

TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA SEMENTES DE FEIJÃO MANTEIGUINHA

José Elienir Nunes Silva – Universidade Federal do Acre - UFAC

André Luiz Melhorança Filho – Universidade Federal do Acre - UFAC

Ryshardson Geovane Pereira de Oliveira Silva – Universidade Federal do Acre - UFAC

RESUMO: A condutividade elétrica vem se destacando como um excelente teste para avaliar o potencial fisiológico de sementes de variadas espécies, porém pouco se sabe sobre a eficácia do teste em sementes de feijão manteiguinha. O objetivo desse estudo foi fundamentar metodologia para o teste de condutividade elétrica em sementes dessa cultivar de feijão-caupi, analisando diferentes períodos de embebição, diferentes número de sementes e diferentes quantidades de água. O teste foi realizado à temperatura de 25°C, por períodos de 4, 8 e 16 horas de imersão, em 50 mL, 75 mL e 100 mL de água deionizada, utilizando-se 25, 50 e 100 sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com fatorial 3x3x3 com os fatores: três tempos de embebição, três quantidades de sementes e três volumes de água. Pelos dados obtidos pode-se inferir que a metodologia aplicada mostrou-se eficiente na separação dos lotes de sementes em diferentes níveis de vigor, sendo que as maiores quantidades tanto de sementes quanto de volume de água diferenciaram significativamente os lotes entre si.

ABSTRACT: The electrical conductivity has stood out as an excellent test to evaluate the physiological potential of seed of various species, however little is known about the effectiveness of the bean seed test manteiguinha. The objective of this study was based methodology for the electrical conductivity in seeds of this cultivar of bean cowpea, different number of seeds and different amounts of water. The test was performed at a temperature of 25° C for periods of 4, 8 and 16 hours of immersion, in 50 ml, 75 ml and 100 ml of deionized water, using 25, 50 and 100 seeds. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado with 3 x 3 x 3 factorial: three factors, three times the quantities of seed imbibition and three volumes of water. From the data obtained it can be inferred that the methodology was effective in the separation of seed lots at different levels of force, and the much larger quantities of seeds as the volume of water differed significantly lots entity itself.

PALAVRAS-CHAVE:

Vigna unguiculata (L.) Walp., Vigor e Potencial fisiológico.

KEYWORDS:

Vigna unguiculata (L.) Walp., vigor and physiological potential.

Artigo Original

Recebido em: 24/07/2013

Avaliado em: 17/01/2014

Publicado em: 12/12/2014

Publicação

Anhanguera Educacional Ltda.

Coordenação

Instituto de Pesquisas Aplicadas e Desenvolvimento Educacional - IPADE

Correspondência

Sistema Anhanguera de Revistas Eletrônicas - SARE
rc.ipade@anhanguera.com

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das culturas de maior importância nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, apresentando vasto significado social, uma vez que é tido como o principal alimento protéico, energético e dieta básica das populações rurais do norte do país (MARSARO JÚNIOR et al., 2011). O feijão manteiguinha é uma variedade do feijão-caupi cultivado no norte do Brasil, apresentando uma coloração creme e grãos pequenos (FREIRE FILHO et al., 2011).

Neste contexto, a análise de sementes compõe-se em uma etapa essencial no sistema de produção de sementes, isso porque permite o conhecimento concreto das condições de um lote e, por consequência, auxilia na adoção de decisões acertadas no que se refere ao seu manejo, especialmente no período de colheita, processamento e comercialização (TOKUHISA et al., 2009).

O emprego de sementes de boa qualidade fisiológica é componente fundamental para a implementação de todo sistema de plantio, pois asseguram de maneira adequada às populações de plantas existentes, nas mais diferentes faixas de condições ambientais e, com isso, permite a expressão do potencial máximo da cultivar implantada. De forma oficial, as análises de qualidade das sementes são feitas pelo teste de germinação, realizados em condições de temperatura, disponibilidade hídrica e oxigênio, pelas empresas produtoras de sementes (BARBOSA et al., 2012).

Em uma análise mais apurada da qualidade de sementes, faz-se necessário complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com testes de vigor, permitindo, com isso, a seleção dos melhores lotes para distribuição comercial e semeadura. Dentre esses testes, destaca-se o de condutividade elétrica (ARAUJO et al., 2011). O teste de condutividade elétrica vem sendo empregados na avaliação do vigor de sementes de várias espécies, principalmente de fabáceas, como ervilha, feijão e soja (SILVA et al., 2012).

O teste de condutividade elétrica vem se destacando por ser de fácil execução, apresentar custos baixos, celeridade, possibilidade de muitas repetições e simples explicação de resultados, isso porque o método baseia-se na premissa de que as membranas celulares das sementes são as últimas a se organizarem no decorrer do processo de amadurecimento, porém, são as primeiras que apresentam sinais de degradação no período em que as sementes atingem o estágio final de maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005). Quando essas sementes são hidratadas, passam a exsudar íons, açúcares e outros metabólitos logo no período inicial de embebição, ocasionados pelas mudanças na integridade no sistema de membranas, em função do nível de degradação das sementes (CARVALHO; NOVEMBRE, 2011). Assim é possível diferenciar vigor e integridades dos lotes pela diferenciação das correntes elétricas observadas.

A condutividade elétrica utilizada como teste de vigor tem apresentado resultados promissores em sementes de feijão-mungo-verde (ARAUJO et al., 2011), mamão (TOKUHISA et al., 2009), aveia preta (MENEZES et al., 2007), azevém (LOPES; FRANKE, 2010), pimenta (VIDIGAL et al., 2008), milho-doce (COIMBRA et al., 2009) e uma variedade de feijão caupi cultivar setentão (DUTRA et al., 2006). Porém, pouco se sabe sobre a eficiência do teste de condutividade elétrica de sementes de feijão manteiguinha, sendo encontrado na literatura apenas descrições botânicas e algumas pesquisas, sobre estresse salino e programas de melhoramentos genéticos.

Diversos são os fatores que podem afetar os resultados nos testes de condutividade elétrica, pelo que se enfatizam os atributo e dosagem de água usada na imersão das sementes, tempo de imersão, teor de água, peso, volume, número, integridade e idade das sementes, genótipo e temperatura (RODRIGUES et al., 2006). Vários são os autores que relatam sobre a eficiência do teste de condutividade elétrica, como excelente alternativa na determinação do vigor de sementes (SILVA et al., 2012; MACHADO et al., 2011; BARBOSA et al., 2012).

Assim, pela carência de informações referentes ao método do teste de condutividade elétrica para sementes de feijão manteiguinha, objetivou-se neste estudo fundamentar metodologia para o teste de condutividade elétrica em sementes dessa cultivar de feijão caupi, analisando diferentes períodos de embebição, número de sementes e quantidades de água.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As pesquisas foram conduzidas no Laboratório de Bioquímica e Nutrição Vegetal da UFAC – Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, em Cruzeiro do Sul, Acre. Foram utilizados três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), da cultivar manteiguinha. As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas por meio dos seguintes testes:

Teor de água – Foi determinado o teor de água das sementes, adotando-se o método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se quatro subamostras de 5 g para cada lote (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de base úmida.

Germinação – Foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel “germitest”, umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em germinador graduado a temperatura alternada de 20 – 30°C. Foram realizadas contagens aos quatro (primeira contagem) e aos oito dias após a instalação do teste, conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram calculadas as porcentagens médias de plântulas normais para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

Parâmetros germinativos - Foram calculadas a primeira contagem de germinação (PCG), a porcentagem de germinação (PG), e o índice de velocidade de germinação (IVG) (VIEIRA; CARVALHO 1994). Emergência de plântulas em campo: realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em sulcos com 3 cm de profundidade. A contagem foi realizada a partir da emergência da primeira plântula e prosseguiu até a estabilização. No momento da última contagem, determinou-se a porcentagem de emergência.

Comprimento de raiz e hipocótilo - Determinado após o teste de germinação, no qual as raízes e hipocótilo foram medidas com auxílio de régua graduada em centímetros (NAKAGAWA, 1999). E os resultados expressos em mm/plântula.

Teste de condutividade elétrica - Foram testadas várias combinações, resultantes do uso de três tempos de embebição (2, 4, e 16 horas), número de sementes por repetição (25, 50 e 75) e volumes de água deionizada (50, 75 e 100 mL) para a embebição das sementes. Foram utilizadas quatro repetições de sementes por lote, pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,01 g e, posteriormente, mantidas à temperatura constante de 25°C. Após cada período de embebição, a condutividade elétrica foi medida usando-se condutivímetro eletrônico, e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

Delineamento estatístico - O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com fatorial 3x3x3, com os fatores: Três tempos de embebição (2, 4, e 16 horas), três quantidades de sementes (25, 50 e 75) e três volumes de água (50, 75 e 100mL). Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, comparados pelo teste de Tukey a probabilidade de 5%. Foram feitas ainda análises de regressão com interação espécie x dose e desdobramento em dose, realizadas pelo programa estatístico SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCURSÕES

Os dados referentes aos graus de umidade das sementes (Tabela 1) foram estatisticamente semelhantes para os três lotes, com variação de apenas 0,2 pontos percentuais, muito abaixo da intensidade máxima recomendada que seja de 1 a 2 pontos percentuais (MARCOS FILHO, 1999). Os resultados de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), do índice de velocidade de germinação (IVG) e teste de emergência em campo (EPC) das sementes de feijão manteiguinha (Tabela 1), não diferiram nos lotes II e III, porém estes se mostraram superiores ao lote I. O comprimento das radículas das plântulas apresentaram leves diferenças entre si, com os lotes I e II menos vigorosos em relação ao lote III. No comprimento do hipocótilo não se observou diferenças entre os lotes (Tabela 1).

Tabela 1 - Qualidade inicial de três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Manteiguinha.

LOTES	PCG	G	GU	EPC	IVG (dias-1)	CPA	CR
	(%)					(mm/plântula)	
I	84,5 a	88 a	10,495 a	80 a	0,5685 a	50,950 a	86,550 a
II	89,5 ab	91,5 ab	10,577 a	89 a	0,7975 b	55,450 ab	89,650 a
III	93 b	95,5 b	10,411 a	75 b	0,8718 b	56,350 b	96,500 a
F	9,955	7,243	0,002	8,792	40,444	6,009	0,775
CV(%)	3,04	3,04	34,10	6,68	6,66	4,66	18,50
DMS	5,350	5,510	7,0705	11,177	0,0982	4,959	32,951

PCG - (Primeira Contagem de Germinação), G - (Porcentagem de Germinação), GU - Graus de Umidade, EPC - Emergência de Plântulas de Campo, IVG - Índice de Velocidade de Germinação, CPA - Comprimento das Partes Aéreas, CR - Comprimento Radicular.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando os três volumes de água deionizada (Tabela 2), nota-se que para o volume de 50 mL, quando se utiliza 25 sementes, não há boa separação dos lotes, em todos os tempos testados.

Quando se utilizou 50 sementes, a diferenciação entre os lotes aconteceu apenas no período de 8 horas de embebição, não observou-se diferenças nos tempos de 4 e 16 horas; resultados semelhantes ao tratamento com 25 sementes foi observado quando se utilizou 75 sementes com o volume de 50 mL, onde não houve separação dos lotes em nenhum dos tempos testados, indicando que o teste de condutividade elétrica, nestas condições, não foi suficientemente sensível para separação dos lotes.

Com o uso de 75 mL de água deionizada, utilizando 25 sementes já foi possível separar claramente os lotes no tempo de 4 horas de embebição, os períodos de 8 e 16 horas não separaram significativamente os lotes de sementes. Com esse mesmo volume de água, quando usou-se 50 sementes de feijão não foi possível a diferenciação dos lotes ao longo dos tempos testados. Diferente dos resultados obtidos quando se utilizou 75 sementes, onde houve diferenciação dos três lotes no tempo de 4 horas de embebição, porém, assim como no teste com a quantidade de 25 sementes os períodos de 8 e 16 horas não se mostraram promissores na diferenciação dos lotes.

Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. Manteiguinha), em amostras de 25, 50 e 75 sementes, acondicionadas em 50, 75 e 100mL de água deionizada por diferentes tempos de embebição a 25°C.

Tempo	25 Sementes			50 Sementes			75 Sementes		
	4h	8h	16h	4h	8h	16h	4h	8h	16h
LI	94,2 a	109,2 a	115 a	93,7 a	96 a	107,5 a	92 a	93 a	109 a
LII	110,5 b	102,7 a	117,5 a	100 b	98 a	114,5 a	99,7 a	95,7 a	109,7 a
LIII	100,7 ab	97,7 a	107,2 a	101 b	107,5 a	115 a	89,2 a	94,2 a	106,2 a
F	20,67	2,31	5,200	12,41	3,013	0,665	1,245	1,325	0,902
CV(%)	3,53	7,35	4,14	2,27	7,04	9,16	10,42	2,54	3,58
DMS	9,77	20,61	12,736	6,058	19,234	27,94	26,52	6,499	10,542

75 mL de água

Tempo	25 Sementes			50 Sementes			75 Sementes		
	4h	8h	16h	4h	8h	16h	4h	8h	16h
LI	99 a	101 a	116,5 a	92 a	93 a	109 a	91,7 a	98,2 a	114 a
LII	117,7 c	102,7 a	116 a	99,7 a	95,7 a	109,7 a	101 b	108 a	116,5 a
LIII	103,7 b	111,5 a	112,5 a	92 a	94,2 a	106,2 a	101,7 b	106,5 a	113,2 a
F	159,105	4,916	0,470	1,245	1,325	0,902	57,269	4,731	0,300
CV(%)	1,45	4,83	5,53	10,42	2,54	3,58	1,50	4,63	5,42
DMS	4,199	13,787	17,279	26,521	6,499	10,542	3,999	13,117	16,889

100 mL de água

Tempo	25 Sementes			50 Sementes			75 Sementes		
	4h	8h	16h	4h	8h	16h	4h	8h	16h
LI	105,5 a	101,7 a	92,75 a	97,5 a	97,7 a	93,7 a	95 a	97,5 a	94 a
LII	111,2 a	115,2 a	109 b	103 ab	120,7 b	120,7 b	103,7 b	101 a	120 b
LIII	98,5 a	102 a	111,2 b	105,5 b	102,2 a	116, b	101,2 b	103,5 a	115,7 b
F	1,637	4,265	27,89	13,705	85,928	104,65	26,59	1,73	82,628
CV(%)	9,50	7,03	3,66	2,17	2,46	2,57	1,75	4,54	2,79
DMS	27,121	14,778	7,552	6,007	7,145	7,711	4,749	12,418	8,337

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Para o volume de 100 mL de água deionizada, foi possível observar um padrão semelhante ao verificado com o uso de 75 mL, onde a quantidade de 25 sementes, apresentou-se promissora para a separação dos lotes, porém, no tempo de 16 horas de embebição, sendo os demais tempos inaptos na promoção da separação dos lotes. Quando se usou 50 sementes com o volume de 100 mL, observa-se ótima separação nos três tempos testados, sendo que os períodos de 8 e 16 horas apresentaram melhor desempenho em relação ao tempo de 4 horas de embebição. Nesse mesmo volume de água, utilizando-se 75 sementes, os tempos de embebição que melhor separaram os lotes foram de 4 e 16 horas, no período de 8 horas não houve separação dos lotes.

Em pesquisas com seis lotes de sementes feijão-mungo-verde, observou-se que o teste de condutividade elétrica, conduzido com quatro sub-amostras de 50 sementes puras embebidas em 75 mL de água destilada, permite a separação dos lotes a partir de 3 horas de embebição, mostrando-se promissor na avaliação da qualidade de sementes (ARAÚJO et al., 2011). Em trabalho com feijão-caupi cultivar Setentão, foi verificado que a condição mais adequada para condução do teste de condutividade elétrica das sementes, é a embebição por 16 horas a 25 ou 30°C (DUTRA et al., 2006). Tal resultado corrobora com os resultados do presente estudo, onde o tempo de embebição de 16 horas, foi o que melhor separou os lotes independente da quantidade de sementes utilizadas, porém já observa-se boa separação dos lotes no tempo de 4 horas de embebição.

A quantidade de sementes que melhor separou os lotes foi a de 50 sementes, quando imersas em 100 mL de água deionizada em todos os tempos de embebição. Resultados semelhantes foram encontrados quando usou-se o volume de 50 mL de água destilada que proporciona alta concentração de solutos, sendo possível a melhor separação dos lotes,

adotando-se menor quantidade de sementes. Porém ressalva-se que com 50 mL em maiores períodos de embebição, a evaporação da água pode torna-se um fator complicante, pois reduz a altura da coluna de água o que dificulta a realização das leituras (SANTOS; PAULA, 2005). Tal fator não apresentou influência na condução dessa pesquisa uma vez que não se testou períodos de tempos elevados, sendo 16 horas o maior período de imersão.

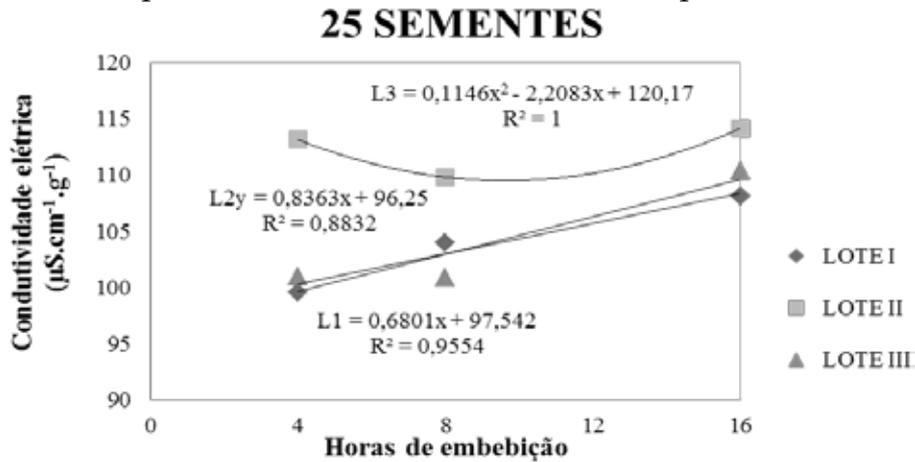


Figura 1. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Manteiguinha. Amostras com 25 sementes, embebidas em 50mL, 75mL e 100 mL de água deionizada, por diferentes períodos de embebição.

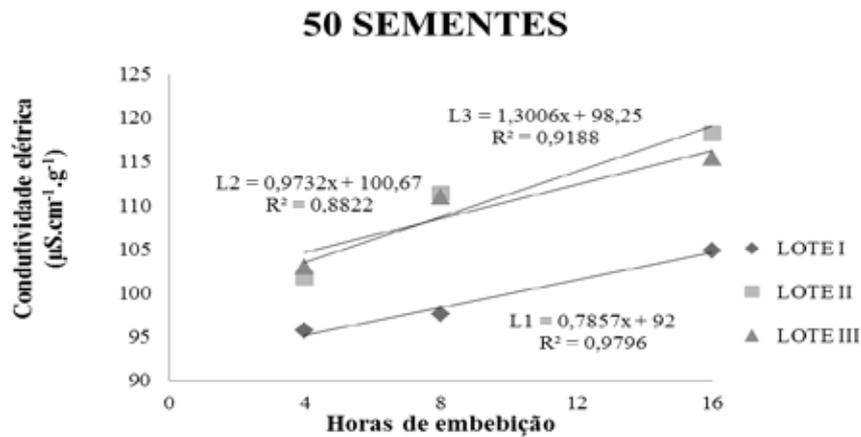


Figura 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Manteiguinha. Amostras com 50 sementes, embebidas em 50mL, 75mL e 100 mL de água deionizada, por diferentes períodos de embebição.



Figura 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de três lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Manteiguinha. Amostras com 100 sementes, embebidas em 50mL, 75mL e 100 mL de água deionizada, por diferentes períodos de embebição.

No referente ao período de imersão das sementes de feijão manteiguinha, (Figuras 1, 2 e 3), pode-se verificar o aumento na dosagem de eletrólitos liberados pelas sementes de feijão com o transcorrer do período de imersão, confirmando a influência do período de imersão das sementes no número de solutos lixiviados para a solução como observou-se em estudos em sementes de aveia preta (MENEZES et al., 2007) e em sementes de *Sebastiania commersoniana* (BAIL) SMITH & DOWNS (SANTOS; PAULA, 2005).

De forma geral o teste de condutividade elétrica com o uso de 25 sementes independente do volume de água deionizada utilizado, já demonstrou boa eficiência na separação dos três lotes, sendo que é possível observar uma diferenciação de vigor entre os lotes I e III como mais vigorosos e lote II com menos vigor. Como o teste de condutividade baseia-se no nível de degradação das sementes, frente ao número de eletrólitos por elas liberados, constata-se que o lote III apresentou maior nível de degradação das sementes, uma vez que apresentaram maiores valores de condutividade, seguido pelos lotes II e I respectivamente (Figura 1).

Quando utilizou-se a quantidade de 50 sementes independentemente do volume de água testada, se observou um padrão semelhante analisado com o mesmo teste na quantidade de 25 sementes. Porém, observa-se que na separação do vigor, os lote I destaca-se como mais vigoroso, enquanto os lotes II e III, apresentam praticamente o mesmo nível de degradação das sementes, sendo ambos menos vigorosos em relação ao lote I. Existe ainda uma correlação entre o número de eletrólitos exsudados pelas sementes, frente ao tempo de imersão, onde na medida em que elevou-se a quantidade de horas de imersão, maiores foram os valores de condutividade anotados em todos os lotes de forma linear, fato que pouco influência na separação vigorosa dos lotes (Figura 2).

Quando realizou-se a mesma análise com o uso de 75 sementes independente do período de imersão, observa-se excelente separação entre os três lotes avaliados. Assim como observado no teste com 50 sementes, houve uma correlação entre período de imersão e condutividade elétrica, sendo que esse comportamento ficou bem mais expresso quando testou-se 75 sementes nas diferentes horas de imersão, o que demonstra a eficácia da metodológica aplicada, uma vez que o comportamento esperado nesse tipo de teste é uma diferenciação similar entre os diferentes lotes a medida de em que eleva-se o número de sementes, isso porque há maior liberação de eletrólitos pelas maiores quantidades sequenciadas de sementes e assim um comportamento semelhante na diferenciação dos lotes, tal qual observa-se na figura 3.

Quanto à separação dos lotes pelo o vigor apresentado, o teste de condutividade elétrica com o uso de 75 sementes, separou os perfeitamente os três lotes testados, sendo o lote I o mais vigoroso, seguido pelo lote III como intermediário e lote II como o menos vigorosos. Tal resultado vai de encontro com os dados referentes aos testes de germinação,

primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e emergência das plantas em campo, o que demonstra que apenas esses testes não exprimem de fato o vigor das sementes, sendo necessário a realização de um teste de vigor mais completo, como o teste de condutividade elétrica, para diferenciação de vigor dos lotes de feijão manteiguinha.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos dados obtidos pode-se inferir que a metodologia aplicada mostrou-se eficiente na separação dos lotes de sementes em diferentes níveis de vigor, sendo que as maiores quantidades tanto de sementes quanto de volume de água diferenciaram significativamente os lotes entre si, onde a utilização de 25 sementes imersas por quatro horas em 75mL de água deionizada já permite a estratificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 1 p. 123 - 130, 2011
- BARBOSA, R. M.; SILVA, C. B.; MEDEIROS, M. A.; CENTURION, M. A. P. C.; VIEIRA, R. D. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.1, p.45-51, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399p.
- CARVALHO, C.; NOVIEMBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes de fumo, nuas e revestidas, pelo teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 1 p. 177 - 185, 2011
- COIMBRA, R. A.; MARTINS, C. C.; TOMAZ, C. A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.9, p.2402-2408, 2009
- DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.37, n.2, p.166-170, 2006
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-Caupi no Brasil. IV reunião de biofortificação, Teresina, Piauí, 2011
- LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 32, n. 1 p.123-130, 2010
- MACHADO, C. G.; MARTINS, C. C.; SANTANA, D. S.; CRUZ, C. S. S.; OLIVEIRA, S. S. C. Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pisum sativum* subsp. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 988-995, 2011
- MARSARO JÚNIOR, A. L.; VILARINHO, A. A. Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. *Revista Acadêmica, Ciências Agrárias Ambientais*, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 51-55, 2011

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Brasília: ABRATES, 1999. Cap. 1, p. 1-21.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; BAHRY, C. A.; MATTIONI, N. M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 29, n. 2, p.138-142, 2007

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

RODRIGUES, M. B. C. VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A.; CARVALHO, R. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v.28, n.2, p.168-181, 2006.

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

SILVA, C. D.; PAZETO, M. S. R.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 36, n. 2, p. 147 -155, 2012

TOKUHISA, D.; SEDIYAMA, C. A. Z.; HILST, P. C.; DIAS, D.C. F. S. Teste de condutividade de elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 31, n. 2, p.137-145, 2009

VIDIGAL, D. S.; LIMA, J. S.; BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para semente de pimenta. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 30, n. 1, p.168-174, 2008

VIEIRA, R. D; CARVALHO, N. M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: Funep. 1994. 164 p.