

Teste da condutividade elétrica na avaliação fisiológica em sementes de *Vigna unguiculata*

Electrical conductivity test in the physiological evaluation of *Vigna unguiculata* seeds

Maria da Conceição Freitas Moura^{1,*}, Lucas Kennedy Silva Lima², Camila Castro Santos¹ e Alek Sandro Dutra¹

¹ Universidade Federal do Ceará, Departamento de Fitotecnia, Fortaleza, Brasil.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Departamento de Fitotecnia, Cruz das Almas, Brasil

(*E-mail: ceicaomoura@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17034>

Recebido/received: 2017.02.19

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.05.15

Aceite/accepted: 2017.05.18

RESUMO

Avaliou-se a qualidade fisiológica de sementes de cinco cultivares de feijão-caupi por recurso ao teste da condutividade elétrica comparativamente à análise clássica de vigor de sementes. As sementes foram submetidas, a seis diferentes períodos de embebição – 2, 5, 8, 16, 20 e 24 h – e a duas temperaturas em BOD, 25 °C e 30 °C. A análise tradicional de vigor foi avaliada em 200 sementes, pela germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado. O delineamento conduzido foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes. Os resultados evidenciaram que a condutividade elétrica foi eficiente na distinção da qualidade fisiológica das cultivares de feijão-caupi independente da temperatura utilizada. As cultivares ‘Setentão’ e ‘Gurgueia’ apresentaram as melhores respostas na libertação de lixiviados, essa tendência também foi observada utilizando a metodologia tradicional de avaliação. As cultivares ‘BRS Paraguaçu’ e ‘BRS Guariba’ apresentaram maior libertação de lixiviados e esta última cv. também obteve resultado inferior no envelhecimento acelerado e primeira contagem de germinação. O teste da condutividade elétrica foi eficiente na determinação da qualidade fisiológica das cultivares avaliadas, com baixo efeito da temperatura, podendo ser reduzida para 20 h de embebição.

Palavras-chaves: feijão-caupi, feijão-frade, germinação, qualidade fisiológica, vigor.

ABSTRACT

This study evaluated the physiological quality of seeds of five cultivars of cowpea using the electrical conductivity test in comparison to the classical analysis of seed vigor. The seeds were previously submitted to six different imbibition periods – 2, 5, 8, 16, 20 and 24 h and at two temperatures in BOD (25 °C and 30 °C). The traditional vigor analysis was evaluated in 200 seeds, by germination, first germination count, and emergency speed index and accelerated aging. The design was completely randomized with four replicates of 50 seeds. The results showed that the electrical conductivity was efficient in distinguishing the physiological quality of cowpea cultivars independent of the temperature used, the cultivars ‘Setentão’ and ‘Gurgueia’, obtained the best responses for leachate release, this trend was also observed using the traditional vigor evaluation methodology. The cultivars ‘BRS Paraguaçu’ and ‘BRS Guariba’ showed higher leachate release and the latter also obtained lower result for accelerated aging and first germination count. The electrical conductivity test was efficient in determining the physiological quality of cowpea cultivars, with a low temperature effect, which could be reduced to 20 h of imbibition.

Keywords: cowpea, seed germination, physiological quality, vigor

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é um alimento básico que fornece grandes quantidades de proteínas, calorias, vitaminas e minerais essenciais para a alimentação humana em muitos países, principalmente na África, América Latina, sudeste da Ásia e regiões sudoeste da América do Norte, com uma produção global anual de 3,9 milhões de toneladas (Vasconcelos *et al.*, 2010; Sreerama *et al.*, 2012). No Brasil, é considerada uma das principais leguminosas no âmbito econômico e social. Segundo Galvão *et al.* (2013) os maiores produtores do feijão-caupi encontram-se nas regiões Norte e Nordeste do país.

Entre as dificuldades enfrentadas pelos produtores, destaca-se a baixa produtividade da cultura (Freitas *et al.*, 2012) e, em parte, essa limitação está associada a baixa qualidade genética e fisiológica das sementes (Wamalwa *et al.*, 2016). Nesse contexto, a manutenção da qualidade fisiológica é fundamental para formação de plântulas viáveis e consequente rendimento produtivo (Mendonça *et al.*, 2003).

Diversas técnicas são utilizadas para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, sendo os testes de vigor mais eficazes, pois fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico, quando comparados aos testes de germinação (AOSA, 2002). Dentre as técnicas de vigor, a condutividade elétrica tem-se mostrado eficiente na estimativa do vigor, pois fornece informações rápidas, objetividade e de baixo custo, além de possuir base teórica consistente, sendo capaz de identificar a deterioração das sementes no seu estado inicial (Hampton e Tekrony, 1995).

O teste de condutividade elétrica (CE) é baseado no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (Gonzales *et al.*, 2009). O valor da condutividade da solução de embebição da semente é função direta da quantidade de lixiviados, isto é, quanto maior o valor da condutividade elétrica, menor é o vigor das sementes, pois a condutividade elétrica tem como princípio o aumento da permeabilidade das membranas celulares à medida que a semente se

deteriora, aumento este ocasionado pela desestruturação das membranas celulares (Tunes *et al.*, 2008).

Vários estudos são encontrados na literatura utilizando a condutividade elétrica, em espécies florestais (Gonzales *et al.*, 2009; Flavio e Paula, 2010; Ataíde *et al.*, 2012; Delazeri *et al.*, 2016), hortícolas (Dutra e Vieira, 2006; Torres *et al.*, 2015; Lima e Smiderle, 2013) e culturas anuais (Torres *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2012), de acordo com os autores a técnica apresenta eficácia substancial na determinação da qualidade fisiológica de sementes mesmo nos estágios iniciais de armazenamento. No feijão-caupi os estudos ainda são escassos em comparação com outras leguminosas (Araújo *et al.*, 2011), havendo necessidade de avaliar esta técnica em diferentes cultivares e períodos de embebição. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica por meio do teste da condutividade elétrica comparativamente aos métodos de análise clássica de vigor em sementes de cinco cultivares de feijão-caupi (*V. unguiculata*), submetidas a duas temperaturas de germinação e seis diferentes períodos de embebição.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará/UFC, (Campus do Pici – Fortaleza) utilizando cinco cultivares de feijão-caupi: ‘Setentão’, ‘BRS Paraguaçu’, ‘BRS Marataoã’, ‘BRS Guariba’ e ‘BRS 17-Gurguéia’. As sementes utilizadas foram oriundas do Banco de Germoplasma de feijão-caupi pertencente à UFC, armazenadas em câmara fria, a uma temperatura de $(5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\approx 80\%$ de umidade relativa do ar).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 50 sementes por modalidade. Para o teste da condutividade elétrica, utilizaram-se 200 sementes, com quatro repetições de 50 sementes para cada cultivar, com seis períodos de embebição – 2, 5, 8, 16, 20 e 24 h – e mantidas em BOD nas temperaturas de 25 °C e 30 °C. As sementes foram pesadas em balança com resolução de 0,001 g e embebidas num volume de 75 mL de água destilada. Após cada período

de embebição, a leitura da condutividade elétrica foi determinada em condutímetro (MA521), cujos resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (Marcos Filho e Vieira, 2009).

Além do teste de condutividade elétrica, realizou-se a caracterização fisiológica das cultivares por meio do método clássico para comparar as informações acerca das cultivares avaliadas de acordo com Brasil (2009), submetendo estas as seguintes avaliações: 1) teste de germinação: realizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em papel germitest, umedecidos com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, mantidas em câmaras de germinação do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand), a uma temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 8 h, com avaliação realizada aos oito dias após a sementeira, determinando a porcentagem das plântulas (Brasil, 2009) e 2) primeira Contagem de Germinação foi realizada cinco dias após a sementeira, sendo utilizada a mesma metodologia descrita anteriormente para o teste de germinação; 3) Índice de Velocidade de Emergência (IVE): realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em canteiros com uma profundidade de ± 3 cm, sendo o mesmo calculado conforme Maguire (1962); 4) envelhecimento acelerado: utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes para cada cultivar, colocadas sobre a tela de inox numa caixa plástica (Gerbox), contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram colocadas numa BOD regulada a uma temperatura de 40 °C por um período de 24 h;

Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando o Software SISVAR (Ferreira, 2011), não sendo transformados pois seguiram distribuição normal e homogênea. No teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e o índice de velocidade de emergência utilizou-se o teste de comparação de média (Tukey 5% de probabilidade) e análise de regressão em função dos períodos de embebição para a condutividade elétrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram qualidade fisiológica distinta entre as cultivares testadas, com maior nitidez quando utilizada a condutividade elétrica que apresentou comportamento variado para a liberação de lixiviados. As cultivares ‘Setentão’ e ‘BRS Gurgueia’ foram as que apresentaram menor liberação de lixiviados ao longo do tempo de avaliação (Figura 1). Variação entre as temperaturas para a cultivar ‘Setentão’ ocorreu somente 5 h após a embebição, onde a temperatura de 25 °C foi 29,5% superior (Figura 1A). Já na cultivar ‘BRS Gurgueia’ houve maior liberação de lixiviados na temperatura de 25 °C (17,9%) no final do período de avaliação (24-h) (Figura 1B).

Com ressalva da temperatura de 25 °C para a cultivar ‘Setentão’ que apresentou comportamento cúbico ao longo dos períodos de avaliação, as demais temperaturas seguiram tendência quadrática,

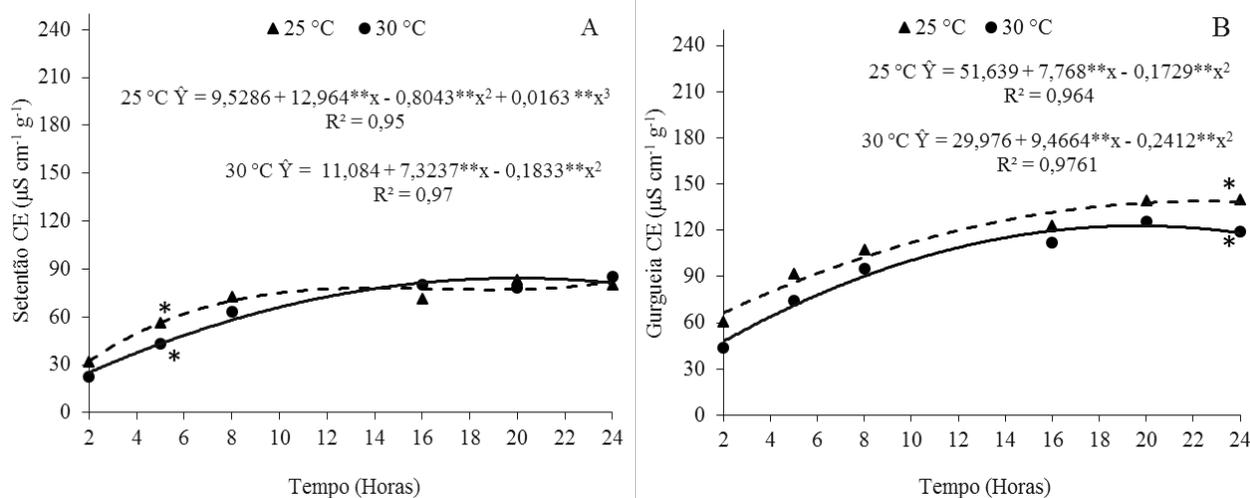


Figura 1 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) registrada nas cultivares ‘Setentão’ e ‘Gurgueia’ nas temperaturas de 25 °C e 30 °C e nos seis períodos de embebição.

onde foi observado maior acumulação de lixiviados as 19,9 h com CE de 84,2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ a 30 °C na cultivar ‘Setentão’ (Figura 1A). Já na cultivar ‘BRS Gurgueia’ foi identificado maior acumulação as 22,4 h e 19,6 h com CE de 138,9 e 122,8 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para as temperaturas de 25 °C e 30 °C, respectivamente (Figura 1B). Esses resultados indicam uma tendência crescente na liberação de lixiviados até as 19 h de embebição e após esse período ocorre decréscimo na liberação de lixiviados, com isso, o período de embebição para ambas as cultivares pode ser reduzido para 20 h de condicionamento sem haver prejuízo para os resultados.

Dutra e Vieira (2006), ao estudarem o vigor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), também verificaram que é possível reduzir o período de condicionamento das sementes sem prejudicar a confiabilidade dos resultados. Lopes e Franke (2010), ao trabalharem com o teste da condutividade elétrica para avaliar sementes de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), verificaram que no período de 1 h de imersão, já foi possível separar um lote dos demais, mostrando que este, mesmo num curto período de imersão apresentou maior potencial fisiológico.

A integridade fisiológica das sementes da cultivar ‘Setentão’ demonstrou ser superior a ‘BRS Gurgueia’ pois esta última liberou 45,8% mais lixiviados do que a cultivar ‘Setentão’ no pico de liberação aos 30 °C (Figura 1B). De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), sementes com valores baixos de CE são classificadas como sementes de “alto vigor”. A cultivar ‘Setentão’ também obteve resultados favoráveis nos demais parâmetros fisiológicos testados (Quadro 1).

Quadro 1 - Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e o índice de velocidade de emergência (IVE) nas cultivares de *Vigna unguiculata* L., Fortaleza, 2014

Cultivar	G (%)	PC (%)	EA (%)	IVE (%)
‘Setentão’	98 ab	97 ab	93 ab	15,05 a
‘Paraguaçu’	99 a	98 ab	95 a	18,24 a
‘Marataoã’	97 ab	92 bc	85 ab	16,22 a
‘Guariba’	94 b	88 c	82 b	14,65 a
‘Gurgueia’	100 a	100 a	95 a	16,03 a
CV (%)	3,41	2,39	5,78	16,44

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Batista *et al.* (2012), ao trabalharem com o teste da condutividade elétrica na temperatura de 25 °C e diferentes períodos de embebição (2, 4, 8, 12 e 24 h) e dois diferentes volumes de água, também verificaram eficiência na separação dos lotes de feijão-caupi cv. ‘BRS Guariba’. Os referidos autores também verificaram que a liberação foi consideravelmente maior quando as sementes foram submetidas a períodos de 12 e 24 h, independentemente das combinações de números de sementes e quantidade de água, demonstrando-se assim, menor lixiviação nos períodos menores de avaliação.

As cultivares ‘BRS Paraguaçu’ e ‘BRS Guariba’ apresentaram os maiores valores de CE entre as cultivares testadas, indicando que a qualidade fisiológica dessas variedades era inferior às demais. No entanto, quando analisado em função dos demais atributos fisiológicos (Quadro 1), não foram identificadas variações entre as cultivares, com ressalva da primeira contagem de emergência (PCE) que foi inferior na cultivar ‘BRS Guariba’. Esses resultados sinalizam para uma maior acurácia na avaliação do potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi utilizando o teste de condutividade elétrica, pois a técnica é capaz de identificar a deterioração das sementes em seu estado inicial (Hampton e Tekrony, 1995).

A maior liberação de lixiviados não esteve diretamente relacionado com a perda do poder germinativo da semente. Porém, pode estar associado ao menor crescimento e velocidade na protrusão da radícula como observado por Silva *et al.* (2014) em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Diferenças no valor da condutividade também podem estar relacionadas a certas características intrínsecas da cultivar, como o teor de lignina no tegumento da semente (Alvarez *et al.*, 1997). No entanto, Teixeira *et al.* (2010) não identificaram associação com o aumento do teor de lignina e liberação de lixiviados no feijão-caupi. De acordo com Munizzi *et al.* (2010) sementes com baixo vigor, no campo, apresentam desigualdade na emergência e plântulas menos vigorosas do que as das sementes com alto vigor, conseqüentemente diferenças nas taxas de crescimento durante o período juvenil.

Na cultivar ‘BRS Paraguaçu’ foi observado comportamento bastante semelhante na liberação de lixiviados em função das temperaturas, com distinção

somente às 20 h de embebição (Figura 2A). Já na cultivar 'BRS Guariba' a temperatura de 25 °C apresentou tendência linear ao longo do tempo de embebição, com máxima acumulação de lixiviados às 24 h de embebição, com CE de 201,1 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Em função desse comportamento, variação entre as temperaturas foram observadas as 16, 20 e 24 h de embebição (Figura 2B). A temperatura de 30 °C influenciou a liberação de lixiviados de forma crescente até 22,6 h, com CE de 150,5 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Figura 2B).

lixiviados na temperatura de 25 °C utilizando a cultivar 'BRS Guariba' (Figura 2B).

A cultivar 'BRS Marataoã' apresentou ajuste quadrático para ambas as temperaturas, que diferiram entre si em 8 e 16 h de embebição, sendo libertado mais lixiviado na temperatura de 25 °C. O ponto máximo de CE foi alcançado com 22,2 h e 22,5 h para as temperaturas de 25 °C e 30 °C equivalendo a 172,9 e 162,3 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente (Figura 3). De acordo com Rosa *et al.* (2000),

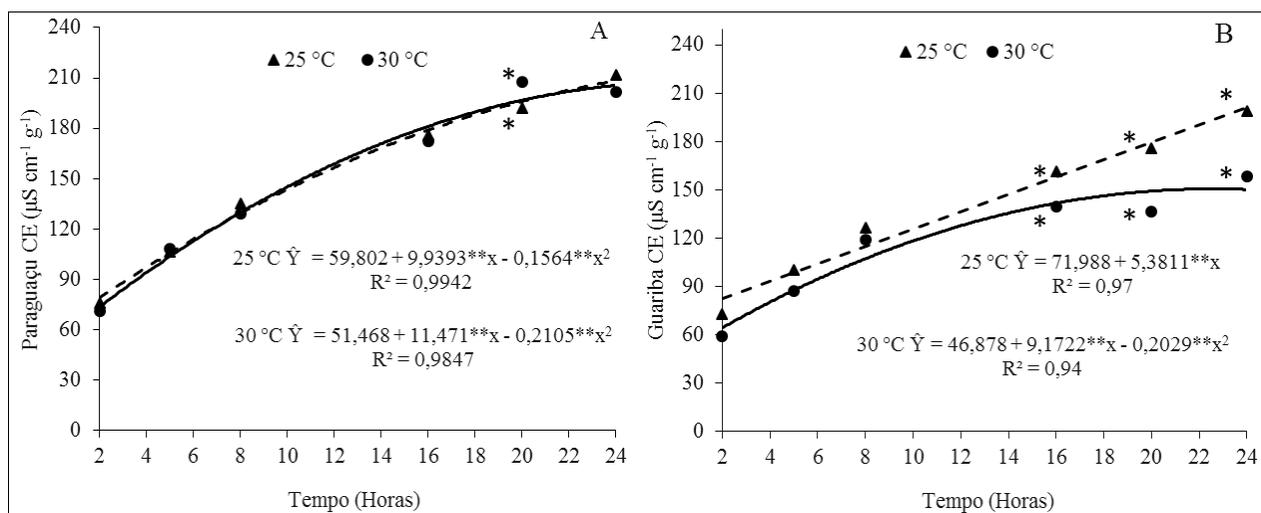


Figura 2 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) nas cultivares 'Paraguaçu' e 'Guariba' nas temperaturas de 25 °C e 30 °C e nos seis períodos de embebição.

Entre os vários fatores que envolvem o teste de condutividade elétrica, o período de embebição pode afetar os resultados, mas precisa ser monitorizado com cuidado para assegurar a precisão desses valores (Marcos Filho, 2005). Outro fator importante é a temperatura durante o período de embebição que, segundo Vieira e Carvalho (1994), a elevação da temperatura de embebição provoca danos térmicos nas membranas, o que proporciona aumento da energia de ativação das moléculas, modificando assim a viscosidade da água e, conseqüentemente, ocorre aumento dos valores da condutividade elétrica. Neste estudo as temperaturas apresentaram resultados semelhantes ao longo das avaliações, com sutil liberação de

a liberação inicial de eletrólitos é intensa, tanto pelas sementes vigorosas quanto pelas sementes deterioradas, tornando-se difícil diferenciar lotes no começo da embebição. Assim, à medida que as sementes vão reorganizando as suas membranas, a liberação de íons estabiliza, sendo possível a diferenciação dos lotes em níveis de qualidade (Dalanhol *et al.*, 2014).

Quando analisado o potencial fisiológico das cultivares de feijão-caupi a partir das variáveis clássicas, foi observado maior vigor na cultivar 'BRS Gurgueia' (Quadro 1) que também obteve reduzida liberação de lixiviados (Figura 1B). Essa cultivar, foi semelhante estatisticamente a 'Setentão' e 'BRS Paraguaçu', uma vez que, pelo teste de condutividade elétrica, esta última obteve os maiores valores

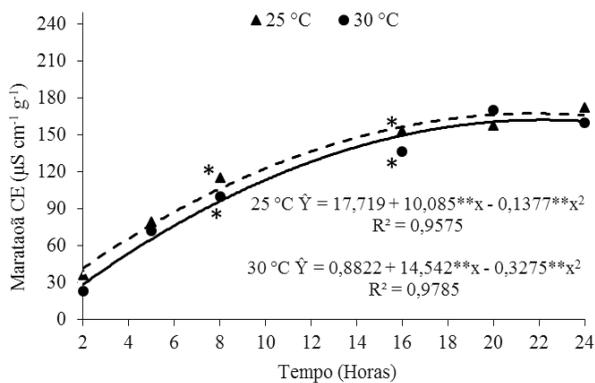


Figura 3 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) no 'Marataoã' nas temperaturas de 25 °C e 30 °C e nos seis períodos de embebição.

de lixiviados independentemente da temperatura utilizada (Figura 2A).

Avaliando o potencial fisiológico de diferentes cultivares de feijão-caupi Teixeira *et al.* (2010) obtiveram comportamento semelhante para 'BRS Gurguéia', 'BRS Paraguaçu' e 'BRS Marataoã' que, no entanto, ficaram abaixo das médias obtidas neste estudo. Teófilo *et al.* (2008), verificaram qualidade fisiológica superior, nas cultivares de feijão-caupi 'Aparecido' e 'BRS Marataoã', resultados que estão de acordo com os encontrados neste trabalho, pois ao avaliar o teste de germinação e o envelhecimento acelerado observou que a cultivar 'BRS Marataoã' apresentou resultados promissores nestas avaliações (Quadro 1). Porém, os dados encontrados pelos autores para a cultivar 'Setentão' são inferiores quando comparados a 'BRS Marataoã'.

A germinação das cultivares ficou acima de 90% indicando excelente potencial germinativo em todas as cultivares (Quadro 1), no entanto, o teste da primeira contagem de germinação (PCG) e envelhecimento acelerado (EA) apresentaram redução

para cultivar 'BRS Guariba' que também obteve elevada liberação de lixiviados (Figura 2B), além disso, como não foi contabilizado a porcentagem de plântulas normais e anormais não sendo possível verificar se as cultivares com maior liberação de lixiviados também apresentaram formação de plântulas anormais. Vanzolin *et al.* (2007) verificaram que o lote de sementes de soja (*Glycine max* (L.)Merr.) que apresentou maior CE resultou na redução do comprimento do hipocótilo, epicótilo e comprimento da plântula.

Os resultados identificados neste estudo demonstram a importância e eficácia da utilização da condutividade elétrica na determinação do potencial fisiológico de diferentes cultivares de feijão-caupi, promovendo expressiva antecipação na obtenção de resultados precisos e confiáveis, que estão disponíveis com 20 h de embebição das sementes.

CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica mostrou-se eficaz na determinação da qualidade fisiológica das cultivares de feijão-caupi testadas. A sensibilidade do teste de condutividade elétrica foi maior do que os testes clássicos de vigor de sementes. As cultivares 'Setentão' e 'BRS Gurguéia' apresentaram melhor potencial fisiológico com base no teste de condutividade elétrica, que também seguiram a mesma tendência na metodologia tradicional. As cultivares 'BRS Paraguaçu' e 'BRS Guariba' apresentaram inferior qualidade fisiológica pelo teste de condutividade, enquanto a cultivar 'BRS Marataoã' obteve resposta intermédia.

O tempo de imersão pode ser reduzido para 20 h em todas as cultivares testadas com temperatura de 20 ou 30 °C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, P.J.C.; Krzyzanowski, F.C.; Mandarino, J.M.G. & França Neto, J.B. (1997) – Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. *Seed Science and Technology*, vol. 25, n. 2, p. 209-214.
- Araújo, R.F.; Zonta, J.B.; Araújo, E.F.; Donzeles, S.M.L. & Costa, G.M. (2011) – Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). *Idesia (Arica)*, vol. 29, n. 2, p. 79-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000200010>
- AOSA (2002) – *Seed vigor testing handbook*. Association of Official Seed Analysts. Lincoln, NE, USA, 105 p.
- Ataide, G.D.M.; Flôres, A.V.; Eduardo, E.D.L. & Resende, R.T. (2012) – Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 7, n. 4, p. 635-640. <https://doi:10.5039/agraria.v7i4a1688>
- Batista, N.A.S.; Luz, P.B.; Sobrino, S.P.; Neves, L.G. & Krause, W. (2012) – Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. *Revista Ceres*, vol. 59, n. 4, p. 550-554. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400017>
- Brasil (2009) – *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária SNDA/DNDV/CLAV, Brasília. 365 p.
- Dalanhol, S.J.; Rezende, E.H.; Abreu, D.C.A. & Nogueira, A.C. (2014) – Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. *Revista Floresta e Ambiente*, vol. 21, n. 1, p. 69-77. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2014.013>
- Delazeri, P.; Garlet, J. & Souza, G.F. (2016) – Electrical Conductivity Test in Batches of *Schinus molle* L. Seeds. *Revista Floresta e Ambiente*, vol. 23, n. 3, 413-417. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.142615>
- Dutra, A.S. & Vieira, R.D. (2006) – Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 2, p. 117-122. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000200015>
- Ferreira, D.F. (2011) – Sisvar a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Flavio, J.J.P. & Paula, R.C.D. (2010) – Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vendellianum* A. Juss. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, vol. 38, n. 87, p. 391-399.
- Freitas, A.D.S.; Silva, A.F. & Sampaio, E.V.D.S.B. (2012) – Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. *Biomass and Bioenergy*, vol. 45, p. 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.05.017>
- Galvão, J.R.; Fernandes, A.R.; Melo, N.C.; Silva, V.F.A. & Albuquerque, M.P.F. (2013) – Sistemas de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. *Revista Caatinga*, vol. 26, n. 2, p. 41-49.
- Gonzales, J.L.S.; Paula, R.C.D. & Valeri, S.V. (2009) – Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. Fabaceae-Mimosoideae. *Revista Árvore*, vol. 33, n. 4, p. 625-634. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000400005>
- Hampton, J.M. & Tekrony, D.M. (1995) – *Handbook of vigour test methods*. ISTA, Zürich. 117 p.
- Lima, J.M. & Smiderle, O.J. (2013) – Potencial fisiológico de sementes de soja-hortaliça produzidas com diferentes adubações e armazenadas por doze meses. *Revista Agro@ambiente*, vol. 7, n. 1, p. 70-79. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i1.801>
- Lopes, R.R. & Franke, L.B. (2010) – Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 1, p. 123-130.
- Marcos Filho, J. (2005) – *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. FEALQ, Piracicaba. 495 p.
- Marcos Filho, J. & Vieira, R.D. (2009) – Seed vigor tests: Procedures – conductivity tests. In: Baalbaki, R.; Elias, S.; Marcos Filho, J. & McDonald, M.B. (Eds.) – *Seed vigor tests handbook*. AOSA, Ithaca. p. 186-200.
- Maguire, J.D. (1962) – Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, vol. 2, n. 1, p. 176-177.
- Mendonça, E.A.F.; Ramos, N.P. & Fessel, S.A. (2003) – Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. – var. Itálica). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 25, n. 1, p.18-24. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222003000100004>

- Munizzi, A.; Braccini, A.L.; Rangel, M.A.S.; Scapim, C.A. & Albrecht, L.P. (2010) – Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 1, p. 176-185. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000100020>
- Oliveira, F.N.; Torres, S.B.; Vieira, F.E.R.; Paiva, E.P. & Dutra, A.S. (2012). Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 42, n. 3, p. 279-287. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000300007>
- Rosa, S.D.V.F.; Pinho, E.V.R.V.; Vieira, M.G.G.C. & Veiga, R.D. (2000) – Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, n. 1, p. 54-63. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v22n1p54-63>
- Silva, V.N.; Zambiasi, C.A.; Tillmann, M.A.A.; Menezes, N.L. & Villela, F.A. (2014) – Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 2, p. 206-213.
- Sreerama, Y.N.; Sashikala, V.B.; Pratapa, V.M. & Singh, V. (2012) – Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, vol. 131, n. 2, p. 462-468. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.008>
- Teixeira, I.R.; Silva, G.C.; Oliveira, J.P.R.; Silva, A.G. & Pelas, A. (2010) – Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 41, n. 2, p. 300-307. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200019>
- Teófilo, E.M.; Dutra, A.S.; Pitombeira, J.B.; Dias, F.T.C. & Barbosa, F.S. (2008) – Potencial fisiológico de sementes de feijão caupi produzidas em duas regiões do Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 39, n. 3, p. 443-448.
- Torres, S.B.; de Paiva, E.P.; de Almeida, J.P.N.; Benedito, C.P. & Carvalho, S.M.C. (2015) – Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 46, n. 3, p. 622-629. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150046>
- Torres, S.B.; Medeiros, M.A.; Tosta, M.S. & Costa, G.M.M. (2009) – Teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 3, p. 70-77. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300008>
- Tunes, L.M.; Barros, A.C.S.A.; Badinelli, P. G. & Olivo, F. (2008) – Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 3, n. 4, p. 321-326. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i4a354>
- Vanzolini, S.; Araki, C.D.S.; Silva, A.C.T.M. & Nakagawa, J. (2007). Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 2, p. 90-96. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200012>
- Vasconcelos, I.M.; Maia, F.M.M., Farias, D.F.; Campello, C.C.; Carvalho, A.F.O.; Moreira, R.A. & Oliveira, J.T.A. (2010) – Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 23, n. 1, p. 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.05.008>
- Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (1994) – *Testes de vigor em sementes*. FUNEP, Jaboticabal. 164 p.
- Vieira, R.D. & Krzyzanowski, F.C. (1999) – Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. & França Neto, J.B. (Eds.) – *Vigor de sementes: conceitos e testes*. ABRATES, Londrina. p. 1-26.
- Wamalwa, E.N.; Muoma, J. & Wekesa, C. (2016) – Genetic Diversity of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Accession in Kenya Gene Bank Based on Simple Sequence Repeat Markers. *International Journal of Genomics*, vol. 2016, art. 8956412. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8956412>