

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SIBELLE SANTANNA DA SILVA

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO PELO
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

CURITIBA

2012

SIBELLE SANTANNA DA SILVA

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO PELO
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maristela Panobianco

CURITIBA

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **SIBELLE SANTANNA DA SILVA**, sob o título "**ESTIMATIVA DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO PELO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 03 de Agosto de 2012.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Dra. Gizelda Maia Rêgo
Primeira Examinadora

Dra. Elisa Serra Negra Vieira
Segunda Examinadora

Professora Dra. Maristela Panobianco
Presidente da Banca e Orientadora

Dedico

Aos meus pais, Evaldo Neves da Silva e Euniséia Santanna da Silva, pelo incentivo,
compreensão, carinho e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência, e por todos os momentos bons e felizes que tive em minha vida, pois sem Ele nada teria acontecido!

Aos meus pais, Evaldo Neves da Silva e Euniséia Santanna da Silva, e minha irmã Grazielle Santanna da Silva e Silva, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e pela alegria em tê-los em minha vida.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar o mestrado.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Maristela Panobianco, pela confiança, paciência, exigência e, principalmente, pela valiosa orientação para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Roberval Daiton Vieira, pela colaboração e pelas preciosas sugestões e orientação ao longo do trabalho.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná, em especial aqueles do programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pois contribuíram para minha formação.

Ao Eng^o. Agr^o. MSc. Osvaldo de Castro Ohlson, por ter sido mediador na aquisição de parte das sementes.

À Dr^a Elisa Serra Negra Vieira e à Dr^a Gizelda Maia Rego, pelas considerações no trabalho.

As Cooperativas Castrolanda, Coopagrícola, Camisc, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Unidade Passo Fundo – RS), pela concessão das sementes.

Ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos da graduação, Marcelle Bettoni, Maristela Dalpisol, Rosana Negrelli, Thaisa Caesar, Vitor Pacheco e William Magrim, pela amizade e convivência durante os cinco anos de graduação em Agronomia na UFPR.

À amiga Priscila Brandalize, pelos momentos de descontração, festas e ombro amigo, que foram essenciais em minha vida.

Ao Laboratório de Micropropagação de Plantas, especialmente ao técnico Carlos Eduardo P. Maduro pelo fornecimento de água deionizada para execução das análises.

A toda equipe do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, aos estagiários Bruna Ariane da Silva e José Luiz Nogueira, aos

companheiros de trabalho Alex Pimenta, Grasiela Tognon, Luciane Hennenberg, e a técnica do Laboratório Roseli do Rocio Biora, pela convivência nos últimos dois anos, a amizade e as discussões enriquecedoras dos mais diferentes assuntos.

Agradecimento especial às colegas, e AMIGAS, que também fazem parte da equipe do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, Camila (Cá), Rosemeire (Mérica), e Tereza Cristina (Tê), pela amizade, força, colaboração, co-orientações em certos momentos, e pelas infinitas conversas. Mais que colegas de trabalho, são amigas que continuarão presentes em minha vida.

E a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

RESUMO

O teste de condutividade elétrica é um método rápido e não subjetivo empregado na avaliação do potencial fisiológico de sementes. No entanto, seus resultados podem ser influenciados por alguns fatores, como o genótipo, a temperatura e o período de embebição das sementes. O trabalho objetivou adequar uma metodologia para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão, estudando os fatores temperatura e período de embebição, bem como verificar o efeito do genótipo nos resultados do teste. A pesquisa foi conduzida em duas etapas: na primeira etapa, foram selecionados quatro lotes de sementes de feijão da cultivar IPR Tuiuiu, sendo testadas diferentes combinações de temperatura (20, 25, 30 e 35 °C) e período de embebição (4, 8, 16, 20 e 24 horas), mantidos fixo o número de sementes (50 por repetição) e o volume de água (75 mL); na segunda etapa, avaliou-se o efeito do genótipo sobre os resultados da condutividade elétrica, utilizando-se duas cultivares de feijão do grupo comercial carioca (IPR 139 e IPR Juriti) e duas cultivares de feijão do grupo comercial preto (IPR Gralha e BRS Campeiro), cada uma representada por quatro lotes. Pelos resultados obtidos, conclui-se que para sementes de feijão o teste de condutividade elétrica pode ser conduzido com 50 sementes por repetição, embebidas em 75 mL de água deionizada, a 25 °C, com leitura após 20 ou 24 horas de condicionamento. Para o grupo comercial carioca, o teste de condutividade elétrica foi considerado adequado, não sendo detectada a influência do genótipo nos resultados do teste. No grupo comercial preto, constatou-se o efeito do genótipo de feijão nos resultados da condutividade elétrica, sendo a eficiência do teste variável de acordo com a cultivar testada.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L.; vigor; lixiviação; qualidade.

ABSTRACT

The electrical conductivity test is a quick method and not subjective, used to evaluate the physiological potential of seeds. However, their results may be influenced by some factors such as genotype, temperature and the period of imbibition of seeds. The study aimed to adapt one methodology for conducting the electrical conductivity in bean seeds, studying the factors temperature and period of imbibition, as well examine as the effect of genotype within the same species on test results. The research was conducted in two stages: the first stage, was selected four seeds lots of bean of cultivar IPR Tuiuiu, testing different combinations of temperature (20, 25, 30 and 35 °C) and period imbibition (4, 8, 16, 20 and 24 hours), keeping constant the number of seeds (50 per replicate) and the volume of water (75 mL); the second stage, was evaluated the effect of genotype on the results of electrical conductivity, using two cultivars of bean, carioca commercial group (IPR 139 and IPR Juriti) and two cultivars of bean, black commercial group (IPR Gralha e BRS Campeiro), each represented by four lots. From the results, it is concluded that for the bean seed electrical conductivity must be conducted with 50 seeds per repetition, soaked in 75 mL of deionized water at 25 °C with determination of the conductivity at 20 or 24 hours after conditioning. For the carioca commercial group, the electrical conductivity test was considered appropriate and is not detected the influence of genotype on test results. In the black commercial group, it was observed the effect of genotype of bean results in electrical conductivity, and the efficiency of the test variable with the cultivar tested.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L.; vigour; leaching; quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
3. CAPÍTULO I - ADEQUAÇÃO DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE EMBEBIÇÃO PARA A CONDUÇÃO DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE FEIJÃO	15
3.1. INTRODUÇÃO.....	17
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.4. CONCLUSÃO	23
3.5. AGRADECIMENTOS	23
3.6. REFERÊNCIAS.....	24
4. CAPÍTULO II - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE FEIJÃO: INFLUÊNCIA DO GENÓTIPO	26
4.1. INTRODUÇÃO	28
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.3.1 Grupo comercial carioca.....	31
4.3.2 Grupo comercial preto	33
4.4. CONCLUSÃO	35
4.5. AGRADECIMENTOS	36
4.6. REFERÊNCIAS.....	36
5. CONCLUSÕES FINAIS	39
6. REFERÊNCIAS GERAIS	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC), de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Tuiuiu..... 20
- Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Tuiuiu, em diferentes períodos e temperaturas de embebição durante o teste de condutividade elétrica..... 22
- Tabela 3. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR 139, pertencente ao grupo comercial carioca. 31
- Tabela 4. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Juriti, pertencente ao grupo comercial carioca. 32
- Tabela 5. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão da cultivar IPR Gralha, pertencente ao grupo comercial preto..... 33
- Tabela 6. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão da cultivar BRS Campeiro, pertencente ao grupo comercial preto. 34

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão (*Phaseolus vulgaris*L.) é uma cultura de importância expressiva para a população brasileira, tanto pelo aspecto nutricional (fonte de proteína e amido) quanto pelo econômico e social. O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial, sendo que na última safra (2011/12) a cultura ocupou uma área de 3,67 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 3,2 milhões de toneladas e produtividade de 855 kg ha⁻¹, considerada esta como baixa, levando-se em consideração o potencial produtivo da espécie, em torno de 4.000 kg ha⁻¹ (Carbonell et al., 2003; CONAB, 2012).

Parte dos agricultores que produzem feijão utilizam sementes “salvas” ou “de uso próprio” como material de multiplicação; o que corresponde ao material guardado pelo agricultor para utilização unicamente na próxima safra, sendo proibida sua comercialização (Brasil, 2003). Tal fato faz com que a taxa de utilização de sementes de feijão seja baixa, ao redor de 11% (ABRASEM, 2010), constituindo este um dos principais motivos para a baixa produtividade brasileira.

Sabe-se que o emprego de sementes com alta qualidade propicia o estabelecimento mais rápido e homogêneo do estande de plantas e, em condições de ambiente desfavorável, tais sementes apresentariam melhor desempenho. O potencial fisiológico das sementes é avaliado rotineiramente pelo teste de germinação, o qual é realizado sob condições favoráveis de água, temperatura e oxigênio, sendo empregado oficialmente para a comercialização de lotes de sementes no Brasil.

Entretanto, como as condições ambientais no campo não são controladas, é comum que os resultados obtidos no teste de germinação não se relacionem com os encontrados em campo. Neste sentido, é crescente a utilização de testes de vigor no controle interno de qualidade pelas empresas produtoras de sementes, uma vez que complementam as informações obtidas no teste de germinação, fornecendo a estimativa do potencial para a emergência e desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente (Marcos Filho, 2005).

Dentre os testes de vigor, destaca-se o teste de condutividade elétrica, por se tratar de um método rápido para a obtenção dos resultados, fácil de ser executado e objetivo (Vieira e Krzyzanowski, 1999), tendo sido mencionado como um bom indicador do potencial de emergência de plântulas em campo para ervilha e soja. Alguns fatores, no entanto, podem

influenciar os resultados do teste, tais como teor de água, número de sementes, temperatura e duração do período de embebição.

Encontram-se na literatura trabalhos envolvendo o teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de feijão; porém, empregando-se metodologia semelhante à utilizada para soja, havendo carência de pesquisas abordando procedimento específico para a sua condução. Adicionalmente, há indícios de que o genótipo de feijão pode afetar os resultados da condutividade elétrica, o que reforça a necessidade de se estudar o teste para a referida espécie.

Assim, o trabalho objetivou adequar uma metodologia para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão, estudando os fatores temperatura e período de embebição, bem como verificar a influência do genótipo nos resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O teste de germinação é o principal parâmetro para avaliação da qualidade fisiológica das sementes (Brasil, 2009), sendo conduzido em condições ótimas de disponibilidade hídrica, temperatura e oxigênio, permitindo assim estimar o potencial máximo de germinação de um lote (Carvalho e Nakagawa, 2000). Os resultados são utilizados para determinar a taxa de semeadura, comparação de diferentes lotes, e fornecimento de informações para a adequada comercialização das sementes (Marcos Filho, 2005).

No campo, as sementes ficam expostas a situações desfavoráveis de ambiente, tais como temperatura inadequada, deficiência ou excesso de água e microrganismos; em razão disso, geralmente não se observa relação entre os dados obtidos no teste de germinação e na emergência de plântulas em campo, haja vista a superestimativa do poder germinativo do lote (ISTA, 1995).

Dessa forma, tornou-se necessário complementar a avaliação da qualidade das sementes com os testes de vigor, especialmente para lotes com germinação semelhante (Vieira e Carvalho, 1994). Tais testes são rotineiramente empregados em programas internos de controle de qualidade por empresas do setor e laboratórios credenciados de análise de sementes (Marcos Filho, 2005).

A indústria de sementes precisa tomar decisões rápidas, quer seja no manejo durante a colheita, no armazenamento, bem como na comercialização dos lotes. Dessa forma pesquisas relacionadas a testes que avaliem em menor período de tempo o potencial fisiológico das sementes têm se tornado prioridade (Custódio, 2005).

De acordo com a Association of Official Seed Analyst - AOSA (1983), os testes de vigor devem satisfazer plenamente algumas características, como rapidez na sua execução, objetividade, simplicidade, viabilidade econômica, reprodutibilidade e relação com emergência de plântulas em campo. Segundo a classificação proposta por McDonald (1975) os testes de vigor podem ser físicos, fisiológicos, bioquímicos ou de resistência a estresses. De acordo com esta classificação, os seguintes testes podem ser citados (Marcos Filho, 2005): velocidade de germinação, velocidade de emergência e crescimento de plântulas (fisiológicos); teste de frio e de envelhecimento acelerado (resistência a estresses); teste de condutividade elétrica e de tetrazólio (bioquímicos).

Após atingir a maturidade fisiológica, a semente perde naturalmente quantidade expressiva de água; essa queda no teor de água, influenciada por condições ambientais, confere às membranas celulares um estado de desorganização (Bewley e Black, 1994). Durante o processo de embebição, as membranas se reorganizam e, simultaneamente, as sementes liberam algumas substâncias, incluindo carboidratos, aminoácidos, ácidos graxos, ácidos orgânicos, substâncias fenólicas e íons como K^+ , Ca^{++} , Na^+ e Mg^{++} para o meio externo (Bewley e Black, 1994; Taylor et al., 1995).

No teste de condutividade elétrica, o vigor é avaliado indiretamente por meio da leitura da condutividade elétrica da solução, após determinado período de embebição das sementes (McDonald, 1975; AOSA 2002). Menores valores de condutividade elétrica da solução de embebição estão relacionados às sementes de vigor mais alto e, valores mais elevados, àquelas de vigor inferior, indicando que a capacidade e velocidade de reorganização das membranas celulares é inversamente proporcional ao seu estado de deterioração (Powell, 1986; Vieira et al., 2002 e 2004).

O teste de condutividade elétrica é considerado padronizado para sementes de ervilha (AOSA, 1983) e recomendado para sementes de soja pelo comitê de vigor da ISTA (Hampton e TeKrony, 1995). Vários trabalhos foram desenvolvidos com o teste, objetivando adequar a sua metodologia para emprego em outras espécies, como abóbora (Vieira e Dutra, 2006), mamona (Souza et al., 2009), sorgo (Soares et al., 2010), feijão-mungo-verde (Araújo et al., 2011a) e pinhão manso (Araújo et al., 2011b).

Apesar de ser considerado um teste promissor, pesquisas demonstraram que variações entre os laboratórios têm ocorrido devido à metodologia, já que vários fatores podem afetar os seus resultados (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Dentre os fatores, podem-se destacar: quantidade de água (Dutra e Vieira, 2006; Soares et al., 2010); temperatura e duração do período de embebição (Dutra e Vieira, 2006; Carvalho et al., 2009); número de sementes testadas (Loeffler et al., 1988; Vidigal et al., 2008; Lopes et al., 2012); teor de água das sementes (Vieira et al., 2002; Barbosa et al., 2012) e genótipo (Vieira et al., 1996; Albuquerque et al., 2001).

A temperatura de condicionamento das sementes durante o processo de embebição influencia tanto a velocidade com que as sementes embebem água quanto à liberação dos exsudados do interior das células para o meio externo, podendo causar também alterações na viscosidade da água (Murphy e Noland, 1982).

Normalmente a temperatura utilizada para o condicionamento das sementes durante o processo de embebição é de 25 °C (Loeffler et al., 1988), sendo esta temperatura próxima das condições internas de um laboratório de sementes (Vieira e Krzyzanowski, 1999). No entanto, é comum encontrar a utilização da temperatura de 20 °C, como por exemplo, para ervilha (AOSA, 1983).

O condicionamento das sementes por 24 horas costuma ser recomendado para o teste, pois neste período ainda há liberação de exsudados na água de embebição, além de ser um tempo que não interfere na rotina de análise de um laboratório de sementes (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Em razão da necessidade de rapidez na obtenção de resultados nos programas de controle de qualidade de sementes, bem como permitir que essa atividade seja realizada de forma dinâmica e efetiva (Dias e Marcos Filho, 1996), várias pesquisas têm sido realizadas com o propósito de reduzir o período de embebição de sementes no teste de condutividade elétrica (Dutra e Vieira et al., 2006; Vidigal et al., 2008; Carvalho et al., 2009; Araújo et al., 2011a; Silva et al., 2012).

Trabalhando com sementes de soja, Dias e Marcos Filho (1996) verificaram que o teste de condutividade elétrica pode ser realizado com períodos de embebição mais curtos (4 e 8 horas); no entanto, a identificação mais sensível sobre o vigor dos lotes foi possível somente a partir de 16 horas de embebição.

Carvalho et al. (2009), testando temperaturas mais elevadas para o condicionamento de sementes de soja no teste de condutividade elétrica, verificaram que o emprego das

temperaturas de 32 °C por duas horas, ou de 40 °C por uma ou duas horas, permitiu obter classificação similar à de 25 °C por 24 horas.

No caso de sementes de feijão, não há uma metodologia padronizada ou recomendada para o teste de condutividade elétrica, sendo encontrado frequentemente na literatura trabalhos que utilizaram o mesmo procedimento indicado para soja, como por exemplo, Santos et al. (2004 e 2005), Botelho et al. (2010) e Coelho et al. (2010).

Santos et al. (2003) observaram que lotes de sementes de feijão com maior porcentagem de emergência de plântulas em campo foram aqueles que apresentaram os menores valores de condutividade elétrica, utilizando a metodologia recomendada para sementes de soja, ou seja, quatro repetições de 50 sementes embebidas em 75 mL de água destilada, mantidas a temperatura constante de 25 °C, por período de 24 horas (Hampton e TeKrony, 1995).

Por outro lado, Miguel e Cícero (1999) ao estudarem o teste de frio para sementes de feijão, compararam a classificação dos lotes com outros testes de vigor, como o de condutividade elétrica. Os autores utilizaram a metodologia empregada para soja e verificaram que o teste de condutividade elétrica não apresentou correlação alta com a emergência de plântulas em campo.

Outro fator relevante mencionado na literatura, que pode interferir os resultados do teste de condutividade elétrica, é a influência do genótipo (Marcos Filho, 2005). Pesquisas revelaram resultados contrastantes entre a condutividade elétrica e demais testes de vigor dependendo do genótipo utilizado, como por exemplo, para sementes de ervilha (Caliari e Marcos Filho, 1990), soja (Panobianco e Vieira, 1996), amendoim (Vanzolini e Nakagawa, 1998) e girassol (Albuquerque et al., 2001).

No caso de sementes de ervilha, espécie em que o teste é considerado padronizado, há relatos na literatura de que a condutividade elétrica apresenta eficiência variável de acordo com o genótipo (Caliari e Marcos Filho, 1990). Os autores trabalharam com duas cultivares de ervilha (Caprice e Majestic) e constataram que para a cultivar Caprice os dados referentes à condutividade elétrica classificaram os lotes de forma similar aos demais testes de vigor empregados (primeira contagem de germinação, emergência de plântulas em campo e teste de envelhecimento acelerado). O mesmo resultado, porém, não foi observado para a cultivar Majestic, uma vez que os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica discordaram dos dados obtidos na emergência de plântulas em campo.

O efeito do genótipo na condutividade elétrica de sementes de soja foi observado por

Panobianco e Vieira (1996), uma vez que diferentes cultivares apresentaram comportamento semelhante nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado, e apresentaram resultados distintos no teste de condutividade elétrica. Segundo os autores, tal variação está relacionada com as diferenças no teor de lignina do tegumento, já que uma maior presença de lignina dificulta o processo de embebição das sementes, afetando diretamente a quantidade de eletrólitos liberados para o meio externo.

Adicionalmente, Panobianco et al. (1999) ao estudarem a correlação da condutividade elétrica com o teor de lignina presente no tegumento das sementes de nove cultivares de soja, observaram que menores valores de condutividade foram obtidos por sementes que possuíam teores mais elevados de lignina.

Para feijão, estudo desenvolvido por Vieira et al. (1996) indicou variações na condutividade elétrica entre diferentes genótipos. Nesta pesquisa, algumas cultivares que apresentaram alto desempenho na germinação e no envelhecimento acelerado foram classificadas como de baixa qualidade na condutividade elétrica, sendo que resultado inverso também ocorreu.

3. CAPÍTULO I - ADEQUAÇÃO DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE EMBEBIÇÃO PARA A CONDUÇÃO DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE FEIJÃO

RESUMO – Dentre os testes empregados para estimar o potencial fisiológico de sementes destaca-se o de condutividade elétrica, em razão da sua rapidez e objetividade para obtenção de resultados. Para algumas culturas, como ervilha e soja, o teste tem sido mencionado como um bom indicador da emergência de plântulas em campo. No caso do feijão, há carência de pesquisas visando determinar procedimento específico para a sua condução, sendo empregado normalmente método similar ao utilizado para soja. O presente trabalho objetivou adequar uma metodologia para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão, estudando os fatores temperatura e período de embebição das sementes. Para tanto, foram utilizados quatro lotes de sementes de feijão, da cultivar IPR Tuiuiu, testando-se diferentes combinações de temperatura (20, 25, 30 e 35 °C) e períodos de condicionamento (4, 8, 16, 20 e 24 horas). O número de sementes (50) por repetição e o volume de água de embebição (75 mL), foram mantidos fixos. Concludes that the electrical conductivity bean seed must be performed at a temperature of 25 ° C after 20 or 24 hours of soaking. These conditions make it possible to estimate the effect of bean seeds.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L.; vigor; potencial fisiológico.

ADEQUACY OF TEMPERATURE AND PERIOD OF IMBIBITION TO CONDUCT
ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST IN SEEDS OF BEAN

ABSTRACT – Among the tests used to estimate the physiological potential of seed stands out for the electrical conductivity, because of its speed and objectivity to obtain results. For some crops such as peas and soybean, the test has been mentioned as a good indicator of seedling emergence in the field. In the case of bean, there is a deficiency of research to determine specific proceedings for your conduction, being normally used similar method to that used for soybean. The study aimed to adapt one methodology for conducting the electrical conductivity in bean seeds, studying the factors temperature and period of imbibition. For this, was used four seeds lots of bean of cultivar IPR Tuiuiu, testing different combinations of temperature (20, 25, 30 and 35 °C) and periods of imbibition (4, 8, 16, 20 and 24 hours). The number of seeds (50) per repetition and the volume of water of imbibition (75 mL) were kept fixed. Concludes that the electrical conductivity test in bean seed must be performed at a temperature of 25 ° C after 20 or 24 hours of soaking. These conditions make it possible to estimate the vigour of bean seeds.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L.; vigour; physiological potential.

3.1. INTRODUÇÃO

O uso de sementes de alta qualidade é fundamental para o sucesso de qualquer sistema de cultivo, por permitir maior uniformidade na emergência de plântulas e maior produtividade.

O principal parâmetro utilizado para estimar o potencial fisiológico das sementes é o teste de germinação, o qual é realizado em condições ideais para cada espécie, visando obter a expressão máxima do poder germinativo de um lote de sementes. A necessidade de obtenção de informações mais consistentes sobre o potencial fisiológico das sementes levou ao aumento de pesquisas sobre os métodos para estimar o vigor, visando identificar diferenças no desempenho das sementes no campo (Dell'Áquila, 2009).

Dentre os testes de vigor, cita-se o de condutividade elétrica, o qual é classificado como um método bioquímico (McDonald, 1975) por avaliar modificações no metabolismo das sementes relacionadas ao seu vigor. Tais alterações são determinadas por meio da quantidade de eletrólitos lixiviados na solução de embebição, indicando a intensidade de degeneração das membranas celulares, causada pelo processo de deterioração da semente (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

O teste de condutividade elétrica é considerado padronizado para sementes de ervilha (AOSA, 1983) e recomendado para soja (Hampton e TeKrony, 1995). No Brasil, são relatados resultados promissores para diversas espécies, como abóbora (Vieira e Dutra, 2006), mamona (Souza et al., 2009), sorgo (Soares et al., 2010), feijão-mungo-verde (Araújo et al., 2011a) e pinhão manso (Araújo et al., 2011b).

Diferentes fatores inerentes à metodologia do teste podem interferir nos seus resultados, com destaque para a temperatura e o período de embebição das sementes. É crescente o número de pesquisas abordando esses dois fatores, especialmente com a finalidade de redução do condicionamento das sementes (Dutra e Vieira, 2006; Vidigal et al., 2008; Carvalho et al., 2009; Araújo et al., 2011a; Silva et al., 2012).

Na literatura, existem trabalhos que empregaram o teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes de feijão, utilizando-se, porém, o mesmo procedimento recomendado para soja (Hampton e TeKrony, 1995). Desta forma há necessidade de determinar metodologia específica para a espécie referida.

Neste sentido, o trabalho objetivou adequar a temperatura e o período de embebição das sementes para a condução do teste de condutividade elétrica em feijão.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, no período de setembro de 2010 a janeiro de 2012. Foram obtidos, inicialmente, seis lotes de sementes de feijão da cultivar IPR Tuiuiu, safra 2010/11, sendo posteriormente selecionados, quatro lotes com níveis distintos de poder germinativo.

Cada lote foi homogeneizado, subdividido em quatro repetições, as quais foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft. Durante o período experimental as sementes ficaram armazenadas em ambiente com temperatura e umidade relativa do ar controladas (15°C e 55% respectivamente).

As sementes foram submetidas às seguintes determinações:

- a) Teor de água: realizada pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 5,0 g de sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida) (Brasil, 2009).
- b) Teste de germinação: foram utilizadas 200 sementes, subdivididas em oito subamostras de 25 sementes, distribuídas em rolos de papel toalha, previamente umedecidos com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram mantidos em germinador, tipo Mangelsdorf[®], a 25 °C, e a contagem de plântulas foi realizada no quinto dia após a semeadura, sendo computado a porcentagem de plântulas normais por lote (Brasil, 2009).
- c) Teste de envelhecimento acelerado: 220 sementes foram distribuídas sobre bandeja de tela de inox, formando uma camada única sobre a superfície da tela, e fixada no interior de caixas plásticas (11x11x3,5 cm) contendo 40 mL de água. Posteriormente, as caixas tampadas foram mantidas em câmara incubadora (tipo B.O.D) a temperatura constante de 41 °C, durante 72 horas (Hampton e TeKrony, 1995). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito no item “b”. Foi determinado, também, o teor de água antes e após o envelhecimento acelerado de acordo com o descrito no item “a”.

- d) Emergência de plântulas em campo: realizada em canteiros localizados na área experimental do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, no mês de novembro de 2011. Foram utilizadas quatro subamostras de 100 sementes por lote, distribuídas manualmente em linhas de 1,0 m, e semeadas em sulcos com aproximadamente 3 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas sempre que necessário, de acordo com a intensidade de precipitação pluvial durante a condução do teste, garantindo o fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. A avaliação ocorreu ao 14º dia após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem.
- e) Teste de condutividade elétrica: o teste foi conduzido com as temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, nos períodos de embebição de 4, 8, 16, 20 e 24 horas. Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes fisicamente puras para cada lote, pesadas com precisão de 0,01 g e colocadas para embeber em copos de plástico (capacidade de 180 mL) com 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara incubadora (tipo B.O.D) (Hampton e TeKrony, 1995). Após cada período de condicionamento testado, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada por meio de leitura em condutivímetro digital, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente.

A análise de variância foi realizada separadamente para cada teste, segundo delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, empregando o sistema computacional ASSISTAT, versão 7.6 beta (Silva, 2011), exceto para os dados do teor de água. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teor de água e da qualidade fisiológica inicial das sementes de feijão estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC), de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Tuiuiu.

IPR Tuiuiu	Teor de Água		G	Vigor	
	Inicial	Após EA		EA	EC
Lotes	-----%-----				
1	13,8	28,0	94 a	89 a	84 a
2	13,5	27,0	92 ab	83 b	56 bc
3	13,5	27,5	88 bc	51 d	65 b
4	13,0	29,0	86 c	76 c	47 c
C.V.(%)	-	-	2,40	1,41	12,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Os teores de água iniciais das sementes foram semelhantes para os quatro lotes estudados, com variação de 0,8 pontos percentuais. A uniformidade do teor de água é aspecto importante para a obtenção de resultados confiáveis e padronização de metodologia (Marcos Filho, 2005). Os valores do teor de água das sementes também permaneceram dentro dos limites recomendados pela AOSA (1983) para a condução do teste de condutividade elétrica, já que valores abaixo de 10,0% ou acima de 17,0% devem ser evitados, pois apresentam influência significativa nos resultados do teste.

De acordo com os resultados do teste de germinação, o lote 1 apresentou desempenho superior aos demais lotes, sendo os lotes 2 e 3 classificados como de qualidade intermediária e, o lote 4, como de qualidade inferior. No entanto, todos os lotes estavam acima do padrão mínimo para comercialização de sementes de feijão no Brasil, o qual é de 70% para as sementes da categoria básica e 80% para as demais categorias (Brasil, 2005).

Quanto ao vigor avaliado pelo envelhecimento acelerado, o lote 1 também foi classificado como o mais vigoroso, os lotes 2 e 4 apresentaram desempenho intermediário, e o lote 3 apresentou comportamento inferior aos demais.

O teor de água das sementes, após período de envelhecimento acelerado, permaneceu

dentro da faixa de variação recomendada (2,0%), assegurando a eficácia na condução do teste (Marcos Filho, 2005).

Na emergência de plântulas em campo foi possível destacar o desempenho superior do lote 1 em relação aos demais lotes. Pode-se observar que os lotes 2 e 3 apresentaram nível médio de vigor e o lote 4 foi o menos vigoroso, classificação esta semelhante da obtida no teste de germinação.

Na Tabela 2 estão apresentados os dados da condutividade elétrica conduzida com 4, 8, 16, 20 e 24 horas de embebição, nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C.

Verificou-se que a condutividade elétrica realizada a 20 °C, independente do período de embebição testado, classificou os lotes em três níveis de vigor: alto (lote 1), médio (lote 2) e baixo (lotes 3 e 4). No entanto, o teste não foi sensível para detectar diferenças significativas entre os lotes 3 e 4, fato observado para o resultado da emergência de plântulas em campo (Tabela 1).

Para que um teste de vigor seja considerado eficiente, os resultados devem apresentar classificação dos lotes de forma semelhante à encontrada na emergência de plântulas em campo (Marcos Filho, 1999). Assim, observou-se que a condutividade elétrica conduzida com a temperatura de 25 °C (Tabela 2), a partir do período de 20 horas de embebição, proporcionou resultados semelhantes aos obtidos na emergência de plântulas em campo (Tabela 1), classificando o lote 1 como o mais vigoroso, os lotes 2 e 3 como de vigor intermediário e, o lote 4, como o menos vigoroso. O mesmo ranqueamento foi mantido após 24 horas de embebição, demonstrando consistência na metodologia.

Vale salientar que a combinação temperatura/período de embebição de 25 °C/24 h tem sido empregada com sucesso para outras leguminosas, como soja (Hampton e TeKrony, 1995; Santos et al., 2011) e amendoim (Barbosa et al., 2012).

Com o aumento da temperatura de condicionamento para 30 °C, verificou-se que houve maior liberação dos exsudados em relação a 25 °C, sendo que o teste de condutividade elétrica ranqueou os lotes de forma divergente da observada na emergência de plântulas em campo, não detectando diferença de qualidade entre os lotes 3 e 4.

Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Tuiuiu, em diferentes períodos e temperaturas de embebição durante o teste de condutividade elétrica.

Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) a 20 °C					
Períodos de embebição					
Lotes	4 h	8 h	16 h	20 h	24 h
1	26,3 a	37,6 a	51,2 a	56,1 a	60,9 a
2	33,3 b	45,4 b	62,7 b	67,4 b	74,5 b
3	39,8 c	53,0 c	72,3 c	77,7 c	84,4 c
4	39,9 c	56,5 c	79,2 c	84,3 c	92,0 c
C.V.(%)	6,51	6,49	5,45	5,25	5,12
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) a 25 °C					
Períodos de embebição					
Lotes	4 h	8 h	16 h	20 h	24 h
1	34,2 a	48,3 a	67,3 a	72,3 a	79,5 a
2	40,4 b	54,7 b	89,8 b	101,3 b	112,2 b
3	50,9 c	69,1 c	106,2 c	112,0 c	123,6 c
4	53,7 c	76,9 d	106,6 c	123,3 d	135,5 d
C.V.(%)	5,80	3,86	3,69	3,13	3,79
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) a 30 °C					
Períodos de embebição					
Lotes	4 h	8 h	16 h	20 h	24 h
1	40,4 a	56,7 a	69,3 a	79,3 a	97,7 a
2	48,2 b	67,3 b	91,2 b	107,7 b	130,3 b
3	67,2 d	89,6 c	110,0 c	122,2 c	159,2 c
4	58,1 c	84,3 c	107,0 c	125,7 c	155,0 c
C.V.(%)	4,14	4,51	4,55	4,61	5,20
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) a 35 °C					
Períodos de Embebição					
Lotes	4 h	8 h	16 h	20 h	24 h
1	39,5 a	60,6 a	79,3 a	92,9 a	107,8 a
2	47,7 b	69,1 a	108,0 b	126,5 b	135,4 b
3	63,8 c	99,4 b	138,1 c	168,7 c	215,5 d
4	70,9 d	96,4 b	131,5 c	153,5 c	181,4 c
C.V.(%)	5,95	6,46	8,77	7,32	6,98

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Novamente, a 35 °C não houve classificação dos lotes de acordo com o obtido na emergência de plântulas em campo, sendo que com esta temperatura o lote 3 foi identificado como o de pior desempenho.

Neste sentido, as combinações 25 °C/20 h e 25 °C/24 h revelaram-se adequadas para a condução do teste de condutividade elétrica, uma vez que os resultados mostraram-se semelhantes aos da emergência de plântulas em campo. Deve-se destacar que, pela praticidade na análise de rotina dos laboratórios, o condicionamento por 24 horas tem sido o mais indicado (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Adicionalmente, a temperatura de 25 °C é bastante promissora para a condução do teste, visto que é a temperatura mais próxima das condições ambientais dos laboratórios de análise de sementes do país.

3.4. CONCLUSÃO

A estimativa do vigor das sementes de feijão pelo teste de condutividade elétrica é possível com a utilização da temperatura de 25 °C para a embebição, com leitura após 20 ou 24 horas de condicionamento, utilizando-se 50 sementes por repetição, embebidas em 75 mL de água deionizada.

3.5. AGRADECIMENTOS

As Cooperativas Coopagrícola e Camisc, pelo fornecimento das sementes utilizadas na pesquisa.

Ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão da bolsa de estudos.

3.6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.1 p.123-130, 2011a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000100014&script=sci_arttext
- ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, G. M. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Idesia*, v. 29, n.2, p-79-86, 2011b. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902642/1/condutividadeeletricapinhaomanso.pdf>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. The Seed Vigor Test Committee. *Seed vigor testing handbook*. Lincoln, 1983. 88 p.
- 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*, v.42, n.1, p.45-51, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n1/a0812cr4615.pdf>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução normativa n. 25, anexo V, 16 de dezembro de 2005*. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>. Acesso em: 01 jun 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. 398p.
- CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; DIAS, D. C. F. S.; REIS, M. S.; MOREIRA, M. A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.1, p.239-248, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a27v31n1.pdf>
- DELL'AQUILA, A. Development of novel techniques in conditioning, testing and sorting seed physiological quality. *Seed Science and Technology*, v. 37, n. 3, p.608-624, 2009.
- DUTRA, A. VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 2, p.117-122, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a15v28n2.pdf>
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Controlled deterioration test. In: HAMPTON AND TEKRONY (ed). *Handbook of vigour test methods*. ISTA. p.70-78, 1995.
- 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*. Londrina: ABRATES, cap.1, p.1-21, 1999.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 1. ed. 2005. 495p.
- MCDONALD, M. B. A review and evaluation of seed vigour tests. *Proceeding of the*

Association of Official Seed Analysis, v. 65, p.109-139, 1975.

SANTOS, J. F.; ALVARENGA, R. O.; TIMÓTEO, T. S.; CONFORTO, E. C.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.4, p.743-751, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000400016&script=sci_arttext

SILVA, F.A.S. Sistema de Assistência Estatística – ASSISTAT versão 7.6 beta. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB, 2011. <http://www.assistat.com/>.

SILVA, C. B.; LOPES, M.M.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Automated system of seedling image analysis (SVIS) and electrical conductivity to assess sun hemp seed vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, n.1, p.55-60, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222012000100007&script=sci_arttext

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.2, p.391-397, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000200017&script=sci_arttext

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L.M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.1, p.60-67, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a07v31n1.pdf>

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*, v. 30, n. 1, p.168-174, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a21v30n1.pdf>

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: **ABRATES**, cap.4, p.1-26, 1999.

VIEIRA, R.D; DUTRA, A.S. Condutividade elétrica em sementes de Abóbora, híbrido Bárbara. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.3, p.305-308, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n3/07.pdf>

4. CAPÍTULO II - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE FEIJÃO: INFLUÊNCIA DO GENÓTIPO

RESUMO - O teste de condutividade elétrica tem sido alvo de muitas pesquisas visando investigar os fatores que podem interferir nos seus resultados, como o efeito do genótipo. No presente trabalho, objetivou-se verificar o efeito de diferentes genótipos de feijão, dos grupos comerciais carioca e preto, nos resultados do teste de condutividade elétrica. Utilizaram-se duas cultivares do grupo comercial carioca (IPR 139 e IPR Juriti) e duas do grupo comercial preto (IPR Galha e BRS Campeiro), cada uma representada por quatro lotes. Realizaram-se as seguintes determinações: teor de água (método de estufa a 105 ± 3 °C/24 horas), germinação (8 x 25 sementes, 25 °C), envelhecimento acelerado (41 °C/72 horas), condutividade elétrica (4 x 50 sementes, 75 mL de água deionizada, 25 °C, 24h) e emergência de plântulas em campo (4 x 100 sementes). Para o grupo comercial carioca, o teste de condutividade elétrica foi considerado adequado, não sendo detectada a influência do genótipo nos resultados do teste. No grupo comercial preto, constatou-se o efeito do genótipo de feijão nos resultados da condutividade elétrica, sendo a eficiência do teste variável de acordo com a cultivar testada.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L.; vigor; análise.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN SEEDS OF BEAN: INFLUENCE OF GENOTYPE

ABSTRACT - The electrical conductivity test has been the object of many studies aiming to investigate the factors that can interfere with their results, as the effect of genotype. This study, aimed to examine the effect of different bean genotypes, carioca commercial group and black commercial group, in the test results of electrical conductivity. For this, was used two cultivars carioca commercial group (IPR 139 and IPR Juriti) and two black commercial group (IPR Gralha and BRS Campeiro), each represented by four lots. Were performed the following determination: moisture content (oven method at 105 ± 3 °C/24 hours), germination (8 x 25 seeds, 25 °C), accelerated aging (41 °C /72 hours), electrical conductivity (4 x 50 seeds, 75 mL of deionized water, 25 °C, 24 h) and seedling emergence in the field (4 x 100 seeds). For the carioca commercial group, the electrical conductivity test was considered appropriate and is not detected the influence of genotype on test results. For the black commercial group, it was observed the effect of genotype of bean results in electrical conductivity, and the efficiency of the test variable with the cultivar tested.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L.; vigour; analysis.

4.1. INTRODUÇÃO

A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica é importante para o sucesso da lavoura, principalmente para a obtenção de uma população de plantas adequada. Além disso, sementes com alto potencial de germinação e níveis elevados de vigor, maximizam a produtividade, assim como o aproveitamento dos insumos utilizados.

Além do teste de germinação, o qual é a forma oficial de avaliar a qualidade das sementes, as empresas do setor têm utilizado testes de vigor como ferramentas para auxiliar e complementar a avaliação do potencial fisiológico das mesmas.

Os testes de vigor devem fornecer resultados confiáveis em período de tempo relativamente curto, permitindo rapidez na tomada de decisões. De acordo com Marcos Filho (2005) e Baalbaki (2009), tais testes identificam de forma mais precisa a queda na qualidade das sementes.

O teste de condutividade elétrica é uma alternativa simples, rápida e de baixo custo para estimar o vigor das sementes, sendo mencionado como um bom indicador da emergência de plântulas em campo para diferentes espécies como soja (Vieira et al., 2004), pimentão (Oliveira e Novembre, 2005), feijão caupi (Dutra et al., 2006), feijão-mungo-verde (Araújo et al., 2011) e ervilha forrageira (Machado et al., 2011). O teste baseia-se na integridade das membranas celulares, avaliando características relacionadas à liberação de exsudados durante o processo de embebição (Delouche e Baskin, 1973).

Apesar de promissor, o teste de condutividade elétrica tem-se mostrado pouco eficiente para algumas espécies, como girassol (Albuquerque et al., 2001), fumo (Carvalho e Novembre, 2011) e jiló (Lopes et al., 2012).

Fatores próprios da metodologia podem afetar os resultados do teste, como a quantidade de água (Dutra e Vieira, 2006; Soares et al., 2010), temperatura e período de embebição (Dutra e Vieira, 2006; Carvalho et al., 2009), número de sementes (Loeffler et al., 1988; Vidigal et al., 2008; Lopes et al., 2012) e o teor de água das sementes (Vieira et al., 2002; Barbosa et al., 2012).

A influência do genótipo também tem sido relatada. Vieira et al. (1996) trabalharam com várias cultivares e linhagens de feijão, representadas por um lote cada, e observaram que alguns genótipos com alto desempenho nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado foram classificados como de baixa qualidade na condutividade elétrica, sendo que resultado inverso também ocorreu.

Vale salientar a carência de estudo mais criterioso sobre o comportamento de cultivares de diferentes grupos comerciais de feijão no teste de condutividade elétrica, haja vista que os genótipos da espécie são reunidos em várias classes.

Em razão de o feijão ser uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo, e dada à ampla disponibilidade no país de materiais melhorados e adaptados para as diferentes regiões, o trabalho objetivou investigar a influência de genótipos de feijão dos grupos comerciais carioca e preto nos resultados do teste de condutividade elétrica.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Foram utilizadas sementes de duas cultivares de feijão do grupo comercial carioca (IPR 139 e IPR Juriti) e duas cultivares do grupo comercial preto (IPR Gralha e BRS Campeiro), representadas por quatro lotes cada, produzidas nas safras 2010/11 e 2011/12. Os lotes foram selecionados em função de diferenças no potencial fisiológico das sementes.

Cada lote foi homogeneizado, subdividido em quatro repetições, as quais foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft. Durante o período experimental as sementes ficaram armazenadas em ambiente com temperatura e umidade relativa do ar controladas (15°C e 55% respectivamente).

As sementes foram submetidas às seguintes determinações:

- f) Teor de água: realizada pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 5,0 g de sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida) (Brasil, 2009).

- a) Teste de germinação: foram utilizadas 200 sementes, subdivididas em oito subamostras de 25 sementes cada, distribuídas em rolos de papel toalha, previamente umedecidos com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram mantidos em germinador, tipo Mangelsdorf[®], a 25 °C. A contagem de plântulas foi realizada no quinto dia após a semeadura, sendo computado a porcentagem de plântulas normais por lote (Brasil, 2009).

- b) Teste de envelhecimento acelerado: 220 sementes foram distribuídas sobre bandeja de tela de inox, formando uma camada única sobre a superfície da tela, e fixada no interior de caixas plásticas (11x11x3,5 cm) contendo 40 mL de água. Posteriormente, as caixas tampadas foram mantidas em câmara incubadora (tipo B.O.D) a temperatura constante de 41 °C, durante 72 horas (Hampton e TeKrony, 1995). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito no item “b”. Foi determinado também o teor de água antes e após o período de envelhecimento acelerado, de acordo com o descrito no item “a”.
- c) Emergência de plântulas em campo: realizada em canteiros localizados na área experimental do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, no mês de janeiro de 2012. Foram utilizadas quatro subamostras de 100 sementes por lote, distribuídas manualmente em linhas de 1,0 m, e semeadas em sulcos com aproximadamente 3 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas sempre que necessário, de acordo com a intensidade de precipitação pluvial durante a condução do teste, garantindo o fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. A avaliação ocorreu ao 14º dia após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem.
- g) Teste de condutividade elétrica: o teste foi conduzido na temperatura de 25 °C e no período de embebição de 24 horas. Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes fisicamente puras para cada lote, pesadas com precisão de 0,01 g e colocadas para embeber em copos de plástico (capacidade de 180 mL) com 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara incubadora (tipo B.O.D) (Hampton e TeKrony, 1995). Após o período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada por meio de leitura em condutivímetro digital, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente.

A análise de variância foi realizada separadamente para cada teste, segundo delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, empregando o sistema computacional ASSISTAT, versão 7.6 beta (Silva, 2011), exceto para os dados do teor de água. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Grupo comercial carioca

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da qualidade inicial para as sementes de feijão da cultivar IPR 139, pertencente ao grupo comercial carioca.

Os valores do teor de água inicial foram semelhantes entre os lotes, apresentando variação máxima de 0,4 pontos percentuais. Tal condição é importante para a realização dos testes, uma vez que a uniformidade do teor de água contribui para obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho, 2005). Os resultados do teor de água após o envelhecimento acelerado demonstraram que a variação entre lotes permaneceu dentro da amplitude máxima recomendada de 2,0% (Marcos Filho, 2005).

Quanto à germinação, os lotes foram classificados como de alta qualidade (lotes 1 e 2) e qualidade inferior (lotes 3 e 4), estando porém todos acima do padrão mínimo exigido pela legislação brasileira para comercialização de sementes de feijão, o qual é de 70% para as sementes da categoria básica e 80% para as demais categorias (Brasil, 2005).

Tabela 3. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR 139, pertencente ao grupo comercial carioca.

IPR 139	Teor de Água		G	Vigor		
	Inicial	Após EA		EA	EC	CE
Lotes	-----%-----					$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
1	13,4	30,0	95 a	82 a	91 a	93,4 ab
2	13,8	29,0	93 a	67 b	88 ab	91,7 a
3	13,8	29,0	86 b	57 c	80 b	119,0 b
4	13,5	31,0	84 b	58 c	83 b	123,8 b
C.V.(%)	-	-	3,68	4,85	4,64	6,12

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

No teste de envelhecimento acelerado, os lotes foram considerados como de alto (lote 1), médio (lote 2) e baixo vigor (lotes 3 e 4). Pela emergência de plântulas em campo, os lotes 3 e 4 também apresentaram-se com pior desempenho (Tabela 3).

A classificação dos lotes da cultivar de feijão IPR 139, quanto ao potencial fisiológico estimado pela condutividade elétrica, foi similar à classificação obtida pelos testes de germinação, emergência de plântulas em campo e envelhecimento acelerado, separando os lotes de menor qualidade (lotes 3 e 4) dos demais (lotes 1 e 2), indicando que o teste foi eficiente para avaliar o potencial fisiológico das sementes de feijão.

Na Tabela 4 estão os resultados obtidos para as sementes da cultivar IPR Juriti, pertencente ao grupo comercial carioca. Os dados do teor de água inicial foram semelhantes entre os lotes estudados, com variação de 0,7%.

Tabela 4. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão, da cultivar IPR Juriti, pertencente ao grupo comercial carioca.

IPR Juriti	Teor de Água		G	Vigor		
	Inicial	Após EA		EA	EC	CE
Lotes	-----%-----					$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
1	14,5	30,0	95 a	84 a	94 a	64,8 a
2	14,8	31,0	93 a	85 a	92 a	68,0 a
3	14,5	29,0	83 b	53 b	82 b	137,3 b
4	14,1	29,0	80 b	51 b	71 c	131,8 b
C.V.(%)	-	-	1,99	3,94	5,22	5,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Analisando a germinação, verificou-se que os lotes 1 e 2 apresentaram maior qualidade e os lotes 3 e 4 foram classificados como lotes de qualidade inferior (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados para o teste de envelhecimento acelerado.

O teste de emergência de plântulas em campo também identificou os lotes 1 e 2

como os de melhor desempenho, e os lotes 3 e 4 como de qualidade intermediária e baixa, respectivamente.

Na condutividade elétrica, novamente os lotes 1 e 2 foram identificados como os mais vigorosos e os lotes 3 e 4 como os de vigor mais baixo, concordando com os resultados dos outros testes de qualidade.

Assim, com base no exposto, foi possível verificar que para as cultivares de feijão do grupo comercial carioca (IPR 139 e IPR Juriti) a condutividade elétrica foi eficiente, não sendo detectada a influência do genótipo nos resultados do teste.

4.3.2 Grupo comercial preto

Os resultados do teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e condutividade elétrica das sementes de feijão da cultivar IPR Galha (grupo comercial preto), estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão da cultivar IPR Galha, pertencente ao grupo comercial preto.

IPR Galha	Teor de Água		G	Vigor		
	Inicial	Após EA		EA	EC	CE
Lotes	-----%-----					$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
1	12,5	29,0	91 a	68 a	92 a	117,1 a
2	12,5	29,8	90 a	62 b	86 b	125,1 a
3	12,0	28,5	80 b	57 b	79 c	116,3 a
4	12,5	28,5	80 b	61 b	78 c	111,5 a
C.V.(%)	-	-	3,22	3,41	2,58	6,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Os valores do teor de água inicial das sementes foram semelhantes entre os quatro lotes estudados, com variação máxima de 0,5 pontos percentuais.

Os dados de germinação estratificaram os lotes como de alta qualidade (lotes 1 e 2) e baixa qualidade (lotes 3 e 4). Já o teste de envelhecimento acelerado identificou os lotes 2, 3 e

4 como os menos vigorosos e o lote 1 como o de melhor qualidade.

Pela emergência de plântulas em campo, os lotes 3 e 4 também foram classificados como os de pior desempenho, enquanto que o lote 1 apresentou comportamento superior e, o lote 2, nível de vigor intermediário.

Por outro lado, no teste de condutividade elétrica não foi possível a separação dos lotes em níveis de vigor, sendo que lotes classificados como de baixo desempenho nos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo (lotes 3 e 4), foram considerados como de alta qualidade.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados obtidos para as sementes de feijão da cultivar BRS Campeiro, pertencente ao grupo comercial preto. Os resultados do teor de água inicial das sementes foram semelhantes, com variação de 1,0%, confirmando assim a uniformidade entre os lotes estudados.

Tabela 6. Teores de água inicial e após o envelhecimento acelerado, germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica, de sementes de quatro lotes de feijão da cultivar BRS Campeiro, pertencente ao grupo comercial preto.

BRS Campeiro	Teor de Água		G	Vigor		
	Inicial	Após EA		EA	EC	CE
Lotes	-----%-----					$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
1	13,0	28,0	97 a	88 a	88 a	109,6 c
2	12,5	27,0	94 b	80 bc	89 a	95,8 b
3	12,0	26,5	90 c	77 c	80 b	81,9 a
4	12,0	27,0	81 d	81 b	73 c	72,0 a
C.V.(%)	-	-	1,66	1,89	2,91	7,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

De acordo com os dados da germinação, os lotes possuíam diferenças na qualidade fisiológica, sendo o lote 1 com qualidade superior, os lotes 2 e 3 de qualidade intermediária e o lote 4 com qualidade inferior.

No teste de envelhecimento acelerado, o lote 1 foi o de vigor mais elevado, os lotes 2

e 4 de vigor intermediário e, o lote 3, foi identificado como o menos vigoroso.

A emergência de plântulas em campo classificou os lotes 1 e 2 como os mais vigorosos, o lote 3 de médio vigor e o lote 4 como o de menor desempenho.

Pelo teste de condutividade elétrica, foi verificado que os lotes que revelaram desempenho mais baixo nos demais testes (germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo), ou seja, os lotes 3 e 4, foram aqueles que apresentaram a menor lixiviação de eletrólitos, sendo classificados como os mais vigorosos. Já o lote 1, considerado como de qualidade mais elevada nos outros testes, revelou a maior liberação de eletrólitos, logo menor vigor. Os resultados obtidos confirmaram o obtido por Vieira et al. (1996) com sementes de feijão, onde foi observado o efeito de genótipo nos resultados da condutividade elétrica.

Embora trabalhos encontrados na literatura, com várias espécies, tenham constatado diferenças na condutividade elétrica entre genótipos, há carência de estudos abordando as razões que levam a essas divergências.

Nogueira (1993) citado por Vanzolini e Nakagawa (1998) relatou que a coloração do tegumento das sementes de feijão teve influência expressiva nos resultados do teste de condutividade elétrica, visto que dos cinco genótipos testados, os de tegumento preto apresentaram os maiores valores de condutividade. Santos et al. (2007), por sua vez, afirmaram que sementes de soja com tegumento marrom possuíam menor velocidade de embebição em razão da maior concentração de lignina e proteína em sua composição, afetando diretamente os resultados do teste de condutividade elétrica. De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), características hereditárias da cultivar, como espessura e teor de lignina no tegumento, são as possíveis responsáveis por diferenças de vigor entre os genótipos.

4.4. CONCLUSÃO

Com base nas cultivares testadas e nos resultados obtidos, conclui-se que:

- a) Para o grupo comercial carioca, o teste de condutividade elétrica é considerado adequado, não sendo detectada a influência do genótipo nos resultados do teste;
- b) No grupo comercial preto, há o efeito do genótipo de feijão nos resultados da condutividade elétrica, sendo a eficiência do teste variável de acordo com a cultivar testada.

4.5. AGRADECIMENTOS

As Cooperativas Castrolanda, Coopagrícola e Camisc, assim como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Unidade Passo Fundo – RS) pelo fornecimento das sementes utilizadas na pesquisa.

Ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão da bolsa de estudos.

4.6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M. C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação de qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 23, n. 1, p.1-8, 2001. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2001/v23n1/artigo01.pdf>

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.1 p.123-130, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000100014&script=sci_arttext

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; MCDONALD, M.B. *Seed vigor testing handbook*. Association of Official Seed Analysts, 2009. 346p. (Contribution 32 to the Handbook on Seed Testing).

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*, v.42, n.1, p.45-51, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n1/a0812cr4615.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução normativa n. 25, anexo V, 16 de dezembro de 2005*. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>. Acesso em: 01 jun 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. 398p.

CARVALHO, C. NOVEMBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes de fumo, nuas e revestidas, pelo teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n.1 p.177-185, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000100020&script=sci_arttext

CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; DIAS, D. C. F. S.; REIS, M. S.; MOREIRA, M. A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.1, p.239-248, 2009. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a27v31n1.pdf>

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DUTRA, A.S.; FILHO, S.M.; TEÓFILO, E.M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 2, p.166-170, 2006. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/195/189>

DUTRA, A. VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 2, p.117-122, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a15v28n2.pdf>

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Controlled deterioration test. In: HAMPTON AND TEKRONY (ed). *Handbook of vigour test methods*. ISTA, p.70-78, 1995.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, v.12, n.1, p.37-53,1988.

LOPES, M. M. BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Methods for evaluating the physiological potential of Scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum*) seeds. *Seed Science and Technology*, v. 40, n. 1, p.86-94, 2012.

MACHADO, C. G.; MARTIND, 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. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782011000600012&script=sci_arttext

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 1. ed. 2005. 495p.

OLIVEIRA, S. R. S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 1, p.31-36, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n1/25178.pdf>

SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A. S. R.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.1, p. 20-26, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222007000100003

SILVA, F.A.S. Sistema de Assistência Estatística – ASSISTAT versão 7.6 beta. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB, 2011. <http://www.assistat.com/>

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.2, p.391-397, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000200017&script=sci_arttext

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n.1, p.178-183, 1998. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n1/artigo29.pdf>

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*, v. 30, n. 1, p.168-174, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a21v30n1.pdf>

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D.; Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 18, n. 2, p.220-224, 1996.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: **ABRATES**, cap.4, p.1-26, 1999.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e o teor de água inicial das sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.19, p.1333-1338, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n9/13209.pdf>

VIEIRA, R.D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. *Scientia Agrícola*, v. 61, n. 2, p.164-168, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162004000200007&script=sci_arttext

5. CONCLUSÕES FINAIS

A metodologia mais adequada para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão é com a utilização de 50 sementes por repetição, embebidas em 75 mL de água deionizada, a 25 °C, com leitura após 20 ou 24 horas de condicionamento.

Para o grupo comercial carioca, o teste de condutividade elétrica foi considerado adequado, não sendo detectada a influência do genótipo nos resultados do teste.

No grupo comercial preto, constatou-se o efeito do genótipo de feijão nos resultados da condutividade elétrica, sendo a eficiência do teste variável de acordo com a cultivar testada.

6. REFERÊNCIAS GERAIS

ABRASEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudanças - Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/>>. Acesso em: 30 abr 2012.

ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M. C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação de qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.1-8, 2001. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2001/v23n1/artigo01.pdf>

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1 p.123-130, 2011a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000100014&script=sci_arttext

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, G. M. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Idesia**, v. 29, n.2, p-79-86, 2011b. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902642/1/condutividadeeletricapinhaomanso.pdf>

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. The Seed Vigor Test Committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2002. 105p.

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**, v.42, n.1, p.45-51, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n1/a0812cr4615.pdf>

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. Plenum Press, 1994. 444p.

BOTELHO, F. J. E.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; ELOI, T. A.; BALIZA, D. P. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000400015&script=sci_arttext

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei Federal nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/importacao/sementes-mudas>. Acesso em: 22 jun 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. 398p.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.12, n.3, p.52-75, 1990. Disponível em:

<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1990/v12n3/artigo05.pdf>

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipo de feijoeiro cultivado em diferentes ambientes. **Bragantia**, v.62, n.3, p.369-379, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v62n3/v62n3a04.pdf>

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; DIAS, D. C. F. S.; REIS, M. S.; MOREIRA, M. A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n.1, p.239-248, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a27v31n1.pdf>

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3 p.97-105, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a11.pdf>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2011/2012. Oitavo levantamento, maio 2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uplads/arquivos/12_05_10_08_49_52_boletim_mai_2012.pdf>. Acesso em: 23 mai 2012.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: Uma breve revisão. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p.29-41, 2005. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/viewFile/86/547>

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v. 53, n.1, 1996. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161996000100005&script=sci_arttext

DUTRA, A. VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.117-122, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a15v28n2.pdf>

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Controlled deterioration test. In: HAMPTON AND TEKRONY (ed). **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA. p.70-78, 1995.

ISTA - International Seed Testing Association. Understanding seed vigour. Prepared by ISTA Vigour Test Committee, 1995. Disponível em: <http://www.seedtest.org/upload/prj/product/UnderstandingSeedVigourPamphlet.pdf> Acesso em: 25 mai 2012.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53,1988.

LOPES, M. M. BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Methods for evaluating the physiological potential of Scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum*) seeds. **Seed Science and Technology**, v.40, n.1, p.86-94, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 1. ed. 2005. 495p.

MCDONALD, M. B. A review and evaluation of seed vigour tests. **Proceeding of the Association of Official Seed Analysis**, v. 65, p.109-139, 1975.

MIGUEL, M. H.; CICERO, S. M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1233-1243, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v56n4s0/a27v564s.pdf>

MURPHY, J.B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, v. 69, n. 2, p.428-431, 1982.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I - Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 31, n. 9, p.621-627, 1996.

PANOBIANCO, M. VIEIRA, R, D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignina content. **Seed Science Technology**. v. 27, p.945-949, 1999.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, East Lasing, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A . Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n.2, p.28-35, 2003. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2003/v25n2/artigo05.pdf>

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.110-119, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n1/a17v26n1.pdf>

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n.1, p.104-114, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222005000100013

SILVA, C. B.; LOPES, M.M.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Automated system of seedling image analysis (SVIS) and electrical conductivity to assess sun hemp seed vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, p.55-60, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222012000100007&script=sci_arttext

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.391-397, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000200017&script=sci_arttext

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L.M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.60-67, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a07v31n1.pdf>

TAYLOR, A.G.; LEE, S.S.; BERESNIEWICZ, M.M.; PAINE, D.H. Amino acid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, v.23, p.113-122, 1995.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p.178-183, 1998. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n1/artigo29.pdf>

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**, v. 30, n.1, p.168-174, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a21v30n1.pdf>

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

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D.; Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n.2, p.220-224, 1996.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, cap.4, p.1-26, 1999.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e o teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.19, p.1333-1338, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n9/13209.pdf>

VIEIRA, R.D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, v.61, n.2, p.164 - 168, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162004000200007&script=sci_arttext

VIEIRA, R.D; DUTRA, A.S. Condutividade elétrica em sementes de Abóbora, híbrido Bárbara. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p.305-308, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n3/07.pdf>