



AVALIAÇÃO DE QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO ATRAVÉS DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF COTTON SEEDS THROUGH THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST

Emyle da Silva Santos Queiroz¹, Leandra Brito de Oliveira¹, Lucas Barbosa Ribeiro de Carvalho², Leticia Zorilda Sousa Ribeiro de Carvalho¹, Ana Angélica Santos Silva¹

Artigo recebido em: 03/08/2023 e aceito para publicação em: 08/01/2024.

DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v24i1.12497>

Resumo: Os testes rápidos de vigor, que são capazes de produzir informações consistentes, envolve, geralmente processos fisiológicos da deterioração, como é o caso do teste de condutividade elétrica, que tem se mostrado eficiente na estimativa do vigor. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade fisiológica das sementes de quatro diferentes cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), através do teste de condutividade elétrica. Utilizou-se 75 sementes, com três repetições de 25 sementes para cada cultivar, com seis períodos de embebição – 2, 6, 10, 18, 20 e 24 h - e mantidas em BOD na temperatura de 34° C. Para o teste de caracterização fisiológica das cultivares foi realizado a semeadura com três repetições de 25 sementes para cada cultivar, a uma profundidade de ± 3 cm. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições de 25 sementes por cultivar. Os resultados demonstraram qualidade fisiológica diferente entre as cultivares testadas, com maior exatidão no teste de condutividade elétrica que os testes comuns de caracterização fisiológica de sementes. A cultivar 'FM 910' obteve os melhores resultados para o teste de condutividade elétrica, apesar de não ter tido uma porcentagem boa de plântulas normais, devido à baixa emergência das plântulas ao decorrer dos 15 dias após semeadura. Na seleção de lotes com alto vigor, a cultivar 'DP 1746B2RF' seria a escolhida, por apresentar baixo valor de lixiviados, bons resultados de IVE e PC, apresentando também alta porcentagem de plântulas normais, e baixa porcentagem de plântulas anormais. As cultivares 'IMA 6501 B2FF' e 'FM 983GLT' são consideradas de qualidade inferior pelo teste de CE, sendo que a 'FM 983GLT' teve uma alta porcentagem de plântulas anormais.

Palavras-chave: Vigor. Embebição. Plântulas normais.

Abstract: Rapid vigor tests, which are capable of producing consistent information, generally involve physiological deterioration processes, such as the electrical conductivity test, which has shown to be efficient in vigor estimation. The objective of this article is to evaluate the physiological quality of four different cotton varieties seeds (*Gossypium hirsutum* L.), through the electrical conductivity test. 75 seeds were used, with three sets of 25 seeds for each variety, with six periods of imbibition - 2, 6, 10, 18, 20 and 24 h - and kept in BOD at a temperature of 34° C. For the varieties physiological characterization test, sowing was carried out with three sets of 25 seeds for each variety, at a depth of ± 3 cm. The design that was used was completely randomized (DIC), with three sets of 25 seeds per

¹ Universidade do Estado da Bahia – UNEB, BA. E-mails: (emylelessq@gmail.com, lboliveira@uneb.br, leticiaaqile@gmail.com, anaangelica031@gmail.com)

² Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC, Goiânia. E-mail: (lubarica@gmail.com)

variety. The results showed different physiological quality among the tested varieties, with greater accuracy in the electrical conductivity test than the common physiological characterization tests of the seeds. Variety 'FM 910' obtained the best results for the CE test, despite not having a good percentage of normal seedlings, due to the low emergence of seedlings during the 15 days after sowing. In the selection of batches with high vigor, the 'DP 1746B2RF' variety would be chosen, as it presents a low amount of leachate, good IVE and PC results, it also presents a high percentage of normal seedlings, and a low percentage of abnormal seedlings. Varieties 'IMA 6501 B2FF' and 'FM 983GLT' are considered to be inferior quality by the CE test, and 'FM 983GLT' had a high percentage of abnormal seedlings.

Keywords: Vigor. Soaking. Normal seedlings.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, inclui-se no grupo de países que concentram os maiores mercados de sementes no mundo, segundo Neto *et al.* (2014), o país conta com aproximadamente 1.218 unidades armazenadoras, 673 unidades operacionais de beneficiamento, e 168 laboratórios de sementes, gerando empregos e aumentando a economia do país. Embora a maioria das empresas que trabalham com melhoramento de sementes sejam do setor privado, instituições públicas e privadas trabalham juntas na busca por melhores cultivares que venham atender a demanda do agricultor, de forma que este possa ter uma ótima produção e garantia de qualidade.

Segundo Souza *et al.* (2014) quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, elas “passam por um processo irreversível de deterioração ou envelhecimento”, refletindo assim, na qualidade da semente e, conseqüentemente, afetando a produção. Portanto a avaliação do vigor de sementes é consideravelmente importante para assegurar a qualidade fisiológica das sementes, e ao final, o produto a ser concedido ao agricultor.

Os testes de germinação, emergência e vigor são fundamentais para o processo de controle de qualidade (Torres *et al.*, 2015). Os métodos utilizados para avaliar qualidade de sementes devem ser confiáveis, e de rápida obtenção de resultados, limitando assim, os riscos e possíveis prejuízos no setor de tecnologia de produção de sementes. Pesquisas revelam que testes rápidos de vigor, que são capazes de produzir informações consistentes, envolve, geralmente processos fisiológicos da deterioração, como é o caso do teste de condutividade elétrica (Costa *et al.*, 2006; Borges, 2016; Marques, 2017).

O teste de condutividade elétrica tem se mostrado eficiente na estimativa do vigor, ele determina a quantidade de íons liberados durante a embebição das

sementes em função direta da quantidade de lixiviados, sendo assim, quanto maior for o valor da condutividade elétrica, menor será o vigor das sementes (Moura *et al.*, 2017; Guollo *et al.*, 2017). Outros testes de qualidade de semente como os métodos utilizados para caracterização de sementes, apesar de eficientes são menos precisos que o de condutividade elétrica.

Segundo Popinigis (1985) a emergência e o estabelecimento inicial da cultura no campo podem ser melhor estimadas pelos testes de vigor, desta forma facilitando na separação de lotes com sementes de qualidade e as de qualidade inferior. Muitos trabalhos falam sobre a eficiência do teste de condutividade em relação a qualidade fisiológica de semente, uma vez que esta afeta diretamente na produção e, conseqüentemente, aspectos econômicos do agricultor, desta forma, escolheu-se uma cultura de importância significativa para a região Oeste da Bahia, para testar a eficácia do teste de condutividade elétrica.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade fisiológica das sementes de quatro diferentes cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), através do teste de condutividade elétrica.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e em Casa de Vegetação, na Universidade do Estado da Bahia – Campus IX – Barreiras, Bahia (12° 8' 54" Sul, 44° 59' 33" Oeste), no período de 11 de setembro de 2021, à 30 de setembro de 2021.

1.2 Condução do experimento

A condução do experimento foi dividida em duas partes, na primeira parte, realizada em laboratório, foi feita a avaliação de condutividade elétrica, e na segunda parte, realizada em casa de vegetação, foi feita a avaliação das características fisiológicas a partir de testes clássicos para avaliação de vigor. Utilizou-se quatro cultivares de algodão: 'DP 1746B2RF', 'FM 983GLT', 'IMA 6501 B2FF', 'FM 910'. As

sementes foram procedentes do banco de sementes da Fundação Bahia – Luís Eduardo Magalhães, BA, Brasil, todas da safra 2018/19.

Para o teste de condutividade elétrica utilizou-se 75 sementes, com três repetições de 25 sementes para cada cultivar, com seis períodos de embebição – 2, 6, 10, 18, 20 e 24 h - e mantidas em BOD na temperatura de 34°C. Elas foram pesadas em balança de precisão, e colocadas em béqueres de 100 mL, e posteriormente embebidas num volume de 75 mL de água destilada. Após cada período de embebição, foi feita a leitura da condutividade elétrica por um condutímetro, cujos resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.

Para o teste de caracterização fisiológica das cultivares, na segunda parte do trabalho, foi realizado a semeadura das sementes das quatro cultivares de algodão em bandejas para mudas contendo substrato (Bioplant Plus). A semeadura foi realizada com três repetições de 25 sementes para cada cultivar, a uma profundidade de ± 3 cm. Após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações:

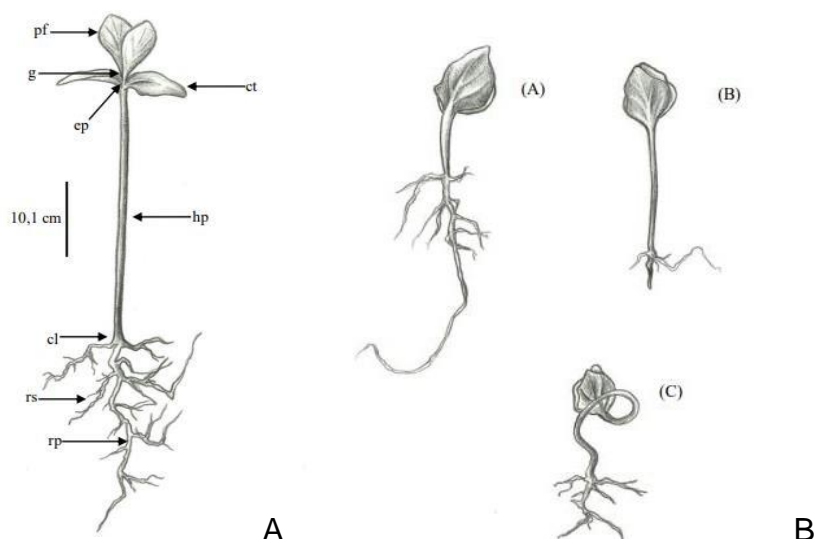
- (1) primeira contagem de Germinação: que foi realizada aos 5 dias após semeadura fazendo a contagem de porcentagem plântulas por cultivar (MOURA *et al.*, 2017).
- (2) Índice de Velocidade de emergência (IVE), equação proposta por Maguire (1962), a qual é representada da seguinte forma: $\text{IVE} = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a... 15^a avaliação.
- (3) Porcentagem de plântulas normais e anormais: onde foi feita a contabilização de plântulas normais aos 15 dias após semeadura, para estudar se as cultivares com maior liberação de lixiviados apresentam ou não, plântulas anormais (Moura *et al.*, 2017).

1.3 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições de 25 sementes por cultivar para condutividade elétrica e os demais testes de caracterização fisiológica. Utilizou-se análise de regressão para o teste de

condutividade elétrica (Moura *et al.*, 2017); para os testes de Primeira Contagem de germinação (PC), e IVE utilizou-se o teste de comparação de média (Tukey a 5% de probabilidade); a porcentagem de plântulas normais e anormais foi determinada utilizando os critérios propostos por Rodrigues *et al.* (2013), que ao estudar plântulas de *Ixora coccínea* (planta arbustiva) caracterizou que as plântulas normais possuía suas estruturas essenciais como o hipocótilo (hp), cotilédones (ct), epicótilo (ep), protófilos (pf), coleto (cl), gema apical (g), raiz primária (rp) e secundária (rs), em perfeito estado, e as plântulas consideradas anormais foi caracteriza pela deficiência dessas estruturas como representado na Figura 1.

Figura 1 - Plântulas de *I. coccínea* nas condições normal (A) e anormal (B)



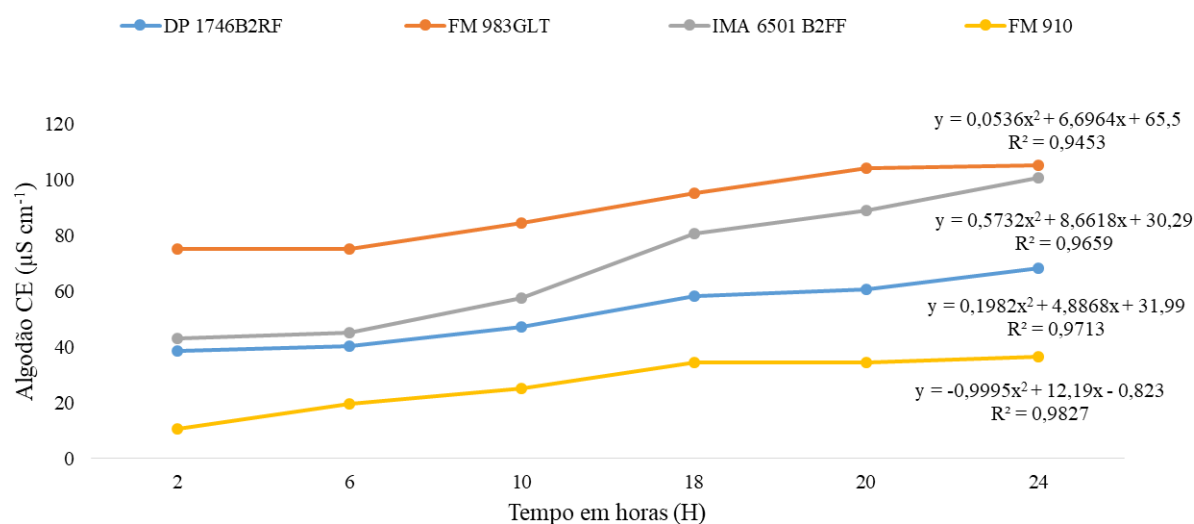
Fonte: RodrigueS *et al.* (2013, fig. 1).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram qualidade fisiológica diferente entre as cultivares testadas, com maior exatidão no teste de condutividade elétrica que os testes comuns de caracterização fisiológica de sementes, isso devido ao fato de que no teste de condutividade elétrica se obtiveram resultados variados (Figura 2), enquanto que nos demais não houve diferença significativa, com exceção a primeira contagem de germinação realizado ao quinto dia após semeadura. Resultados semelhantes foram encontrados por Moura *et al.* (2017), que ao estudar a condutividade elétrica

nas sementes de *Vigna unguiculata* (feijão-caupi), observou que nos testes de avaliação fisiológica tradicionais, somente o teste de primeira contagem de germinação obteve resultados estatisticamente diferentes, entre as cultivares avaliadas.

Figura 2 - Condutividade elétrica das cultivares 'DP 1746B2RF', 'FM 983GLT', 'IMA 6501B2FF', 'FM 910' de Algodão



Fonte: Elaborado pelo autor.

As cultivares 'FM 910' e 'DP 1746B2RF', foram as que apresentaram menor liberação de lixiviados comparado as outras duas cultivares, sendo que a 'FM 910' apresentou melhores resultados, pois quanto menor o valor de condutividade elétrica maior o vigor da semente (Torres *et al.*, 2015), nota-se também que essa cultivar teve aumento de lixiviados aos 4 primeiros períodos de embebição – 2, 6, 10, e 18 h – e se estabiliza nos dois últimos períodos atingindo um valor de $36,27 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ na última observação, sendo este o menor valor de CE encontrado nesse estudo ao final dos períodos de observação.

A cultivar 'DP 1746B2RF', também obteve valores de CE inferiores aos das cultivares 'IMA 6501 B2FF' e 'FM 983GLT', porém seus resultados foram superiores aos da cultivar 'FM 910', citada acima. Os valores da cultivar 'DP 1746B2RF', subiram gradualmente atingindo seu pico no último período de observação com o valor de $68 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. As outras duas cultivares 'IMA 6501 B2FF' e 'FM 983GLT', foram as que apresentaram os maiores valores de lixiviados atingindo valores de CE de 100,7 e 105 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, entre as cultivares estudadas foram as que

apresentaram baixo vigor devido aos seus altos valores de CE.

Nota-se que todas as cultivares tiveram aumento de lixiviados ao período de 24 h de embebição, sendo esse o período de observação que teve os maiores valores de CE para todas as cultivares. Esses resultados também comprovam a eficácia do teste de CE para seleção de lotes com alto vigor.

A Tabela 1 apresenta os valores de índice de velocidade de emergência (IVE) e primeira contagem de germinação (PC), analisadas estatisticamente pelo teste de comparação de média Tukey a 5% de probabilidade. Nota-se que as cultivares não diferiram estatisticamente entre sino primeiro teste, e diferiram no segundo com a cultivar 'DP 1746B2RF' apresentando a maior porcentagem de PC, e a cultivar 'IMA 6501 B2FF' o menor valor. Os coeficientes de variação variaram entre 13,77 e 19,16%, indicando a homogeneidade dos resultados, ou seja, os resultados são precisos estatisticamente.

Tabela 1 - Índice de velocidade de emergência (IVE), primeira contagem de germinação (PC) nas cultivares de Algodão, Barreiras, 2021.

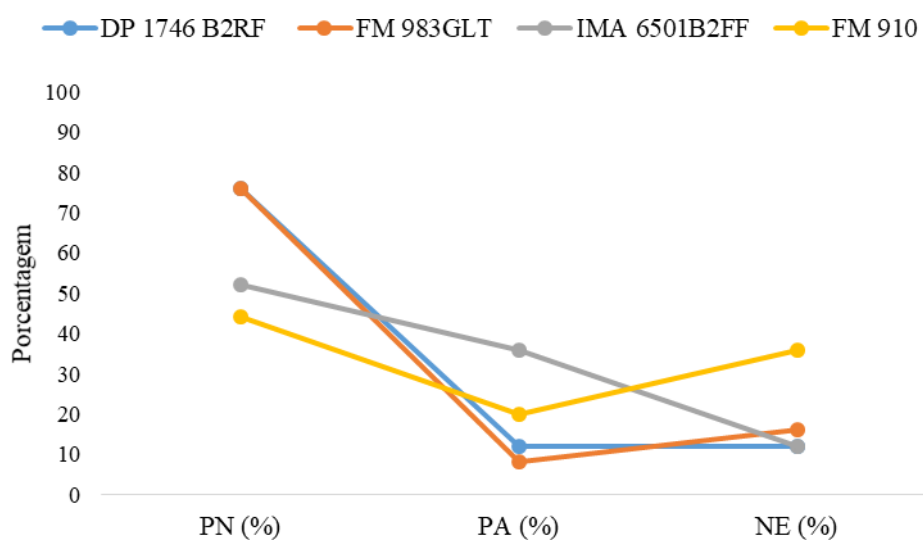
Cultivar	IVE (%)	PC (%)
DP 1746 B2RF'	27,55 a	68 a
FM 983GLT'	29,75 a	50,7 b
IMA 6501B2FF'	21,87 a	40 c
FM 910'	21,87 a	50,7 b
CV (%)	13,77	19,16

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

A cultivar 'FM 910' também teve bons resultados nos testes de IVE e PC (Tabela 1), no entanto ao analisar a porcentagem de plântulas normais (PN), ela foi a cultivar que obteve o menor número, apresentando uma porcentagem de 44%, 20% de plântulas anormais (PA) e 36% de suas sementes não emergiram (NE) (Figura 3). A cultivar 'DP 1746B2RF' também obteve bons resultados de IVE, e para primeira contagem de germinação ela foi a que obteve o melhor resultado, como é possível observar na Tabela 1, essa cultivar também foi uma das que apresentaram maior porcentagem de plântula normal com 76%, assim como a cultivar 'FM 983GLT', que apesar de ter tido o maior valor de lixiviados na CE (Figura 2), teve uma boa porcentagem de plântulas normais e um dos menores valores de plântulas anormais. Entretanto, a cultivar 'IMA 6501 B2FF' que também obteve um alto valor

de lixiviados na CE, foi a que obteve a maior porcentagem de plântulas anormais.

Figura 3 - Porcentagem de plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), e sementes que não emergiram (NE%) das cultivares de Algodão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses valores discrepantes podem ter resultado da quantidade de plântulas que emergiram, pois, ao analisar as plântulas normais e anormais seguindo os critérios de Rodrigues *et al.* (2013), notou-se que a cultivar 'FM 910', a qual apresentou o menor valor de CE sendo considerada, segundo a literatura, uma semente de alto vigor, teve uma menor emergência de plântulas, no entanto ao retirar essa cultivar da sementeira notou-se muitas sementes germinadas, mas que não conseguiram emergir no período de 15 dias após a semeadura, como as demais cultivares.

Resultados semelhantes foram encontrados por Costa *et al.* (2006), que ao analisarem condutividade elétrica em sementes de café, encontraram sementes que apresentaram baixa CE e eram classificadas como sementes mortas, ou seja, sementes que não eram capazes de germinar e/ou emergir, mesmo obtendo bons resultados de CE. Essas sementes mortas foram apontadas como as sementes que sofreram deterioração por fungos, no entanto alguns outros lotes das sementes de

café que também tiveram baixos valores de CE, originaram plântulas anormais, e sementes com condutividade alta originaram plântulas normais, elas atribuíram esses resultados à forma de armazenamento das sementes e o manejo durante à colheita das mesmas.

3 CONCLUSÕES

O teste de condutividade elétrica mostrou-se ser preciso na determinação de qualidade fisiológica das cultivares de algodão, devido a sua sensibilidade. A cultivar 'FM 910' obteve os melhores resultados para o teste de CE e bons resultados para os testes clássicos, apesar de não ter tido uma porcentagem boa de plântulas normais, devido à baixa emergência das plântulas ao decorrer dos 15 dias após semeadura, comparado as demais cultivares. As cultivares 'IMA 6501 B2FF' e 'FM 983GLT' são consideradas de qualidade inferior pelo teste de CE, sendo que a 'FM 983GLT' teve uma alta porcentagem de plântulas anormais, que interferiria na sua produtividade.

Na seleção de lotes com alto vigor, a cultivar 'DP 1746B2RF' seria a escolhida, pois, apresenta baixo valor de lixiviados, bons resultados de IVE e PC, apresentando também alta porcentagem de plântulas normais, e baixa porcentagem de plântulas anormais, além de ter germinado muito mais cedo que as demais cultivares.

REFERÊNCIAS

ABAPA. Associação Baiana do Produtores de Algodão. **Relatório de gestão**. biênio 2017/18. Barreiras (BA). 2017/18, p. 16-22.

ABAPA. Associação Baiana do Produtores de Algodão. **Alta produtividade e qualidade de fibra marcam o fechamento da safra 2020/2021 para o algodão da Bahia**. Abapa, 2021. Disponível em: <https://abapa.com.br/noticias/alta-productividade-e-qualidade-de-fibra-marcam-o-fechamento-da-safra-2020-2021-para-o-algodao-da-bahia/>. Acesso em: 14 out. 2021.

AIBA. Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. **Anuário da safra do Oeste Baiano 2018/19**. Barreiras-BA. 2018/19, p. 11 e 19.

ALVES, Atarcílio Francisco. **Vigor de soja através do teste de condutividade elétrica**. 2016. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade

Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2016. Disponível em: <http://bdm.ufmt.br/handle/1/730>. Acesso em: 15 out. 2021.

BISSARO, C. A., CORDEIRO, K. I. T. B., MATIAS, G. S., DEFENDI, R. O., JORGE, L. M. M. Efeito da temperatura do ar de secagem no desenvolvimento de plântulas de sementes de soja. *In: EPCC - ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA*, 11., 2019. [Anais...]. 29 de Out. de 2019. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3700>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BORGES, I. O. **Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce**. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/16457>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRZEZINSKI, C. R., Abati, J., ZUCARELI, C., HENNING, F. A., HENNING, A. A., COLOMBO, R. C., KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica para a determinação do vigor em sementes de soja tratadas e armazenadas**. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA*, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

COSTA, P. S. C., CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, jan./fev., 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000100013>

FRANCO, D. F., MAGALHÃES JUNIOR, A. M., VAZ, C. F., RIBEIRO, P. G. **Testes de vigor em sementes de soja**. Comunicado Técnico, Embrapa. Pelotas/RS. Dez. de 2013.

FRÉ, M. **Avaliação da germinação, viabilidade e vigor de sementes de *Calophyllum brasiliense* Camb.** Orientadora: Rosete Pescador. 2010. p. 63. Trabalho de conclusão. (Curso de agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2010.

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., GONÇALVES, E. P., SANTOS, S. D. R. N. D., & LIMA, C. R. D. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1360-1365, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000500023>

GUOLLO, K., POSSENTI, J. C., FELIPPI, M., DEL QUIQUI, E. M., & LOIOLA, T. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais através do teste de condutividade elétrica. *In: Colloquium Agrariae*, v.13, n.1, p. 86-92, ago. 2017. <https://doi.org/10.5747/ca.2017.v13.n1.a153>

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz Queiroz, v. 12).

MARQUES, A. R. **Metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de sorgo granífero**. 31 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/37555>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MATTIONI, Fábio et al. Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 108-116, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000100014>

MOURA, M. D. C. F., LIMA, L. K. S., SANTOS, C. C., & DUTRA, A. S. Teste da condutividade elétrica na avaliação fisiológica em sementes de *Vigna unguiculata*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 714-721, 2017. <https://doi.org/10.19084/RCA17034>

NETO, Jaime J. S. B., ALMEIDA, Francisco A. C., QUEIROGA, Vicente P., GONÇALVES, Chirlaine C. **Sementes: estudos tecnológicos**. Aracaju: IFS, 2014.

OLIVEIRA, F. N. D., TORRES, S. B., VIEIRA, F. E. R., PAIVA, E. P. D., & DUTRA, A. S. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 279-287, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300007>

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2. ed. Brasília - DF: PAX Editora Gráfica e fotolito LTDA., 1985. v. 2000. 289p.

RODRIGUES, Itamar Augusto de Souza, MATOS, Valderéz Pontes, SANTOS, Helder Henrique Duarte, SILVA, Edilene Barbosa, MEDEIROS, Jamile Érica, SENA, Lúcia Helena de Moura, ALVES, Aldenir de Oliveira. Critérios para definição de categorias de plântulas normais e anormais de *ixora coccinea linn*, In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 13., 2013. [Anais...]. Recife: UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro de 2013.

SANTANA, F. S. C. **Bacillus thuringiensis como endofíticos em algodão: avaliação na promoção de crescimento e controle de Spodoptera frugiperda**, 99f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014. Dissertação de Mestrado.

SCHEEREN, B. R., PESKE, S. T., SCHUCH, L. O. B., & BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.3, p. 35-41, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000300004>

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, out./dez. 2014. <https://doi.org/10.32404/rean.v1i2.237>

TORRES, Salvador B., PAIVA, Emanoela P., ALMEIDA, João P. N., BENEDITO, Clarisse P., CARVALHO, Sara M. C. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 46, n. 3, p. 622-629, jul./set. 2015.

VAZ, Luiza Arlete. **Estirpes de Bacillus thuringiensis como promotoras de crescimento vegetal e no controle de pragas em diferentes culturas**, 2014

VENSKE, Eduardo, ABREU JÚNIOR, José de S., SOUSA, Aline de M., MARTINS, Luis F., MORAES, Dario M. Atividade respiratória como teste de vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** [en linea], v. 9, n. 2, p. 174-179, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119031262003>. Acesso em: 08 out. 2021. <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i2a3518>

VIEIRA, E. S. N., BUHRER, C. B. **Interpretação do teste de germinação de sementes de Pinus taeda**. Colombo, PR. out. de 2015.