stress. **American Journal of Plant Sciences**, 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-SP, 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-SP, v. 39, n. 90, p. 171-181, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T.; SANTOS-MOURA, S. S.; SILVA, R. S.; CRUZ, F. R. S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.

KIKUTI, H.; MEDINA, P. F.; KIKUTI, A. L. P.; RAMOS, N. P. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, 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-RJ, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; TOMEZAK, V. E.; BENEDITO, C. P. Validação de testes de vigor para sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre-RS, 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**, v. 12, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz-FEALQ, Piracicaba, 2005. 495p.

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-DF, 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. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

SANTOS, J. F.; ALVARENGA, R. O.; TIMÓTEO, T. S.; CONFORTO, E. C.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, 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-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. N. P.; RODRIGUES, P. A. F.; SOUSA, N. A.; AGUIAR, V. A. 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-SP, v. 7, n. 3, p. 281-300, 2014.

SOUZA, G. E.; STEINER, F.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 35-41, 2014.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; RAMOS JUNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de íons potássio, cálcio e magnésio para a determinação do vigor em sementes de milho doce. **Informativo Abrates**, Londrina-PR, v. 23, n. 3, p. 56-60, 2013.

CAPÍTULO 3 – ENVELHECIMENTO ACELERADO COMO TESTE DE VIGOR EM SEMENTES DE *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

RESUMO

O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies e vem sendo aprimorado por vários pesquisadores com o intuito de estabelecer parâmetros que assegure melhor a aferição do potencial fisiológico das sementes. Objetivou-se verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução salina na diferenciação do potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile* de duas procedências. Foram utilizadas sementes oriundas dos municípios de Graça-CE e de Serra Talhada-PE, as quais foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl conduzido a 41 °C durante os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. O teor de água e a germinação das sementes foram determinados antes e após o envelhecimento adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 5). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey e a análise de regressão a 5% de probabilidade. Nas sementes de *E. spectabile* provenientes de Graça, o envelhecimento tanto com água quanto com solução saturada de NaCl por 24, 48 e 72 horas, incrementou a germinação e o índice de velocidade de germinação. Enquanto que as sementes que foram submetidas ao período de 96 horas de exposição não diferiu significativamente da testemunha quanto a germinação e o índice de velocidade de germinação. Para as sementes oriundas de Serra Talhada observou-se que para as mesmas variáveis não houve diferença entre os períodos de envelhecimento, independentemente do envelhecimento. O teste de envelhecimento acelerado tradicional ou com solução saturada de NaCl estimulou a germinação das sementes de *E. spectabile* provenientes do município de Graça nos períodos de 24, 48 e 72 horas de exposição.

Palavras-chave: Bromeliaceae; condicionamento fisiológico; deterioração de sementes.

ACCELERATED AGING AS FORCE TEST IN SEEDS *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. (BROMELIACEAE)

ABSTRACT

The accelerated aging test is the most sensitive and efficient for the vigor of seeds of various species and has been refined by the authors with the aim of establishing parameters that best ensures the measurement of the physiological potential of the seeds. The objective was to verify the efficiency of the traditional accelerated aging test and saline in the differentiation of physiological seed *E. spectabile* the two origins. Seed samples coming from the municipalities of Graça-CE and Serra Talhada-PE, which were submitted to the traditional accelerated aging test and with NaCl saturated conducted at 41 °C for periods of 24, 48, 72 and 96 hours. The water content and seed germination were determined before and after aging adopting the completely randomized design factorial (2 x 5). Data were subjected to analysis of variance by F test and the means were compared by Tukey test and regression analysis a 5% probability. In *E. spectabile* seeds coming from Graça aging both with water and with saturated NaCl solution for 24, 48 and 72 hours, increased the germination and germination speed index. While the seeds were subjected to 96 hours of exposure did not differ significantly from the control for germination and germination speed index. For seeds from Serra Talhada observed that for the same variables did not differ between periods of aging, irrespective of aging. The traditional accelerated aging test or with saturated NaCl stimulated the germination of *E. spectabile* of seeds from Graça municipality for periods of 24, 48 and 72 hours of exposure.

Keywords: Bromeliaceae; priming; seed deterioration.

1 INTRODUÇÃO

O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies e vem sendo aprimorado por vários pesquisadores (MARCOS FILHO, 2005). O mesmo tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é incrementada através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, verificando-se que sementes com baixo vigor apresentam maior redução de sua viabilidade quando submetidas a essa situação de estresse, assim, sementes mais vigorosas são menos afetadas apresentando germinação mais elevada mesmo quando submetidas ao envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999).

Guedes et al. (2011) ressaltam que a interação entre temperatura e tempo de exposição das sementes durante o envelhecimento, são fatores cruciais para a eficiência do teste e, que para muitas espécies, essa interação ainda falta ser estabelecida. Outro fator a ser considerado é a diferença na quantidade de água absorvida pelas sementes quando expostas à umidade elevada, sobretudo, quando as sementes avaliadas são pequenas, uma vez que, as mesmas absorvem água mais rapidamente intensificando o processo de deterioração (ALVES e SÁ, 2012). Por essas razões, o teste de envelhecimento acelerado vem sendo realizado utilizando soluções saturadas de sais (NaCl, KCl e NaBr) em substituição a água, com o intuito de retardar os efeitos provocados pela absorção de água pelas sementes.

Santos et al. (2011) verificaram que o período de envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl por 48 e 72 horas foi eficiente na diferenciação de níveis de vigor em sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) e *Cichorim intybus* L. (almeirão), respectivamente. Alves et al. (2012) também concluíram que o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl por um período de 48 horas a 41 °C é uma opção promissora para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de *Solanum gilo* Raddi (jiló).

A aplicabilidade do teste de envelhecimento acelerado na avaliação do potencial fisiológico em sementes de espécies nativas foi verificada em algumas espécies, tais como *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) (FERREIRA et al., 2004), angico-branco *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan (angico-branco) (GARCIA et al., 2004), *Dictyoloma vandellianum* A. Juss (tingui-preto) (FLAVIO e PAULA, 2010), *Dalbergia nigra* (Vell) Fr, All (jacarandá-da-bahia) (GUEDES et al., 2011), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira) (ARAÚJO et al., 2013), *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (barriguda) (GUEDES et al., 2013), *Poincianella pyramidalis* (Tul) L. P. Queiroz (catingueira) (LIMA et al., 2014).

Entretanto, verifica-se que ainda são escassos os estudos que contemplem as sementes de espécies nativas diante da diversidade de espécies existentes.

Estudos quanto à aplicabilidade de métodos para a avaliação do potencial fisiológico em sementes de bromeliáceas tem merecido atenção diante da importância atribuída a inúmeras espécies dessa família, dentre elas a *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., espécie nativa pertencente à família Bromeliaceae, subfamília Pitcairnioideae popularmente conhecida como macambira-de-flecha (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2013).

A referida espécie propaga-se via sementes, e não há menção de trabalhos na literatura sobre os aspectos fisiológicos relacionados à sua germinação e vigor. Além do mais, o conhecimento do desempenho fisiológico das sementes da macambira-de-flecha é importante pelo fato da mesma apresentar potencial de vir a ser explorada comercialmente por suas características morfológicas como ornamental, na medicina pela presença de compostos fenólicos ativadores de mecanismos citoprotetores (CARVALHO et al. 2010); ademais a planta apresenta um elevado potencial para a conservação do solo, tendo em vista que se propaga formando touceiras (muitas plantas juntas) e suas raízes podem atuar segurando o solo e prevenindo a erosão, e mesmo que esta exploração não seja imediata, o desconhecimento das suas potencialidades de uso, juntamente com a rápida e desordenada ocupação da Caatinga pode vir a acelerar o depauperamento da espécie.

Assim, a presente pesquisa que teve como objetivo verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl na diferenciação do potencial fisiológico de sementes de *E. spectabile* de duas procedências.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), em dezembro de 2014.

As hastes com frutos secos de *E. spectabile* foram provenientes de dez matrizes localizadas nos municípios de Graça-CE (4° 02'48"S e 40° 44'59"W) e Serra Talhada-PE (7° 59' 9" S, 38° 17' 45" W), coletadas nos meses de setembro e outubro de 2013. Após a coleta, procedeu-se com o beneficiamento dos frutos que consistiu na abertura dos mesmos manualmente para a obtenção das sementes, com a eliminação daquelas danificadas e/ou mal formadas. Em seguida, as sementes foram homogeneizadas quanto ao tamanho, sendo classificadas em peneira de malha com diâmetro $\geq 2,00$ e $\geq 4,00$ mm e acondicionadas em

recipientes plásticos em condições naturais, cuja temperatura e umidade relativa foram de 25,5 °C e 58%, respectivamente, durante doze meses.

Envelhecimento acelerado (método tradicional) - empregou-se caixas plásticas transparentes tipo gerbox, como compartimentos individuais (mini-câmaras), possuindo em seu interior suportes, nos quais foram acopladas telas de alumínio (MARCOS FILHO, 1999). Como as sementes de *E. spectabile* são muito pequenas, por cima de cada tela de alumínio foi colocado um pedaço de tule, para que as mesmas não caíssem na água. Foram distribuídas aproximadamente 0,5 grama de sementes de maneira a formar uma camada uniforme, que preencheu toda a tela. No interior das caixas foram adicionados previamente 40 mL de água destilada, e logo após, as mesmas foram tampadas e mantidas em câmara do tipo BOD, a 41 °C durante quatro períodos de envelhecimento (24, 48, 72 e 96 horas).

Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl - realizado de forma semelhante ao procedimento tradicional, porém, adicionou-se ao fundo de cada caixa plástica 40 mL de solução saturada de NaCl, ao invés da água. A solução foi preparada com 40 gramas de NaCl em 100 mL de água destilada, estabelecendo um ambiente com 76% de umidade relativa do ar (JIANHUA e MCDONALD, 1996).

Para avaliar o potencial fisiológico das sementes de cada procedência antes e após cada período de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl foram conduzidos os seguintes testes:

Determinação do teor de água – foi efetuado com 0,4 g de sementes por tratamento para ambas as procedências, pelo método de estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas de acordo com Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem na base úmida.

Teste de germinação - foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas tipo “gerbox”, sobre 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 a massa do papel seco. As caixas foram mantidas no interior de sacos plásticos, sob iluminação contínua em uma sala climatizada, com temperatura e a umidade relativa do ar em torno de 25 °C e 45,37%, respectivamente, as quais foram monitorados diariamente através de um termo higrômetro digital. Considerou-se plântulas normais aquelas que apresentavam raiz desenvolvida e expansão total da bainha cotiledonar ao 13º dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação – obtido em conjunto com o teste de germinação por meio de contagens diárias do número de plântulas normais desde a instalação até o 15º dia. Para cada repetição, foi calculado o índice somando-se o número de plântulas normais a cada dia, dividido pelo número de dias transcorrido a partir da sementeira, conforme a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_3/D_3 + \dots + N_n/D_n$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação; $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de plântulas normais na primeira, segunda e última contagem; $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ = número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Tempo médio de germinação – determinado através de contagens diárias das plântulas normais até o 15º dia após a sementeira, calculado através da fórmula elaborada 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 por dia; t_i = tempo transcorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem.

Os dados referentes ao teor de água 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 e AZEVEDO, 2009). Para as variáveis, porcentagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, os valores obtidos foram submetidos à análise de regressão, através do software SigmaPlot, versão 12 para Windows, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes de *E. spectabile* diferiram significativamente entre as sementes das duas procedências (Tabela 1), no entanto, os 0,5 pontos percentuais de diferença observados estão dentro dos limites aceitáveis de 1 a 2%, uma vez que teores de água iniciais distintos podem vir a comprometer os resultados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999).

Tabela 1. Teor de água de duas procedências de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., antes e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. Serra Talhada, 2015

Procedências	Teor de água inicial	Teor de água após envelhecimento							
		Com água				Com sal (NaCl)			
		24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
		----- % -----							
Graça-CE	9,6a	32,1 ^a	32,5a	35,3a	34,8a	11,0b	21,8a	21,6a	12,4b
Serra Talhada-PE	9,1b	25,3b	29,2b	30,0b	29,8b	19,3a	19,2b	18,9a	18,8a
CV (%)	2,45	8,46	4,23	3,80	2,37	4,53	4,07	7,60	9,25

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

No teste de envelhecimento acelerado com água (Tabela 1) constatou-se que as sementes de *E. spectabile* oriundas de Graça, independentemente do período de envelhecimento, foram as que mais absorveram água, onde os teores de água registrados diferiram significativamente dos observados nas sementes provenientes de Serra Talhada.

Para as sementes de *E. spectabile* envelhecidas com solução saturada de NaCl (Tabela 1) verificou-se que após 24 e 96 horas de envelhecimento houve diferença significativa entre as sementes de ambas as procedências, sendo que as provenientes de Serra Talhada foram as que apresentaram os maiores teores de água. Já, com 48 horas de envelhecimento, as sementes oriundas de Graça foram as que apontaram o teor de água mais elevado em relação ao das sementes colhidas em Serra Talhada. E com 72 horas de envelhecimento, averiguou-se que não houve diferença significativa entre o teor de água das sementes de ambas as procedências.

A avaliação do potencial fisiológico das sementes de *E. spectabile* provenientes de Graça, por meio do teste de envelhecimento acelerado mostrou que os períodos de 24, 48 e 72 horas de envelhecimento tanto com água quanto com solução saturada de NaCl incrementaram na germinação e o índice de velocidade de germinação. No entanto, quando as sementes foram submetidas ao período de 96 horas, em ambos os métodos de envelhecimento, observou-se um decréscimo nos valores médios para tais variáveis em relação aos demais períodos de envelhecimento, e que estes valores não diferiram significativamente da testemunha (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D).

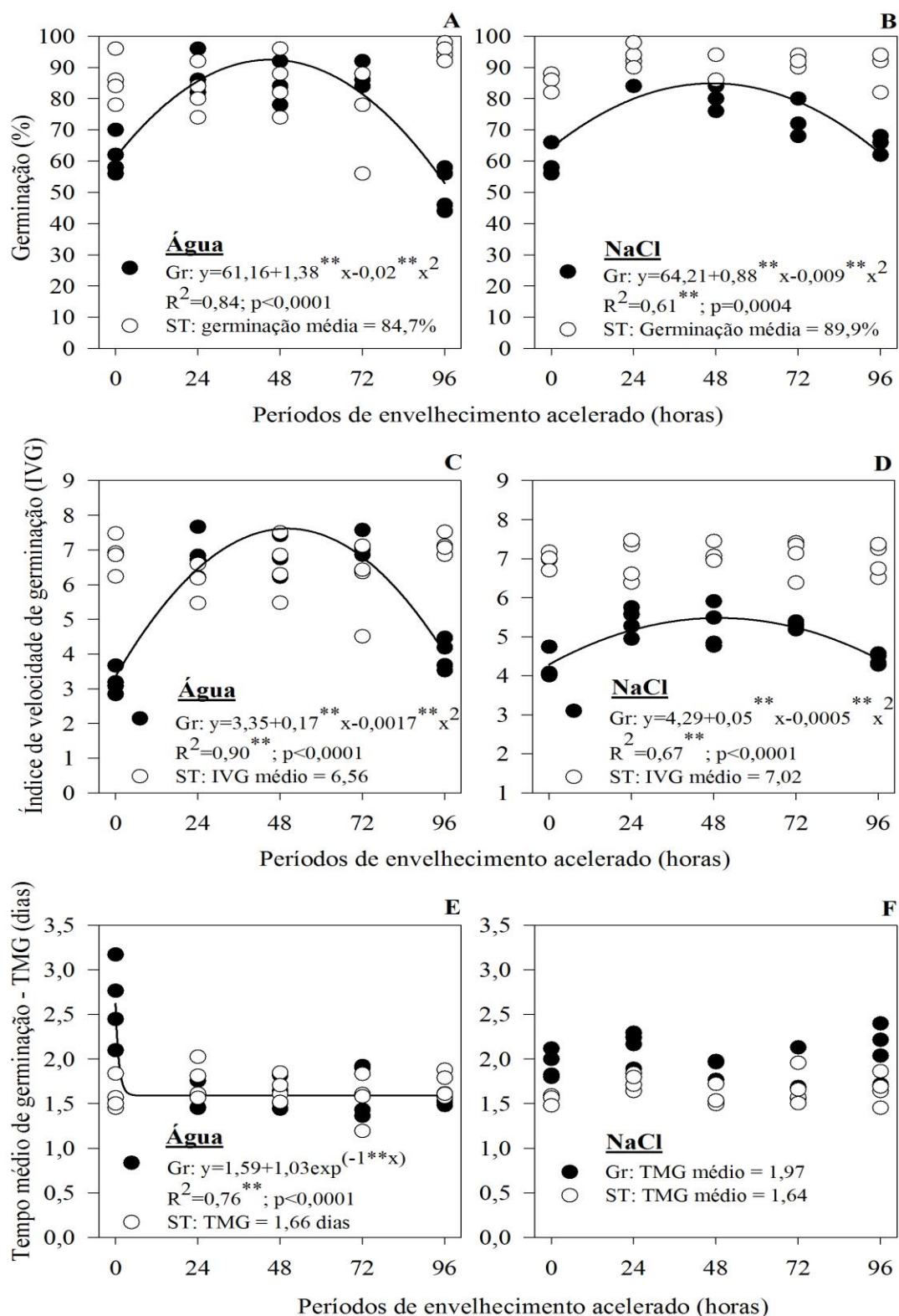


Figura 1. Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f., oriundas de duas procedências antes e após o envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. Gr: Graça; ST: Serra Talhada. Serra Talhada-PE, 2015.

Esses resultados indicam que o comportamento germinativo observado após a exposição das sementes de *E. spectabile* a elevadas temperatura e umidade por 24, 48 e 72 horas pelo teste de envelhecimento tradicional ou com solução saturada de NaCl, possa estar relacionado as estratégias utilizadas pela espécie para sobreviver diante de possíveis pressões ambientais tais como altas temperaturas e déficit hídrico, uma vez que, a mesma cresce totalmente exposta ao sol sobre afloramentos rochosos, sendo que a germinação ocorre de forma mais expressiva após as primeiras chuvas.

O envelhecimento acelerado ao invés de causar intensificação do processo deteriorativo das sementes, acabou por favorecer a germinação e a uniformidade das plântulas durante os períodos de 24, 48 e 72 horas, pois durante tais períodos as condições de elevadas temperatura e umidade relativa do ar proporcionaram um condicionamento fisiológico das sementes. O qual consiste em um procedimento de hidratação que tende a aumentar a taxa e a uniformidade de emergência das plântulas (KHAN, 1992).

Figueiredo et al. (2014) verificaram que as sementes de *E. spectabile* são capazes de germinaram nas temperatura de 20, 25 e 35 °C e em uma ampla gama de déficit hídrico de -0,2 a - 1,2 MPa, sendo que o melhor índice de velocidade e tempo médio de germinação foram proporcionados quanto o teste de germinação foi conduzido a 35 °C.

Duarte (2007) trabalhando com sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh constatou que as taxas de germinação após o teste de envelhecimento acelerado tradicional, no qual as sementes foram expostas a 41 °C por 24; 48; 72; 96 e 120 horas, foram similares às observadas no teste de germinação indicando a manutenção do potencial germinativo sob as condições de realização do teste.

Em sementes de angico-branco (*A. colubrina*), Garcia et al. (2004) averiguaram que o teste de envelhecimento acelerado reduziu drasticamente a viabilidade das sementes, independentemente do período de envelhecimento que foram submetidas (24, 48, 72 e 96 horas).

Em relação, as sementes de *E. spectabile* oriundas de Serra Talhada observou-se que para as mesmas variáveis não houve diferença entre os períodos de envelhecimento, independentemente se o mesmo foi conduzido com água ou com solução saturada de NaCl (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D). Porém, é importante ressaltar que as sementes provenientes de Serra Talhada quando envelhecidas pelo método tradicional (água) ou com solução saturada

de NaCl resultaram em valores maiores e mais uniformes de germinação e de índice de velocidade de germinação em relação aos observados com as sementes oriundas de Graça.

Lima et al. (2014) avaliando o potencial fisiológico de sementes de diferentes matrizes de catingueira (*P. pyramidalis*) localizadas no município de Soledade-PB averiguaram que o teste de envelhecimento acelerado com solução salina nos períodos de 24, 48 e 72 horas, apesar de terem classificado as sementes em diferentes níveis de vigor, não foi eficiente pelo fato da estratificação das matrizes não ter se relacionado com os resultados obtidos na emergência em campo.

Com base nos resultados da Figura 1E verificou-se que os períodos de envelhecimento acelerado pelo método tradicional (água) não influenciaram no tempo médio de germinação das sementes de *E. spectabile* para ambas as procedências, porém, as sementes não envelhecidas demoraram mais tempo para germinar e originar plântulas normais. Quanto aos valores do tempo médio de germinação, estes não se ajustaram a nenhum modelo de regressão quando as sementes de ambas as procedências foram submetidas ao envelhecimento com solução saturada de NaCl (Figura 1F), cujo tempo médio de germinação foi de 1,97 dias para as sementes de Graça e de 1,64 dias para as de Serra Talhada.

4 CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado tradicional ou com solução saturada de NaCl estimulou a germinação das sementes de *E. spectabile* oriundas de Graça nos períodos de 24, 48 e 72 horas de exposição.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; SÁ, M. E. Adequação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de rúcula. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 33, suplemento 1, p. 2789-2798, 2012.

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CANDIDO, A. C. S.; OLIVEIRA, N. C. Qualidade fisiológica de sementes de jiló pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n. 1, p.58-63, 2012.

ARAÚJO, E. R.; ANDRADE, L. A.; RÊGO, E. R.; GONÇALVES, E. P.; ARAÚJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aroeira produzidas no estado da Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 34, n. 1, p. 9-20, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 2009, 399p.

CARVALHO, K. I. M.; FERNANDES, H. B.; MACHADO, F. D. F.; OLIVEIRA, I. S.; OLIVEIRA, F. A.; NUNES, P. H. M.; LIMA, J. T.; ALMEIDA, J. R. G. S.; OLIVEIRA, R. C. M. Antiulcer activity of ethanolic extract of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f. (Bromeliaceae) in rodents. **Revista Biological Research**, Chile, v. 43, p. 459-465, 2010.

DUARTE, E. F. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Dyckia goerringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) através de teste de vigor**. 2007. 200 f. Parte da Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A. F, GEMAQUE, R. C. R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffi* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 35, n. 1, p.82-86, 2004.

FIGUEIREDO, M. F.; NOGUEIRA, F. C. B.; PINHEIRO, C. L.; BRITO, S. F.; MEDEIROS FILHO, S. Germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f. seeds in response to temperature and water stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 2237-2246, 2014.

FLAVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss, **Scientia Florestalis**, Piracicaba-SP, v. 38, n. 87, p. 391-399, 2010.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GUEDES, R. S.; ALVEZ, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; GONÇALVES, E. P.; MELO, A. R. F. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 32, n. 2, p. 443-450, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae), **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 2, p.378-385, 2013.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. D. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zürich-CH, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

KHAN, A. A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, Edinburgh, v. 13, p.131-181, 1992.

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-RJ, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

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. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**.

Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**, v. 12, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz-FEALQ, Piracicaba, 2005. 495p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. G.; SOUZA, G. R.; GUIMARÃES, A. L.; OLIVEIRA, A. P.; MORAIS, A. C. S.; ARAÚJO, E. C. C.; NUNES, X. P.; ALMEIDA, R. G. S. Dried extracts of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) presente antioxidant and photoprotective activities in vitro. **Journal of Young Pharmacists**, Bangalore-IN, v. 5, p. 102-105, 2013.

SANTOS, F.; TRANI, P. E.; MEDINA, P. F.; PARISI, J. J. D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de alface e almeirão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 322-230, 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-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

CAPÍTULO 4 – GERMINAÇÃO E VIGOR DE PLÂNTULAS DE *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., (BROMELIACEAE) EM FUNÇÃO DA PROCEDÊNCIA, SUBSTRATO E POSIÇÃO DE SEMEADURA

RESUMO

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., é uma espécie de características xeromórficas com distribuição restrita ao território brasileiro, ocorrendo frequentemente em afloramentos rochosos, ambiente este que apresenta rusticidade quanto as necessidades iniciais de plântulas para a maioria das espécies. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes substratos e posições de sementeira sobre a germinação e o vigor de sementes de *E. spectabile* oriundas de duas procedências. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, empregando-se o esquema fatorial 2 x 4 x 2 (duas procedências, quatro substratos e duas posições de sementeira), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Foram utilizadas sementes provenientes dos municípios de Graça-CE e de Serra Talhada-PE, as quais foram semeadas sobre e entre os seguintes substratos: papel mata-borrão, areia, vermiculita e fibra de coco. Para a aferição dos tratamentos avaliou-se: porcentagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, índice de sincronização da germinação, comprimento da parte aérea e do sistema radicular e massa seca das plântulas. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A sementeira sobre os substratos papel mata-borrão, areia, vermiculita e fibra de coco, de um modo geral, foi o procedimento mais favorável à germinação e conseqüentemente ao índice de velocidade de germinação para ambas as procedências das sementes de *E. spectabile*. A sementeira entre fibra de coco foi prejudicial a germinação, assim como para o índice de velocidade e tempo médio de germinação e o comprimento do sistema radicular, independentemente das procedências das sementes de *E. spectabile*, no entanto, a sementeira entre e sobre fibra de coco e entre areia favoreceu o crescimento da parte aérea. Quanto ao comprimento do sistema radicular, as plântulas oriundas das sementes semeadas sobre papel mata-borrão alcançaram o maior valor com aproximadamente 10,82 mm.plântula⁻¹. Para a massa seca de plântulas, as melhores combinações foram proporcionadas pela sementeira sobre papel e areia com 0,1643 mg.plântula⁻¹ para plântulas provenientes das sementes de Serra Talhada. Os substratos papel mata-borrão, areia, fibra de coco e vermiculita são favoráveis a germinação de sementes de *E.*

spectabile, independente das procedências geográficas, desde que, proceda-se com a semeadura sobre os mesmos.

Palavras-chave: desempenho de plântulas; macambira-de-flecha; viabilidade de sementes.

GERMINATION AND SEEDLING VIGOR *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., (BROMELIACEAE) IN FUNCTION ORIGIN, SUBSTRATE AND SEEDING OF POSITION

ABSTRACT

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., is a kind of xeromorphic features with distribution restricted to Brazil, often occurring on rocky outcrops, this environment that features rustic as the initial needs of seedlings for most species. The objective was to evaluate the effect of different substrates and seeding positions on the germination and vigor of *E. spectabile* of seeds from the two origins. The experimental design was completely randomized, using the factorial 2 x 4 x 2 (two origins, four substrates and two seeding of positions), with four replications of 50 seeds per treatment. Seeds were obtained from the municipalities of Graça-CE and Serra Talhada-PE, which were sown on and between the following substrates: blotting paper, sand, vermiculite and coconut fiber. For the measurement of the treatments were evaluated: germination percentage, speed index and mean germination time, germination synchronization index, shoot length and root dry weight and seedling. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. The seeding onto substrates blotter paper, sand, vermiculite and coconut fiber, in general, was the most favorable procedure to germination and consequently the speed of germination rate for both origins of seed *E. spectabile*. The sowing of coconut fiber was detrimental to germination, as well as the speed index and mean germination time and the length of the root system, regardless of the origins of the seed *E. spectabile*, however, sowing in and on: coconut fiber and sand between favored shoot growth. As for the length of the root system, the plants originated from seeds sown on blotting paper represented the largest amount of approximately 10,82 mm.seedling⁻¹. For seedling dry matter, the best combinations were provided by sowing on paper and sand with 0,1643 mg.seedling⁻¹ for seedlings from the seed Serra Talhada. The paper substrates blotter, sand, coconut fiber and vermiculite are favorable germination of *E. spectabile* seeds, independent of geographical origins, provided, should be characterized by sowing on them.

Keywords: performance of seedlings; macambira-de-flecha; seed viability.

1 INTRODUÇÃO

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. & Schult. f., é uma espécie de características xeromórficas pertencente à família Bromeliaceae, subfamília Pitcairnioideae, popularmente conhecida como macambira-de-flecha. Possui distribuição restrita ao território brasileiro, ocorrendo frequentemente em afloramentos rochosos, onde cresce geralmente exposta a altas taxas de insolação, nos domínios da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (RAMALHO et al., 2004; FORZZA et al., 2015).

Recentemente essa bromeliácea vem destacando-se quanto ao seu potencial farmacológico, em que estudos evidenciam que o extrato etanólico de *E. spectabile* possui atividade gastroprotetora contra danos induzidos na mucosa gástrica, o que sugere que o extrato pode ativar mecanismos citoprotetores que aumentam a liberação de prostaglandinas (CARVALHO et al., 2010). Oliveira Júnior et al. (2013) confirmaram a presença de compostos fenólicos e flavonóides em extratos secos de *E. spectabile* que podem vir a atuar como fontes naturais de agentes antioxidantes, o que evidencia a possibilidade de se utilizar estes extratos como protetor solar em preparações farmacêuticas.

Por outro lado, estudos voltados a germinação, vigor e estabelecimento de plântulas de *E. spectabile* ainda são incipientes, diante da importância do conhecimento sobre o comportamento germinativo das sementes para a perpetuação e preservação da espécie.

A germinação é afetada por fatores internos como viabilidade e longevidade das sementes, assim como, por fatores externos como disponibilidade de água, oxigênio, temperatura, luminosidade e substrato (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O substrato influencia diretamente a germinação, em função de sua estrutura, capacidade de retenção de água, propensão à proliferação de patógenos, aeração, os quais podem vir a favorecer ou prejudicar a germinação das sementes, ademais, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), ao escolher o substrato, deve-se também considerar o tamanho das sementes, a exigência em relação a disponibilidade de água, a sensibilidade à luz e a facilidade que o mesmo pode favorecer para a realização das avaliações.

Alfaya (2010) verificou que as sementeiras sobre plantmax[®], areia e papel são as mais indicadas para a condução do teste de germinação de sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. (Bromeliaceae), ao proporcionar os maiores valores de germinação com 81,75; 70,7 e 75,2%, respectivamente, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

Estevan et al. (2010) avaliando a germinação de sementes de duas bromélias em diferentes substratos averiguaram que os substratos esfagno, areia de rio lavada e casca de arroz carbonizada foram os que apresentaram os melhores resultados para a germinação de *Dyckia pectinata* Smith & Reitz e *Billbergia zebrina* (Herbert) Lindley.

Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes substratos e posições de semeadura sobre a germinação e o vigor de sementes de *E. spectabile*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) durante os meses de setembro e outubro de 2014. As sementes de *E. spectabile* foram extraídas manualmente de frutos maduros coletados de dez matrizes entre os meses de setembro e outubro de 2013 nos municípios de Graça-CE (4° 02'48"S e 40° 44'59"W) e de Serra Talhada-PE (7° 59'9"S e 38° 17'45"W). A seguir, as sementes foram beneficiadas, descartando-se aquelas mal formadas e/ou atacadas por insetos, homogeneizadas quanto ao tamanho, usando peneiras de malha de $\geq 2,00$ e $\geq 4,00$ mm e armazenadas em recipientes plásticos com tampa, em condições ambientes de temperatura (25°C) e umidade relativa do ar (59,9%), durante dez meses.

O teor de água das sementes, de ambas as procedências, foi aferido pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009), com quatro repetições de 0,4 g de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, empregando-se o esquema fatorial 2 x 4 x 2 (duas procedências, quatro substratos e duas posições de semeadura), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes, de ambas as procedências, foram semeadas em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 3,0 cm), do tipo "gerbox", previamente lavadas e esterilizadas com álcool 70%, adotando a semeadura sobre e entre os seguintes substratos: papel mata-borrão, areia, vermiculita e fibra de coco.

Os substratos, areia, vermiculita e fibra de coco foram previamente esterilizados em estufa a 200 °C por duas horas e umedecidos com 396, 675 e 542,25 mL de água destilada, respectivamente, de acordo com a capacidade de retenção de cada substrato, enquanto que, o papel mata-borrão foi esterilizado em estufa a 105 °C por duas horas e umedecido com 2,5 vezes o peso seco do papel, o que correspondeu a 203 mL de água destilada (BRASIL, 2009).

Em seguida, as caixas devidamente tampadas foram acondicionadas no interior de sacos plásticos e mantidas em sala climatizada sob iluminação constante. As médias de temperatura e umidade relativa do ar do interior da sala foram monitoradas diariamente com o uso de um termo higrômetro digital, cuja médias foram de 25 °C e 46,81%, respectivamente.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a germinação e o vigor das sementes, realizou-se as seguintes análises:

Germinação (%) – ao final do experimento computou-se o número de sementes germinadas, considerando como germinadas aquelas que apresentavam a raiz primária desenvolvida e a bainha cotiledonar totalmente expandida, critério este adotado para caracterizar as plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi determinado através da contagem diária de plântulas emersas durante o teste de germinação, adotando-se a metodologia recomendada por Maguire (1962): $IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$, onde: N_1, N_2, \dots, N_n = número de plântulas emersas no primeiro, segundo e último dia de contagem, respectivamente; D_1, D_2, \dots, D_n = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o primeiro, segundo e último dia de contagem, respectivamente;

Tempo médio de germinação (TMG) – ponderou-se conjuntamente com o teste de germinação, sendo o resultado, expresso em dias, conforme Labouriau e Valadares (1976): $TMG = \sum (n_i t_i) / \sum n_i$, 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.

Índice de sincronização de germinação ou incerteza (\bar{E}) – foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Labouriau (1983): $\bar{E} = - \sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$, em que: \bar{E} = unidade de sincronização ou incerteza; f_i = frequência relativa de germinação; k = último dia de observação.

Comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR) – após o teste de germinação, as plântulas normais de cada repetição foram medidas com o 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 à extremidade da raiz primária), cujos resultados foram expressos em mm.plântula⁻¹;

Massa seca da plântula (MSP) – depois de mensuradas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft®, previamente identificados e levados à estufa de circulação de ar forçada a 80 °C durante 24 horas. Posteriormente, foram colocados em

dessecador e, em seguida, procedeu-se com a pesagem das amostras em balança analítica com precisão de 0,001 g, conforme recomendações de Nakagawa (1999), os resultados foram expressos em mg.plântula⁻¹.

Os dados obtidos 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 e AZEVEDO, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes de *E. spectabile* foram em torno de 9,0% para as sementes colhidas em Serra Talhada e de 9,9% para as de Graça, os quais encontram-se dentro dos limites aceitáveis para a obtenção de resultados mais consistentes, indispensáveis para a padronização das avaliações (ALVES et al., 2012).

A germinação iniciou-se no quinto dia após a semeadura e foi monitorada até o 30º dia, quando se constatou a estabilização da mesma em todos os substratos. Na tabela 1 encontram-se os valores médios de germinação das sementes de *E. spectabile*, onde verificou-se que as sementes provenientes de Graça distribuídas sobre papel e fibra de coco e as de Serra Talhada quando semeadas entre papel apresentaram as maiores porcentagens de germinação diferindo significativamente das sementes oriundas de Graça semeadas entre fibra de coco e das de Serra Talhada entre vermiculita e fibra de coco que apresentaram as menores porcentagens de germinação.

Tabela 1. Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas provenientes de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de sementeira. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências x Substratos	Posições de Sementeira			
	Germinação (%)		IVG	
	Sobre	Entre	Sobre	Entre
Graça-CE x Papel	96,0 Aa	96,0 Aab	8,47 Aa	7,63 Bab
Graça-CE x Areia	84,0 Ab	90,0 Aabc	6,73 Abc	6,70 Abc
Graça-CE x Vermiculita	88,0 Aab	84,0 Ac	6,09 Ac	5,86 Acd
Graça-CE x Fibra de coco	95,0 Aa	71,0 Bd	7,40 Aab	3,76 Bf
Serra Talhada-PE x Papel	94,0 Aab	98,0 Aa	8,27 Aa	8,77 Aa
Serra Talhada-PE x Areia	94,0 Aab	88,0 Abc	8,19 Aa	6,84 Bbc
Serra Talhada-PE x Vermiculita	94,0 Aab	67,0 Bd	8,21 Aa	5,08 Bde
Serra Talhada-PE x Fibra de coco	90,0 Aab	68,0 Bd	7,59 Aab	3,83 Bef
CV (%)	5,19		8,44	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A redução da germinação ao procedeu-se com a sementeira entre os substratos vermiculita e fibra de coco pode estar relacionada a densidade e a granulometria dos mesmos, que associadas ao tamanho das sementes propiciaram uma barreira pode vir a dificultar o processo germinativo.

Schulz et al. (2013) estudando sementes de *Luehea divaricata* Mart. (açote-cavalo) concluíram que a sementeira sobre papel foi a que proporcionou a maior porcentagem de germinação, quando avaliada com diferentes combinações de temperatura. O mesmo foi observado por Guedes et al. (2009), que ao estudarem a germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru) verificaram que o substrato rolo de papel foi o mais adequado para a avaliação da viabilidade e do vigor das sementes. Por outro lado, Oliveira e Farias (2009) verificaram que os substratos papel de filtro, areia e vermiculita não foram adequados para a germinação de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (capitão-do-mato).

Os resultados referentes ao índice de velocidade de germinação (Tabela 1) evidenciaram que houve um retardamento no número de plântulas emersas por dia em ambas as procedências, quando as sementes de *E. spectabile* foram semeadas entre fibra de coco e vermiculita. Em contrapartida, os melhores índices foram obtidos com as sementes de Graça quando semeadas sobre papel mata-borrão e com as de Serra Talhada quando semeadas sobre

os substratos papel mata-borrão, areia e vermiculita com uma média de aproximadamente 8 plântulas por dia.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Estevan et al. (2010) avaliando a germinação de duas bromélias em diferentes substratos, constataram que o substrato fibra de coco proporcionou os menores índices de velocidade de germinação, com uma média de 3,52 plântulas por dia para as sementes de *Dyckia pectinata* Smith & Reitz e de 3,97 plântulas por dia para as de *Billbergia zebrina* (Herbert) Lindley, os quais foram estatisticamente inferiores aos demais substratos (areia de rio lavada, casca de arroz carbonizada, esfagno e serragem). Em contrapartida, Azerêdo et al. (2010) averiguaram que os melhores índices de velocidade de germinação foram alcançados quando as sementes de *Brassica oleraceae* var. *capitata* L. (repolho) foram semeadas sobre papel mata-borrão.

A semeadura sobre os substratos papel mata-borrão, areia, vermiculita e fibra de coco, de um modo geral, foi o procedimento mais favorável à germinação e conseqüentemente ao índice de velocidade de germinação para ambas as procedências das sementes de *E. spectabile*, uma vez que, não houve a necessidade do rompimento da barreira física imposta pela camada de substrato sobre as sementes, as quais são pequenas, variando entre 1-4,6 mm de comprimento, e que em seu hábitat natural possuem a característica de germinarem sobre rochas.

Fato semelhante também foi observado por Guimarães et al. (2014) que ao avaliarem o efeito da profundidade de semeadura de 0,0 cm (sobre) e de 1,0 cm (entre) em diferentes substratos (terra, areia, terra + areia, terra + esterco e terra + areia + esterco) verificaram que a semeadura sobre os mesmos favoreceu o crescimento e desenvolvimento de plântulas de *Solanun sessiliflorum* Dunal (cubiu).

Para as variáveis tempo médio de germinação, índice de sincronização de germinação e comprimento da parte aérea não houve interação significativa entre os fatores procedências, substratos e posições de semeadura, no entanto, verificou-se interação entre os fatores substratos e posições de semeadura.

Quanto as procedências verificou-se que as sementes provenientes de Serra Talhada apresentaram o menor tempo médio de germinação, com aproximadamente 1,68 dias de intervalo para que surgissem as demais plântulas normais a partir do dia em que contabilizou-se a primeira plântula normal, diferindo significativamente do tempo médio de germinação das sementes procedentes de Graça que requereram o intervalo de dias em torno de 1,85 para germinarem (Tabela 2).

Tabela 2. Tempo médio de germinação (TMG) e índice de sincronização de germinação (ISG) de plântulas provenientes de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	TMG (dias)		ISG	
Graça-CE	1,85 a		2,28 a	
Serra Talhada-PE	1,68 b		2,05 b	
Substratos	Posições de semeadura			
	TMG (dias)		ISG	
	Sobre	Entre	Sobre	Entre
Papel mata-borrão	1,50 Aa	1,56 Ab	1,58 Ab	1,82 Ac
Areia	1,56 Aa	1,76 Ab	1,82 Bab	2,45 Ab
Vermiculita	1,67 Aa	1,88 Ab	1,84 Bab	2,54 Ab
Fibra de coco	1,62 Ba	2,55 Aa	2,13 Ba	3,15 Aa
CV (%)	15,79		15,99	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ladeia et al. (2012) estudando a influência das procedências e substratos na germinação de sementes de *Pseudobombax longiflorum* (Mart. et Zucc.) A. Robyns (embiruçu) verificaram que o tempo médio de germinação variou de 10,6 a 16,5 dias, para as sementes oriundas de Rondonópolis-MT, e de 14,7 a 18,1, para as de Cuiabá-MT, salientando que as sementes de Rondonópolis germinaram mais rapidamente em areia com um tempo médio em torno de 10,6 e as de Cuiabá em terra preta com 14,4 dias.

Com base na interação substratos e posições de semeadura (Tabela 2) averiguou-se que a semeadura entre fibra de coco elevou o tempo médio de germinação das sementes, as quais levaram em torno de 2,55 dias para germinarem quando comparado com o tempo de germinação das sementes semeadas sobre fibra de coco e entre os substratos papel mata-borrão, areia e vermiculita. O tempo médio de germinação que as sementes semeadas sobre papel mata-borrão, areia e vermiculita levaram para germinar não diferiram estatisticamente entre si.

As sementes provenientes de Serra Talhada apresentaram maior sincronia quanto à germinação do que as sementes coletadas em Graça (Tabela 2). Entretanto, ao avaliar os índices de sincronização obtidos das interações entre os substratos e as posições de semeadura verificou-se que os melhores índices foram obtidos quando procedeu-se com a semeadura sobre os substratos.

O intervalo de dias decorrido entre a germinação de uma semente e outra, assim como a sincronia com que esta ocorre é imprescindível para a obtenção de um estande de plântulas uniformes, assim, ressalta-se a importância da escolha do substrato a ser utilizado e da posição em que as sementes são semeadas no mesmo, uma vez que, é essencial uma germinação rápida e uniforme em curto intervalo de tempo quando almeja-se a produção de mudas.

Com base nos resultados da Tabela 3, constatou-se que não houve diferença significativa entre o comprimento da parte aérea das plântulas em relação as procedências das sementes, uma vez que, os valores médios observados foram de 9,96 e 9,94 mm.plântula⁻¹ nas plântulas provenientes das sementes de Graça e de Serra Talhada, respectivamente.

Tabela 3. Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	CPA (mm.plântula ⁻¹)	
Graça-CE	9,96 a	
Serra Talhada-PE	9,94 a	
Substratos	Posições de semeadura	
	Sobre	Entre
Papel	6,00 Ac	6,64 Ac
Areia	10,93 Ab	12,00 Aa
Vermiculita	9,86 Ab	9,37 Ab
Fibra de coco	13,00 Aa	11,80 Aa
CV (%)	12,12	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As combinações substratos e posições de semeadura que mais favoreceram o crescimento da parte aérea foram verificadas ao semear as sementes de *E. spectabile* sobre e entre fibra de coco e entre areia. A semeadura sobre e entre papel mata-borrão não diferiram entre si quanto ao crescimento da parte aérea das plântulas, no entanto, observou-se que houve um atraso no desenvolvimento aéreo das plântulas em relação aos demais substratos avaliados.

Silva et al. (2013) estudando o crescimento de mudas da *Nidularium minutum* Mez. (Bromeliaceae) em diferentes substratos verificaram que o comprimento da parte aérea foi maior nas mudas cultivadas nos substratos fibra de coco e vermiculita aos 191 dias de cultivo.

Em sementes de *Adenanthera pavonina* L. (olho de pombo), Souza et al. (2007) observaram que as plântulas mais desenvolvidas quanto ao comprimento foram provenientes da semeadura entre e sobre fibra de coco e sobre vermiculita.

Quanto ao comprimento do sistema radicular averiguou-se que não houve interação entre os três fatores avaliados, entretanto evidenciou-se interações duplas para procedências x substratos e substratos x posições de semeadura (Tabela 4).

O desenvolvimento inicial das plântulas avaliado pelo comprimento do sistema radicular (Tabela 4) foi satisfatório nas sementes oriundas de Serra Talhada quando semeadas em papel mata-borrão com aproximadamente 9,99 mm.plântula⁻¹, o qual foi estatisticamente superior ao comprimento das raízes das plântulas provenientes das sementes de Graça. O substrato a base de fibra de coco afetou o crescimento do sistema radicular das plântulas, independentemente da região de origem das sementes.

Tabela 4. Comprimento do sistema radicular (CSR) de plântulas de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências	Substratos			
	CSR (mm.plântula ⁻¹)			
	Papel	Areia	Vermiculita	Fibra de coco
Graça-CE	7,87 Ab	6,64 Aba	7,15 Aba	5,84 Ba
Serra Talhada-PE	9,99 Aa	6,01 Ba	6,18 Ba	5,81 Ba
Substratos	Posições de semeadura			
	Sobre		Entre	
Papel	10,82 Aa		7,04 Ba	
Areia	6,10 Ab		6,54 Aa	
Vermiculita	6,59 Ab		6,74 Aa	
Fibra de coco	5,76 Ab		5,89 Aa	
CV (%)				17,43

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já no que diz respeito à interação entre os substratos e as posições de semeadura constatou-se que não houve diferença significativa entre os substratos areia, vermiculita e fibra de coco quando procedeu-se com a semeadura sobre e entre os mesmos. No entanto, averiguou-se que as plântulas originadas das sementes semeadas sobre papel alcançaram o maior valor quanto ao comprimento do sistema radicular com aproximadamente 10,82

mm.plântula⁻¹, o qual diferiu significativamente do comprimento médio das raízes das plântulas obtidas ao semear as sementes entre papel e sobre areia, vermiculita e fibra de coco.

Pacheco et al. (2006) observaram que as combinações entre e sobre areia e entre vermiculita e fibra de coco proporcionaram o melhor desenvolvimento do sistema radicular em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão).

Para o acúmulo de massa seca de plântulas (Tabela 5), o maior valor foi averiguado para as plântulas provenientes das sementes de Serra Talhada quando semeadas tanto sobre papel como sobre areia com 0,1643 mg.plântula⁻¹, o qual diferiu estatisticamente do valor de massa seca obtido das plântulas provenientes da semeadura entre papel e areia com 0,0239 e 0,1172 mg.plântula⁻¹, respectivamente e do valor de massa seca das plântulas oriundas das sementes de Graça, cuja semeadura foi entre areia com 0,1448 mg.plântula⁻¹.

Tabela 5. Massa seca de plântulas (MSP) provenientes de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. em função das procedências, substratos e posições de semeadura. Serra Talhada-PE, 2015

Procedências x Substratos	Posições de Semeadura	
	MSP (mg.plântula ⁻¹)	
	Sobre	Entre
Graça-CE x Papel	0,0225 Ac	0,0197 Ab
Graça-CE x Areia	0,1060 Bb	0,1448 Aa
Graça-CE x Vermiculita	0,0558 Ac	0,0530 Ab
Graça-CE x Fibra de coco	0,0384 Ac	0,0275 Ab
Serra Talhada-PE x Papel	0,1643 Aa	0,0239 Bb
Serra Talhada-PE x Areia	0,1643 Aa	0,1172 Ba
Serra Talhada-PE x vermiculita	0,0508 Ac	0,0335 Ab
Serra Talhada-PE x Fibra de coco	0,0445 Ac	0,0245 Ab
CV (%)	32,37	

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Lima et al. (2011) ao avaliarem diferentes temperaturas e substratos sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) averiguaram que os substratos areia e papel foram os mais eficientes quanto a alocação de massa seca nas plântulas. Em contrapartida, as sementes de *Crescentia cujete* L. (cabaça) resultaram em plântulas mais vigorosas quanto ao acúmulo de massa seca quando semeadas sobre os substratos areia e vermiculita (AZEVEDO et al., 2010).

4 CONCLUSÃO

Os substratos papel mata-borrão, areia, fibra de coco e vermiculita são favoráveis a germinação de sementes de *E. spectabile*, independente das procedências geográficas, desde que proceda-se com a semeadura sobre os mesmos.

5 REFERÊNCIAS

ALFAYA, M. C. F. **Morfologia e germinação de sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae)**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado Ciências Agrárias, área de concentração em Fitotecnia), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2010.

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CANDIDO, A. C. S.; OLIVEIRA, N. C. Qualidade fisiológica de sementes de jiló pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n. 1, p. 58-63, 2012.

AZEVEDO, C. F.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; QUIRINO, Z. G. M. Germinação de sementes de cabaça em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 5, n. 3, p. 354-357, 2010.

AZERÊDO, G. A.; SILVA, B. M. S.; SADER, R.; MATOS, V. P. Umedecimento e substratos para a germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília-DF, 2009, 399p.

CARVALHO, K. I. M.; FERNANDES, H. B.; MACHADO, F. D. F.; OLIVEIRA, I. S.; OLIVEIRA, F. A.; NUNES, P. H. M.; LIMA, J. T.; ALMEIDA, J. R. G. S.; OLIVEIRA, R. C. M. Antiulcer activity of ethanolic extract of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult & Schult f. (Bromeliaceae) in rodents. **Revista Biological Research**, Chile, v. 43, p. 459-465, 2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**, 5ª ed. Funep, Jaboticabal, São Paulo, 2012. 590p.

ESTEVAN, D. A.; FARIA, R. T.; VIEIRA, A. O. S.; MOTA, T. D.; TAKAHASHI, L. S. A. Germinação de sementes de duas bromélias em diferentes substratos. **Científica**, Jaboticabal-SP, v. 38, n. 1/2, p. 07-13, 2010.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G.; MONTEIRO, R. F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B.; LOUZADA, R. B.; VERSIEUX, L. *Bromeliaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16601>>. Acessado em 29 de Janeiro de 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; MEDEIROS, M. S. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá-PR, v. 31, n. 2, p.159-164, 2009.

GUIMARÃES, M. A.; VIANA, C. S.; TELLO, J. P. J.; DAMASCENO, L. A.; MIRANDA, J. F. Emergência e desempenho de plântulas de cubiu em diferentes substratos e profundidades de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, supplement 2, p. 802-810, 2014.

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-RJ, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia, Monografia 24. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1983. 174p.

LADEIA, E. S.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Procedência do fruto e substrato na germinação de sementes de *Pseudobombax longiflorum*

(Mart. et Zucc.) A. Robyns. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 42, n. 2, p.174-180, 2012.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 216-22, 2011.

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.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e teses**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina-PR: ABRATES, 1999.

OLIVEIRA, A. K. M.; FARIAS, G. C. Efeitos de diferentes substratos na germinação de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 7, n. 3, p. 320-323, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. G.; SOUZA, G. R.; GUIMARÃES, A. L.; OLIVEIRA, A. P.; MORAIS, A. C. S.; ARAÚJO, E. C. C.; NUNES, X. P.; ALMEIDA, J. R. G. S. Dried extracts of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) present antioxidant and photoprotective activities in vitro. **Journal of Young Pharmacists**, Bangalore-IN, v. 5, p. 102-105, 2013.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

RAMALHO, M.; BATISTA, M. A.; SILVA, M. *Xylocopa* (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): Uma Associação Estreita no Semiárido do Brasil Tropical. **Revista Neotropical Entomoly**, Piracicaba-SP, v. 33, n. 4, p. 417-425, 2004.

SCHULZ, D. G.; FEY, R.; HERZOG, N. F. M.; MALAVASI, M. M.; MALAVSI, U. C. Efeito da temperatura e substrato na germinação de sementes de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-SC, v. 12, n. 1, p. 51-58, 2013.

SILVA, A. M. Z.; KURITA, F. M. K.; ANDRADE, S. V.; TAMAKI, V. Crescimento de mudas da bromélia ameaçada de extinção *Nidularium minutum* Mez. em diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 25, n. ¾, p. 191-196, 2013.

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-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.