

Condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de grão-de-bico

Electrical conductivity for chickpea seed quality evaluation

DOI:10.34117/bjdv8n8-032

Recebimento dos originais: 21/06/2022

Aceitação para publicação: 29/07/2022

Lucas Souza Oliveira

Mestrado

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Endereço: Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina - MG,
CEP: 39100-000
E-mail: lucass_dias@live.com

Warley Marcos Nascimento

Pós- Doutorado

Instituição: Embrapa Hortaliças
Endereço: Parque Estação Biológica - PqEB, Brasília - DF, Brazil, CEP: 70770-901
E-mail: warley.nascimento@embrapa.br

Marcia Regina da Costa

Doutorado

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Endereço: Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina - MG,
CEP 39100-000
E-mail: marcia.costa@ufvjm.edu.br

Cíntia Maria Teixeira Filho

Pós-Doutorado

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Endereço: Campus Santa Helena, Prolongamento da Rua Cerejeira, s/n,
CEP: 85892-000, São Luiz, Santa Helena – PR, Brasil
E-mail: cintiamtfialho@yahoo.com.br

Fernanda Carlota Nery

Doutorado

Instituição: Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ)
Endereço: Campus Dom Bosco, Universidade Federal de São João Del Rei, São João
Del Rei - MG, Praça Dom Helvécio, 74, Fábricas, São João del-Rei - Minas Gerais,
CEP: 36301-160
E-mail: fernandacarlota@ufsj.edu.br

Raquel Maria de Oliveira Pires

Pós-Doutorado

Instituição: Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Endereço: Caixa Postal 3037, CEP: 37200-9000, Lavra - MG

E-mail: raquelmopires@ufla.br

Soryana Gonçalves Ferreira de Melo

Mestrado

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Endereço: Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina - MG,

CEP: 39100-000

E-mail: soryana.melo@ufvjm.edu.br

Marcela Carlota Nery

Pós-Doutorado

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Endereço: Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina - MG,

CEP: 39100-000

E-mail: nery.marcela@ufvjm.edu.br

RESUMO

Para garantir boa produção de grão-de-bico, é necessária a utilização de sementes de boa qualidade, sendo fundamental o uso de testes que determinem o vigor dessas sementes. Dentre os testes de vigor destaca-se o teste de condutividade elétrica por ser rápido, de baixo custo, alta repetibilidade, e eficiente na diferenciação de níveis de vigor de várias espécies. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho adequar o teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de lotes de sementes de grão-de-bico. Foram determinados o grau de umidade e peso de mil sementes dos lotes, germinação, índice de velocidade de germinação, primeira contagem da germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e estande inicial para a caracterização dos lotes. Para determinar os períodos a serem testados no teste de condutividade elétrica, foi construída a curva de embebição. O teste de condutividade elétrica foi realizado em esquema fatorial 4 x 4 x 4, sendo quatro lotes em quatro períodos de embebição (4, 8, 12 e 16 h), com quatro volumes de água destilada e deionizada (50, 75, 100 e 125 mL) com 25 sementes cada e quatro repetições. Concluiu-se que o teste de condutividade elétrica é eficiente para diferenciar lotes de sementes de grão-de-bico da cultivar BRS Aleppo, utilizando-se subamostras de 25 sementes em 75 mL, durante o período de pré-condicionamento de 8 horas.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L., qualidade fisiológica, teste de vigor.

ABSTRACT

In order to guarantee good chickpea production, it is necessary to use good quality seeds, being essential the tests that determine the vigor of these seeds. Among the vigor tests, the electrical conductivity test stands out for being fast, low cost, high repeatability, and efficient in differentiating vigor levels of various species. Thus, the objective of this study was to adjust the electrical conductivity test to evaluate the vigor of chickpea seed lots. The moisture content and weight of one thousand seeds of the lots, germination, germination speed index, first germination count, emergence, emergence speed index and initial stand for batch characterization were determined. To determine the periods to be tested in the electrical conductivity test, the soak curve was constructed. The electrical

conductivity test was performed in a 4 x 4 x 4 factorial scheme, with four lots in four soaking periods (4, 8, 12 and 16h), with four volumes of distilled and deionized water (50, 75, 100 and 125). mL). It was concluded that the electrical conductivity test is efficient to differentiate chickpea seed lots from cultivar BRS Aleppo, using subsamples of 25 seeds in 75 mL, during the preconditioning period of 8 hours.

Keywords: *cicer arietinum* L., vigour tests, seeds vigour.

1 INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das leguminosas mais produzidas no mundo, mas para garantir produção rentável o conhecimento sobre os aspectos relacionados a produção de sementes de alta qualidade são primordiais (DIAS *et al.*, 2019). Com alto teor de proteína, possui grande relevância nos sistemas agrícolas e na conservação dos solos e possibilita a diversificação das rotações de culturas, interrompendo o ciclo de doenças, contribuindo para o controle de infestantes e favorecendo a fixação de nitrogênio atmosférico, como consequência da associação simbiótica entre a planta e a bactéria *Rhizobium* (CHUDLEIGH, 2012), fato que ocorre no sistema radicular da planta. Apesar de sua importância nutricional e econômica, estudos sobre esta cultura são recentes.

Tendo em vista a produção do grão-de-bico e sabendo que lotes de sementes que não se enquadram dentro dos padrões mínimos de germinação para fins comerciais são descartados, especialmente próximo a época de semeadura, torna-se fundamental tecnologias capazes de possibilitar a avaliação rápida e precisa do potencial de desempenho, visando à eliminação de lotes de sementes de baixa qualidade. Testes precisos e de rápida execução contribuem para a redução de custos, prevenção de prejuízos e melhor aproveitamento da mão de obra envolvida no trabalho de controle de qualidade (DODE *et al.*, 2013).

Sendo assim, os testes de vigor vêm sendo utilizados a fim de detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação. Dentre estes testes, destaca-se o de condutividade elétrica (MARCOS-FILHO, 2015). É um dos testes mais utilizados, sendo recomendado pela *International Seed Testing Association* (ISTA, 1995) e pela *Association of Official Seed Analysts - AOSA* (BAALBAKI *et al.* 2009) para sementes de ervilha e soja e, no Brasil, sugerido para sementes de soja (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 2020) devido ao baixo investimento e

alta confiança dos resultados na avaliação, além de ser um teste rápido e compacto para identificar a deterioração das sementes (GONZALES; PAULA; VALERI, 2009), sendo considerado como padronizado para sementes de ervilha, soja e feijão (ISTA, 2011).

O teste de condutividade elétrica constitui opção importante para a avaliação do vigor de sementes e tem sido reconhecido como eficiente para várias espécies, como soja (DINIZ *et al.*, 2013) variedades de feijão (ZUCARELI *et al.* 2015), ervilha (FERREIRA *et al.* 2017), e girassol (HAESBAERT *et al.* 2017), apresentaram bons resultados na avaliação do potencial fisiológico dessas sementes. Entretanto, diversos fatores, tais como o volume de água, períodos de pré-condicionamento das sementes, número de sementes, temperatura e genótipos, podem influenciar os resultados do teste (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 2020), tornando necessária mais estudos para adequação da metodologia para cada espécie. O volume de 100 mL de água, foi eficientemente adotado em sementes de aveia-preta (NOGUEIRA *et al.* 2013) e para espécies leguminosas como o feijão-caupi (BATISTA *et al.* 2012). Dias *et al.* (2019) relata que a execução do teste de condutividade elétrica em grão-de-bico pode ser realizado utilizando o volume de 100 mL de água, porém com 75 sementes e por 30h. Diante disto, objetivou-se com esta pesquisa, adequar o teste de condutividade elétrica para avaliar o potencial fisiológico de diferentes lotes de sementes de grão-de-bico cultivar BRS Aleppo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Câmpus JK, Diamantina, Minas Gerais. Foram utilizados quatro lotes de sementes de grão-de-bico, da cultivar BRS Aleppo, produzidas na Embrapa Hortaliças, nas safras de 2015 (lote 1) e 2017 (lotes 2, 3 e 4) em Brasília, Distrito Federal.

Para a caracterização dos lotes foram utilizadas as determinações descritas a seguir:

Grau de umidade: obtido pelo método da estufa, a 105 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009). A determinação foi realizada com duas repetições, com o peso inicial da amostra de 5g.

Peso de mil sementes: foram utilizadas oito repetições de 100 sementes e multiplicando a média das mesmas por 10, calculando-se a variância, desvio padrão e coeficiente de variação como estabelecido em Brasil (2009).

Germinação: as sementes foram distribuídas em rolos de papel, tipo germitest, com quatro subamostras de 50, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocados em câmara de germinação a 20 °C (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas no 5º dia (primeira contagem) e no 8º dia (contagem final), sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG): foi obtido computando diariamente o número de sementes com protrusão radicular e calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protrusão da raiz primária com pelo menos 1 mm de radícula.

Emergência de plântulas em campo: foram utilizados quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em canteiros, espaçadas de 10 cm entre linhas, sendo o resultado computado aos sete dias após a semeadura (estande inicial), e aos 21 dias após a semeadura (contagem final), quando ocorreu a estabilização da emergência das plântulas.

Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE): foi obtido calculando-se por meio de avaliações diárias o número de plântulas emergidas, utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Para estabelecer os períodos de hidratação a serem testados, foi construída a *curva de embebição* por meio do acompanhamento e pesagem periódica das sementes embebidas em água.

Foram utilizadas duas subamostras de dez sementes do lote 1 (18/15) e lote 2 (18/17). As sementes foram pesadas, a fim de determinar-se a massa inicial, e, então, colocadas para embeber em caixas de plástico (11 x 11 x 3,5 cm) entre substrato de papel umedecido com água destilada à temperatura de 25 °C, com luz constante em câmara de germinação.

A pesagem das sementes durante o período de hidratação foi feita em, inicialmente em intervalos de cinco minutos, sendo dobrado o tempo depois de percebida à estabilização, até que ocorresse a protrusão radicular de 50% mais uma do total de sementes. Os intervalos de pesagem foram de cinco minutos nas primeiras oito horas, 10 minutos nas três, 15 minutos nas cinco horas, 30 minutos com duração de uma hora, e uma hora com duração de sete horas.

Foi calculado o incremento porcentual de massa (I) ao longo do tempo, em função da massa inicial das sementes (JUSTO *et al.*, 2007).

Condutividade elétrica: o teste foi conduzido conforme descrito por Krzyzanowski, Vieira e França-Neto (2020) com algumas modificações. Foram

realizadas quatro subamostras de 25 sementes por lote, fisicamente puras, com massas avaliadas em balança de precisão de duas casas decimais (0,01g), onde foram colocadas para embeber em recipientes plásticos (copos descartáveis), contendo 50, 75, 100 e 125 mL de água destilada e deionizada, mantidas em câmara de germinação, a 25 °C, durante 4, 8, 12 e 16 h. Após o período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de leituras em condutivímetro (Mca150). Também, foi realizada a leitura da prova em branco (somente água desionizada), sendo que para a obtenção do valor da condutividade elétrica da solução contendo as sementes foi subtraído o valor de condutividade da leitura da água desionizada, dividindo-se o valor obtido pelo peso das amostras, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes.

O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado e a análise da variância feita pelo programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2008). Para os resultados do teste de condutividade elétrica foi utilizado o esquema fatorial 4 x 4 x 4 (quatro lotes x quatro períodos de embebição x quatro volumes de água) com quatro repetições. Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. As análises de regressão foram feitas por meio do software SigmaPlot versão 10.0 para Windows, a 0,1, 1,0 e a 5,0% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes de grão-de-bico variou de 10,4% a 11,1% (Tabela 1). Esses resultados corroboram os descritos por Nascimento et al. (2016), que descreve ser importante que o grão-de-bico apresente grau de umidade próximo a 13% para ser armazenado, uma vez que o armazenamento de sementes com alto teor de água gera aquecimento na massa, por meio de fermentação, e desenvolvimento de fungos que comprometerão a qualidade do lote. Krzyzanowski, Vieira e França-Neto (2020) enfatizam que o grau de umidade é um fator de extrema importância na padronização da metodologia do teste de condutividade elétrica, bem como no sentido de possibilitar a obtenção de resultados uniformes entre laboratórios.

Tabela 1. Grau de umidade – GU (%), peso de mil sementes – PMS (g), primeira contagem da germinação – PC (%), teste de germinação – G (%), índice de velocidade de germinação – IVG; emergência – E (%), estande inicial – EI (%) e índice de velocidade de emergência – IVE de quatro lotes de sementes de grão-de-bico para a caracterização dos lotes.

| Lotes | Testes | | | | | | | |
|--------|---------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|
| | GU (%) | PMS (g) | PC (%) | G (%) | IVG | E (%) | EI (%) | IVE |
| 1 | 11,07 a | 387,5 a | 43 a | 95 a | 19,5 b | 69 ab | 7 a | 48,3 ab |
| 2 | 10,35 b | 332,0 b | 40 ab | 88 ab | 20,3 b | 45 b | 6 a | 24,8 b |
| 3 | 10,96 a | 328,5 b | 34 b | 80 b | 27,3 a | 58 ab | 13 a | 40,5 ab |
| 4 | 10,51 b | 317,7 c | 34 b | 78 b | 28,4 a | 85 a | 16 a | 65,3 a |
| CV (%) | 1,29 | 0,70 | 8,94 | 7,94 | 9,38 | 17,92 | 48,39 | 26,92 |

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

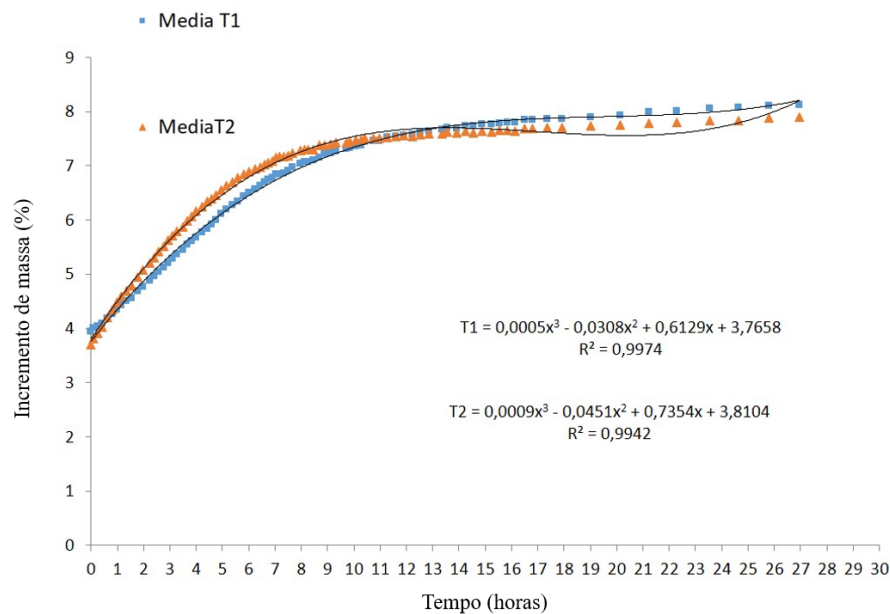
Em conformidade com as Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), o peso de mil sementes é uma informação que dá ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade. Para os lotes de grão-de-bico avaliados, o peso de mil sementes variou entre 317,7 g e 387,5 g (Tabela 1), corroborando com os dados da RAS (BRASIL, 2009), onde se diz que um grama corresponde, em média, a três sementes de grão-de-bico. As sementes de grão-de-bico podem, então, ser consideradas como grandes, pois, apresentam o peso de mil sementes superior a 200 g (BRASIL, 2009).

Os testes de primeira contagem e germinação, indicam o lote 1 como o de qualidade superior aos lotes 3 e 4, ao passo que o lote 2 não se diferenciou estatisticamente de nenhum dos demais lotes. Pelo índice de velocidade de germinação, observou-se os lotes 3 e 4 como os mais vigorosos e os lotes 1 e 2 como os menos vigorosos (Tabela 1), uma vez que lotes que apresentam maior velocidade de germinação possuem maior vigor (NAKAGAWA, 1999). Todos os lotes, com exceção do lote 4, alcançaram o valor mínimo de 80% de germinação, exigido pela portaria nº 457 (BRASIL, 1986), que estabelece procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, bem como para importação.

Em relação aos testes de emergência e IVE, o lote 2 foi classificado como o de qualidade inferior ao lote 4, enquanto que, no estande inicial, não houve diferenciação entre os lotes.

Para determinar o período máximo de pré-condicionamento das sementes para o teste de condutividade elétrica foi construída a curva de embebição (Figura 1).

Figura 1. Curva de embebição das sementes dos lotes 1 (T1) e 2 (T2) de grão-de-bico, cultivar BRS Aleppo. Diamantina, MG (2019). *Faixas da mesma cor indicam os pontos de inflexão entre as fases I-II e II-III, respectivamente, do mesmo lote.



Observa-se que ambos os lotes utilizados para a construção da curva (lotes 1 e 2) tenderam ao comportamento trifásico. Para o lote 1, o início da protrusão radicular deu-se com 18 horas, enquanto que para o lote 2 ocorreu com 16 horas. O período para realização do teste de condutividade elétrica foi determinado de acordo com o início da protrusão radicular do lote mais rápido. Dessa forma, os períodos a serem testados não deveriam ultrapassar 16 horas, visto que, esse foi o tempo necessário para ocorrer o início da protrusão radicular das sementes de grão-de-bico, sendo, então, determinados os períodos de 4, 8, 12 e 16 horas para o pré-condicionamento.

Para o teste de condutividade elétrica, é comum a recomendação de quatro subamostras de 50 sementes em recipientes com capacidade de 75 mL de água destilada e desionizada, pré-condicionadas em câmara (germinador) a 25 °C, durante 24 horas. Entretanto, ao se utilizar repetições com essa quantidade de sementes de grão-de-bico em 50 mL e 75 mL de água destilada e desionizada, não foi possível realizar a leitura da condutividade dessas soluções, devido ao fato de que o eletrodo (sensor) precisa estar totalmente imerso na solução, de modo que não esteja em contato direto com as sementes (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 2020). Ao serem hidratadas, as sementes de grão-de-bico aumentaram de tamanho e ultrapassaram o nível da água em alguns tratamentos, sendo que a solução restante foi insuficiente para que pudesse ser

feita a leitura de condutividade elétrica utilizando 50 sementes nesses volumes. Dessa forma, foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes para o teste de condutividade elétrica.

Os resultados do teste de condutividade elétrica, envolvendo as combinações dos volumes de água e tempos de embebição, nos diferentes lotes, são observados na Tabela 2. Observa-se que o pré-condicionamento das sementes pelo tempo de quatro horas é insuficiente para a diferenciação dos lotes quanto ao vigor, enquanto que, a partir de oito horas torna-se possível obter a diferenciação dos lotes em dois níveis de vigor. Neste período, o lote 1 classifica-se como superior, em relação ao lote 2, na maioria dos tratamentos, exceto no volume de 125 mL, onde não houve diferença entre os lotes. Altos valores de condutividade elétrica correspondem a elevados níveis de deterioração, e, assim, baixo vigor, por outro lado, sementes mais vigorosas apresentam baixos valores de condutividade elétrica, em comparação às sementes de menor vigor (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 2020; SILVA *et al.* 2014).

Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de lotes de sementes de grão-de-bico após pré-condicionamento nos volumes de 50, 75, 100 e 125 mL de água destilada e desionizada, durante os períodos de 4, 8, 12 e 16h.

| Lotes | Tratamentos | | | |
|--------|-------------|----------|----------|----------|
| | 50 mL | | | |
| | 4h | 8 h | 12 h | 16 h |
| L1 | 76,1 aA | 87,4 aA | 140,0 aB | 146,8 aB |
| L2 | 90,4 aA | 134,8 bB | 144,9 aB | 174,5 bC |
| L3 | 76,6 aA | 117,3 bB | 214,8 bC | 151,2 aD |
| L4 | 80,4 aA | 116,6 bB | 144,7 aC | 150,7 aC |
| 75 mL | | | | |
| | 4 h | 8 h | 12 h | 16 h |
| L1 | 48,4 aA | 59,5 aA | 90,8 aB | 92,7 aB |
| L2 | 59,3 aA | 94,3 bB | 87,8 aB | 127,1 bC |
| L3 | 46,5 aA | 66,7 aB | 119,1 bC | 94,8 aD |
| L4 | 44,7 aA | 74,9 aB | 91,1 aBC | 94,8 aC |
| 100 mL | | | | |
| | 4 h | 8 h | 12 h | 16 h |
| L1 | 39,0 aA | 47,6 aAB | 63,3 aB | 62,1 aB |
| L2 | 47,7 aA | 70,7 bB | 66,5 aB | 101,1 bC |
| L3 | 30,5 aA | 50,6 aB | 88,5 bC | 71,5 aC |
| L4 | 37,5 aA | 60,0 abB | 67,5 aB | 71,2 aB |
| 125 mL | | | | |
| | 4 h | 8 h | 12 h | 16 h |
| L1 | 32,3 aA | 36,9 aAB | 54,4 aB | 54,3 aB |
| L2 | 41,9 aA | 49,6 aA | 56,2 aA | 59,0 aA |
| L3 | 28,2 aA | 41,7 aAB | 75,0 bB | 46,9 aC |
| L4 | 29,8 aA | 47,8 aB | 65,0 abB | 57,8aB |

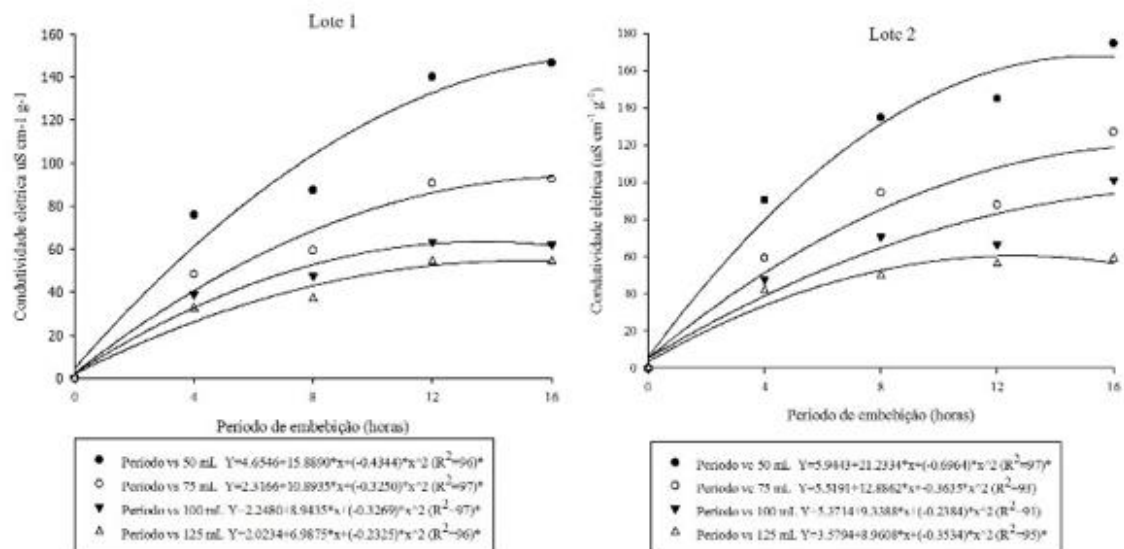
CV (%)13, 81

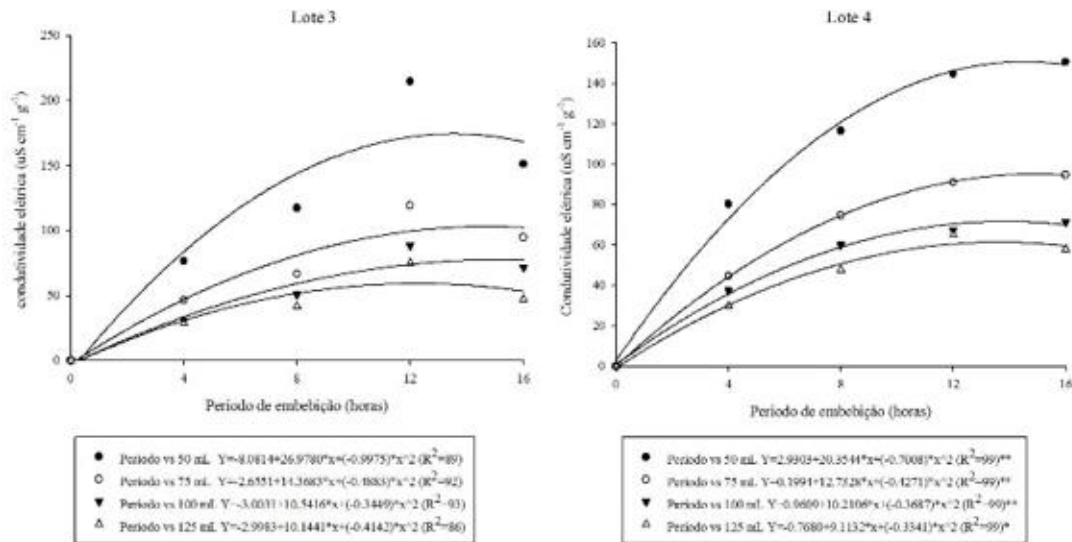
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao contrário dos demais tempos, no período de 12 horas, o lote 3 é considerado o lote de vigor inferior aos demais. Contudo, no tempo de 16 horas, os resultados assemelham-se ao período de oito horas, onde o lote 2 volta a ser considerado o de mais baixo vigor.

O efeito do tempo de condicionamento das sementes e os valores de leitura dos lixiviados da solução de embebição, observa-se que os valores de condutividade elétrica aumentaram, em função do tempo em que as sementes ficaram embebidas (Tabela 2, Figura 3). Segundo Haesbaert *et al.* (2017), este aumento é esperado considerando que, quanto mais tempo as sementes ficam embebidas, mais solutos são liberados no meio, neste caso a água destilada/desionizada, aumentando os valores de condutividade elétrica. A correlação entre o tempo de condicionamento das sementes e a condutividade dos lixiviados foi encontrada, também, em estudos com sementes de ervilha forrageira (MACHADO *et al.* 2011) e feijão caupi (BATISTA *et al.* 2012).

Figura 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de lotes de sementes de grão-de-bico após pré-condicionamento nas concentrações de 50, 75, 100 e 125 mL de água destilada e desionizada, durante os períodos de 4, 8, 12 e 16 h.





***Significativo a 0,1% **Significativo a 1% *Significativo a 5%.

A relação entre o volume de água das amostras e o valor de condutividade elétrica também foi observada (Figura 3). Observa-se que, quanto maior o volume da solução, menor o valor da leitura de lixiviados. Isso acontece devido ao fato de que, quanto maior for a quantidade de água nos tratamentos, maior será a diluição dos íons ocasionada pela diminuição da concentração de solutos (SANTOS; PAULA, 2005).

Sendo assim, tratamentos utilizando 50 mL apresentaram maior condutividade elétrica, em relação aos demais, ao passo que tratamentos utilizando 125 mL mostraram valores menores de leitura. Sendo que neste último, na maioria dos períodos testados, não houve diferenciação dos lotes quanto ao nível de vigor.

A redução dos valores de condutividade elétrica, em função do aumento da quantidade de água, foram observados também por Machado *et al.* (2011) com sementes de ervilha e Oliveira *et al.* (2012) com sementes de girassol. De forma geral, na maioria dos tratamentos testados, o lote 2 foi considerado o lote de vigor inferior aos demais, devido ao fato de possuir maiores valores de leitura de condutividade elétrica, o que corrobora com os dados encontrados por meio dos testes de emergência de plântulas e IVE.

É importante lembrar que, para ser avaliado com eficiência, um teste de vigor tem que proporcionar uma classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à da emergência das plântulas no campo (MARCOS-FILHO, 2015). Em razão disso, os resultados dos testes de vigor são comparativos entre lotes, uma vez que não é possível quantificar o vigor da semente, pois trata-se de uma característica não mensurável. Sendo assim, a utilização de 25 sementes pré-condicionadas em 75 mL de

água destilada e desionizada, durante oito horas, é eficiente para estratificar os lotes de sementes de grão-de-bico em diferentes níveis de vigor, uma vez que os resultados obtidos nesse tratamento assemelham-se aos encontrados nos testes de emergência de plântulas e IVE.

Vale ressaltar que, utilizando o período de oito horas, seria possível reduzir o tempo do teste, em relação ao período de 24 horas, adotado pela pesquisa como padrão para testes de condutividade elétrica, como em ervilha e soja. De igual modo, a adoção do volume de 75 mL resultaria numa redução significativa da quantidade de água utilizada nestes testes, onde atualmente se utiliza o volume de 250 mL para essas culturas (BAALBAKI et al. 2009; KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 2020).

Recentemente, uma pesquisa semelhante com grão-de-bico foi publicada por Araújo et al. (2022) em que foi possível classificar as sementes usando a condutividade elétrica recomendando o uso de 50 sementes por 150 ml por 24 horas à 25°C. Dessa forma, observamos que ajustes na metodologia para as sementes de grão – de – bico ainda se fazem necessárias.

A utilização do teste de condutividade elétrica para o grão-de-bico pode contribuir significativamente para o programa de controle de qualidade das sementes a produção dessa cultura, diminuindo o tempo de espera dos resultados e evitando gastos desnecessários de tempo e recursos.

4 CONCLUSÕES

O teste de condutividade elétrica, utilizando subamostras de 25 sementes em 75 mL de água destilada e desionizada por 8 horas, na temperatura de 25 °C, é eficiente para a diferenciação do potencial fisiológico dos lotes de sementes de grão-de-bico, da cultivar BRS Aleppo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. O.; DIAS, D. C. F. S.; MIRANDA, R. M.; NASCIMENTO, W. M. Adjustment of the electrical conductivity test to evaluate the seed vigor of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Seed Science**, v.44, e202244003, 2022.

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; McDONALD, M.B. **Seed vigour testing handbook**. Association of Official Seed Analysts. Ithaca, NY: AOSA, 2009. 341p.

BATISTA, N.A.S.; LUZ, P.B, SOBRINHO, S.P; NEVES, L.G.; KRAUSE, W. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. **Revista Ceres**, v.59, n.4, p.550-554, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF.: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 457, de 18 de dezembro de 1986**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 23 dez. 1986. Seção 1, p.19653.

CHUDLEIGH, P. **An Economic Analysis of GRDC Investment in the National Chickpea Breeding Program**. Kingston: Grains Research and Development Corporation (GRDC), 2012. 28p.

DIAS, L.B.X., QUEIROZ, P.A. DE M., FERREIRA, L.B. DA S., DOS SANTOS, W.V., DE FREITAS, M.A.M., DA SILVA, P.P., NASCIMENTO, W.M., LEÃO-ARAÚJO, É.F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, p. 1-8, 2019.

DINIZ, F.O., REIS, M.S., DIAS, L.A. DOS S., ARAÚJO, E.F., SEDIYAMA, T., SEDIYAMA, C.A. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, p.147- 152, 2013.

DODE, J. S.; MENEGHELLO, G. E.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M.; PESKE, S. T. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, 2013; v. 43. n.1, p193-198, 2013.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2008.

FERREIRA, L.B.S.; FERNANDES, N.A.; AQUINO, L.C.; SILVA, A.R.; NASCIMENTO, W.M.; LEÃO-ARAÚJO, E.F. Temperature and seed moisture content affect electrical conductivity test in pea seeds. **Journal of Seed Science**, v.39, n.4, p.410-416, 2017.

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**, v.33, n.4, p.625-634, 2009.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. 601p.

HAESBAERT, F.M.; LOPES, S.J.; MERTZ, L.M.; LUCIO, A.D.; HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v.76, n.1, p. 54-61, 2017.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3 ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International Rules for Seed Testing**. Basesrdorf, ISTA. 2011. 142 p.

JUSTO, C.F.; ALVARENGA, A.A.; NERY, F.C.; FILHO, Composição química, curva de embebição e efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de *Eugenia pyryformis* Camb.(Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.510-512, 2007.

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. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.988-995, 2011

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015. 495 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. CAP. 1, p. 1-21.

NASCIMENTO, W.M. Hortaliças Leguminosas. In: NASCIMENTO, W.M.N. (ed). **Grão-de-bico**. Brasília: EMBRAPA, 2016. 232p.

NOGUEIRA, J.L., SILVA, B.A. DA, CARVALHO, T.C. DE, PANOBIANCO, M. Electrical conductivity test for assessing the physiological potential of black oat seeds. *Revista Ceres*, 60: 896-901, 2013.

OLIVEIRA, F.N.; TORRES, S.B.; VIEIRA, F.E.R.; PAIVA, E.P.; DUTRA, A.S. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.3, p 279-287, 2012.

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

SILVA, V.N., ZAMBIASI, C.A., TILLMANN, M.A.A., MENEZES, N.L., VILLELA, F.A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. *Revista de Ciências Agrárias*, 37: 206-213, 2014.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; WERNWE, F.; RAMOS JUNIOR, E.U; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes e feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambiental**, v.19, n.8, 2015.