

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**

**TESTES PARA ANÁLISE DE VIGOR EM
SEMENTES DE GIRASSOL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Fernando Machado Haesbaert

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

TESTES PARA ANÁLISE DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL

Fernando Machado Haesbaert

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Sidinei José Lopes

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Haesbaert, Fernando Machado
TESTES PARA ANÁLISE DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL
/ Fernando Machado Haesbaert.-2013.
70 f.; 30cm

Orientador: Sidinei José Lopes
Coorientadores: Liliâne Marcia Mertz, Alessandro
Dal'Col Lúcio
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2013

1. Vigor de sementes 2. Condutividade elétrica 3.
Girassol 4. Amostragem I. Lopes, Sidinei José II.
Mertz, Liliâne Marcia III. Lúcio, Alessandro Dal'Col IV.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado**

**TESTES PARA ANÁLISE DE VIGOR EM SEMENTES DE
GIRASSOL**

elaborada por
Fernando Machado Haesbaert

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sidinei José Lopes, Dr.(UFSM)
(Presidente/Orientador)

Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr. (UFSM)

Carla Medianeira Bertagnolli, Dr. (IFF - JC)

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2013.

Dedicatória

*Aos meus pais, Christiano e Elizabet
Aos meus irmãos, Cristian e Gabriel
A minha noiva, Frankiele*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha família, pelo apoio e ajuda em mais uma etapa importante da minha vida.

A minha noiva, Frankiele agradeço o amor e a compreensão na realização deste trabalho, bem como, o apoio e incentivo sempre.

Ao meu orientador, Professor Sidinei, pelos ensinamentos, apoio e amizade durante a realização deste trabalho.

Aos meus co-orientadores, professora Liliane Marcia Mertz e professor Alessandro Dal'Col Lúcio, agradeço a disponibilidade em ajudar na realização deste trabalho.

Ao professor Alberto Cargnelutti Filho pelos ensinamentos e amizade.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de convívio e pelos ensinamentos.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Sementes: Ana Paula Piccinin Barbieri, Gerusa Massuquini Conceição, Caroline Huth, Samantha Segalin, Manoela Beche, Fabrício Fuzzer e Humberto Zen pelo convívio e auxílio em todos os momentos necessários.

Aos funcionários do departamento de Fitotecnia pela amizade e auxílio quando necessário.

Aos colegas e amigos do Setor de Experimentação Vegetal: Daniel Santos, Marcos Toebe, Giovani Facco, Gabriele Cassaroto, Tatiani Reis da Silveira e Claudia Burin, pelo apoio e incentivo.

Muito Obrigado!

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido e não na vitória propriamente dita”

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

TESTES PARA ANÁLISE DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL

AUTOR: FERNANDO MACHADO HAESBAERT

ORIENTADOR: Prof. Dr. SIDINEI JOSÉ LOPES

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2013.

As pesquisas com a cultura do girassol, atualmente, enfatizam a utilização para fins de extração de óleo para produção de biodiesel. O girassol, por ser uma cultura de ampla adaptação e ciclagem de nutrientes do solo, vem sendo implantado nos sistemas de rotação de culturas. Uma estratégia importante para o sucesso de qualquer cultivo é a utilização de sementes de boa qualidade, de forma a obter adequado estande de plantas. Porém, muitas vezes faltam testes apropriados para determinação da qualidade das sementes, dificultando a escolha dos melhores lotes. Neste sentido, objetiva-se a determinação da metodologia adequada para análise do vigor de sementes de girassol, através de testes de condutividade elétrica massal e individual e teste do pH do exsudato, bem como, determinar o número de amostra em número de sementes para avaliação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. Foram realizados experimentos, em que se avaliou os testes da condutividade elétrica massal, da condutividade elétrica individual e do pH do exsudato e se estabeleceu a relação destes testes com o teste de emergência em campo. Os testes de condutividade elétrica massal e individual são promissores na separação dos lotes de sementes de girassol, sendo que, a condição mais adequada para realização do teste de condutividade elétrica massal é de 25 sementes, 25 ml de água e leitura realizada após uma hora de embebição. Para o teste de condutividade elétrica individual, períodos de 1 a 24 horas apresentam alta correlação entre emergência em campo e condutividade elétrica individual. O tamanho de amostra em número de sementes, para avaliar a condutividade elétrica das sementes de girassol, é dependente do tempo de embebição das sementes. Tempos de embebição de uma hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras. Considerando a amplitude de $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$ recomenda-se tamanho de amostra de 100 sementes.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Condutividade elétrica. pH de exsudato. Tamanho de amostra.

ABSTRACT

Master Dissertation
Pos-Graduation Program in
Federal University of Santa Maria

TEST FOR ANALYSIS OF VIGOR IN SUNFLOWER SEEDS

AUTHOR: FERNANDO MACHADO HAESBAERT

ADVISER: Prof. Dr. SIDINEI JOSÉ LOPES

Place and Date of the defense: Santa Maria, 28th February, 2013.

Research with the sunflower crop currently emphasize the use for oil extraction for biodiesel production. The sunflower, because it is a culture of broad adaptation and soil nutrient cycling, has been deployed in systems of crop rotation. An important strategy for the success of any crop seed is the use of good quality in order to obtain suitable plant stand. But often lacking appropriate tests to determine the quality of seeds, making the choice of the best lots. In this sense, the objective is to determine the appropriate methodology for analysis of the effect of sunflower seeds, through electrical conductivity mass and individual test and pH exudates, as well as determining the number of samples in the number of seeds for evaluation of Individual electrical conductivity of sunflower seeds. Experiments were conducted, which evaluated the mass electrical conductivity, electrical conductivity and pH of the individual exudate and established the relationship of these tests with the test field emergence. The electrical conductivity mass and individual are promising in the separation of lots of sunflower seeds, and the best conditions for performing the electrical conductivity test mass is 25 seeds, 25 ml of water and reading done after an hour of soaking. For the electrical conductivity test individual periods 1 - 24 hours have high correlation between field emergence and electrical conductivity individual. The sample size seed number, to evaluate the conductivity of sunflower seed, is dependent on the time of seed imbibition. Soaking times an hour using the smallest possible sample sizes. Considering the range of $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ seed}^{-1}$ is recommended sample size of 100 seeds.

Key words: *Helianthus annuus* L. Electrical conductivity. pH exudate. Sample size.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1** - Médias dos testes de teor de água (TA), massa de mil sementes (MMS), germinação (G), emergência em campo (EC) e índice de velocidade de emergência em campo (IVE) de sete lotes de sementes de girassol.....29
- Tabela 2** - Coeficientes de correlação de Pearson entre condutividade elétrica massal de diferentes combinações de volume de água, número de sementes e tempo de embebição em relação à emergência em campo (EC).
.....30
- Tabela 3** - Médias do teste de condutividade elétrica individual após 1, 2, 4, 8 e 24 horas de embebição e índice de velocidade de germinação (IVG) de sete lotes de sementes de girassol.31
- Tabela 4** - Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias de condutividade elétrica individual de diferentes tempos de embebição em relação às médias de emergência em campo (EC), germinação (G), teor de água (TA), massa de mil sementes (MMS) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sete lotes de sementes de girassol.32
- Tabela 5** – Médias para o teste do pH exsudato de sete lotes de sementes de girassol.
.....33

ARTIGO 2

- Tabela 1** - Estatísticas descritivas dos valores de condutividade elétrica individual (CEI) em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$ de sete lotes de sementes de girassol em cinco períodos de embebição.....46
- Tabela 2** - Tamanho de amostra, em número de sementes, para diferentes amplitudes entre os percentis 2,5% e 97,5% de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tempos de embebição de sete lotes de sementes de girassol.....47

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2

- Figura 1** - Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em uma hora de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).....48

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A – Condutividade elétrica massal em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para diferentes combinações de número de sementes, volumes de água e períodos de embebição de sete lotes de sementes de girassol.....59
- Apêndice B – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em duas horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).....60
- Apêndice C – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em quatro horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).....61
- Apêndice D – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em oito horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).62
- Apêndice E – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em 24 horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G)....63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
ARTIGO 1 – Testes para determinação da viabilidade e do vigor de sementes de girassol	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT	16
Introdução	17
Material e métodos	19
Resultados e discussão.....	22
Conclusões	26
Referências	26
ARTIGO 2 - Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT	34
Introdução	35
Material e métodos	37
Resultados e discussão.....	39
Conclusões	42
Referências	42
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICES	56

1 INTRODUÇÃO

O uso de fontes alternativas de combustíveis é prioridade em diversos países do mundo que buscam reduzir a dependência dos combustíveis fósseis. O Brasil é tido como referência no uso de fontes renováveis, pois, do total de energia utilizada no país, 46% é proveniente de fontes renováveis, enquanto que a média mundial é de apenas 13% de fontes limpas (ANP, 2011), assumindo a terceira posição entre os maiores produtores de biodiesel (AIBOVE, 2011). A produção de etanol no Brasil responde por boa parte da energia renovável do país, mas gradualmente o biodiesel começa a ganhar espaço dentre as fontes energéticas. Neste caminho, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que propõe ampliar a participação de óleo biodiesel como fonte energética. Este programa tem favorecido a expansão do cultivo de plantas oleaginosas em diversas regiões pela imposição da obrigatoriedade da mistura de um percentual de biodiesel ao diesel comercializado no país. No início de 2010, a mistura de biodiesel ao óleo foi ampliada de 4% para 5%, aumentando a demanda (ANP, 2011).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie de fácil adaptabilidade a diferentes regiões. É cultivado em mais de 20 milhões de hectares, nos cinco continentes, e os países maiores produtores em 2010 foram Ucrânia, com 6,7 milhões de toneladas e produtividade de 1,5 t ha⁻¹, e a Rússia, com produção de 5,3 milhões de toneladas e produtividade de 0,96 t ha⁻¹ (FAO, 2012). Planta da família *Asteraceae*, cujo fruto denomina-se de aquênio, o girassol é uma cultura de grande importância no mundo, sendo muito utilizado para extração do óleo de suas sementes, que é de excelente qualidade para o consumo humano. Assim, tendo em vista a crescente demanda de alimentos, em virtude do aumento populacional e de busca por novas fontes de plantas oleaginosas para produção de biodiesel, a cultura do girassol tem ganhado destaque entre os produtores e seu cultivo vem ganhando espaço nas lavouras.

O girassol possui ampla adaptação às condições edafoclimáticas, sendo cultivado em muitos países, no entanto, o Brasil é um produtor pouco expressivo no cenário internacional, e a produção interna se concentra nas regiões Centro-oeste, com mais de 80% da produção e na região Sul, com 15% da produção. A produtividade média nacional foi de 1.565 kg ha⁻¹, na safra 2011/2012 (CONAB, 2013).

No RS, a cultura do girassol pode ser cultivada entre os meses de julho a fevereiro, podendo ser semeado no início do período recomendado, julho a setembro, sendo considerada a época de safra, e semeaduras de janeiro a fevereiro, considerada uma segunda época (safrinha). É uma cultura que apresenta características de promover a ciclagem de nutrientes ao longo do perfil do solo, podendo ser considerada uma cultura que melhora a qualidade do solo e disponibiliza grande quantidade de nutrientes pela mineralização dos restos culturais, beneficiando o desenvolvimento e a melhoria do estado nutricional das culturas subsequentes (LEITE et al., 2007), com reduzida taxa de exportação de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2010).

O girassol possui baixa sensibilidade fotoperiódica, o que permite seu cultivo durante o ano todo, em todas as regiões produtoras de grãos do Brasil (LEITE et al., 2007). Essas características fazem do girassol uma cultura com potencial para a produção de biodiesel e alimentação humana. Por ter o ciclo de desenvolvimento relativamente curto, variando entre 90 e 130 dias, dependendo da cultivar, o girassol se enquadra em diversos sistemas de rotação de culturas e também boa produtividade. Depois da maturação fisiológica, o girassol perde umidade com muita rapidez, sendo importante o acompanhamento da maturação para evitar perdas na colheita. O armazenamento prolongado é prejudicado quando se tem muitos aquênios descascados, pois aumenta muito o risco de oxidação (ATLÂNTICA, 2009).

A semeadura é considerada a operação mais importante do manejo de cultivo de girassol, pois é através da distribuição das sementes de maneira adequada que se consegue a uniformidade do estande de plantas. A cultura do girassol tem densidade de plantas relativamente baixa e, de modo geral, os maiores rendimentos de grãos são obtidos com população final de plantas entre 40.000 a 45.000 plantas ha⁻¹, cultivadas com espaçamento entre linhas de 70cm. Assim, a emergência uniforme de plantas e o estande final da lavoura são fatores importantes para obtenção de altas produtividades, pois qualquer agente biótico ou abiótico, que interfira na população final de plantas trará reflexos na produção.

Para garantir um bom estande de plantas, devem-se adotar práticas, tal como a utilização de sementes de alta qualidade, avaliadas por testes de laboratório que determinem o seu potencial de germinação e vigor de modo que possibilitem a correta quantificação da densidade de semeadura. Outro manejo adotado, em países onde o girassol tradicionalmente é cultivado, é o tratamento químico para o controle de insetos-

pragas. Contudo, no Brasil, por falta de registro de princípios ativos por empresas de insumos, o agricultor não dispõe oficialmente dessa tecnologia. Outra limitação, é a falta de testes de análise de vigor adaptados e eficientes para as sementes de girassol capazes de definir o potencial fisiológico dos lotes.

Embora tenha ocorrido evolução significativa do conhecimento sobre metodologias para avaliação do vigor de sementes, ainda não existem métodos padronizados nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para a análise de vigor. A inclusão de metodologias nas Regras para Análise de Sementes é embasada nas informações disponibilizadas pelas pesquisas. Sendo assim, devem-se definir para cada espécie e para cada teste, a metodologia de realização do teste e seus níveis de tolerância de variação dos resultados.

O processo de produção de sementes procura identificar quais as práticas que possibilitam obter o máximo de vigor das sementes, no entanto, estudos referentes à metodologia a ser utilizada para testar ou avaliar o vigor das sementes se fazem necessários e devem ser adequados a cada espécie, de modo que seja possível a realização em laboratórios de ensaios de sementes de forma simples e rápida. Para determinação do vigor de sementes são utilizados diversos testes, tais como: de condutividade elétrica massal ou individual e pH de exsudato, no entanto, para a cultura do girassol, estes testes são pouco estudados quanto aos parâmetros de quantidades de sementes, de água e tempo de embebição, a serem utilizadas nos procedimentos de análise.

Para um bom desempenho agrônomo de uma cultura, é primordial que se utilizem sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária. Para a escolha do lote de sementes deve-se complementar o teste de germinação das sementes com testes de vigor, pois, através do conhecimento da qualidade das sementes, decisões mais acertadas podem ser tomadas no momento da semeadura e obtenção de adequado estande de plantas, evitando problemas futuros, tal como, a ressemeadura.

Durante o processo de deterioração das sementes, que se inicia logo após a maturidade fisiológica, quando a organização das membranas é máxima (ABDUL-BAKI, 1980), uma das primeiras consequências é a desestruturação do sistema de membranas celulares (CARVALHO, 1994). A partir da maturidade fisiológica, se inicia o processo natural de secagem da semente e com isso a desorganização das membranas celulares. Ao colocar a semente em imersão, ocorre a lixiviação de solutos de forma proporcional ao estado de desorganização das membranas e inversamente proporcional à velocidade das

membranas se reorganizarem (VIEIRA, 1994). Dentre os lixiviados liberados na solução de imersão estão: açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons orgânicos (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+).

A elevada lixiviação de solutos das sementes é a primeira consequência da redução no vigor das sementes de um lote, causada pela deterioração e por danos de embebição, os quais interagem entre si, pois sementes mais deterioradas são mais susceptíveis ao dano de embebição e, conseqüentemente, ao aumento de lixiviados na água de imersão (MATTHEWS; POWELL, 2006).

O vigor de sementes compreende um conjunto de características que determina o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente (MARCOS FILHO, 2005), no entanto, testes de determinação do vigor de sementes não apresentam metodologia padrão, mas são utilizados pelas empresas produtoras de sementes para a determinação do potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 1999).

Os programas de controle de qualidade na produção de sementes de uma determinada espécie devem incluir o vigor como característica a ser avaliada sob condições de laboratório (VIEIRA et al., 2001). Para McDonald Junior (1980), vigor de semente são as propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla variação de condições de campo.

A qualidade fisiológica das sementes é avaliada pelo teste de germinação nas rotinas dos laboratórios, conforme as indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teste de germinação é conduzido sob condições ótimas de temperatura, umidade e aeração com a finalidade de obter informações acerca da qualidade de diferentes lotes. No entanto, BYRUM; COPELAND (1995) questionam a validade desse teste para prever o vigor, pois, sementes com mesmo padrão de germinação podem apresentar vigor distinto.

Os testes de vigor devem apresentar algumas características para que sejam considerados adequados, sejam elas: têm que reproduzir a germinação em campo, têm que detectar diferenças entre lotes com germinações semelhantes, mas com vigor distinto e identificar potencial de armazenamento. Assim, os testes de vigor se destacam por possibilitarem identificar diferenças de qualidade entre lotes de sementes e, assim, complementar o teste de germinação. Um dos métodos adotados para a determinação rápida da qualidade de sementes é o teste de condutividade elétrica, que se baseia na

relação entre vigor e integridade das membranas celulares e mede a condutividade elétrica dos eletrólitos liberados pela semente na água de imersão.

No teste de condutividade elétrica massal é determina a média de condutividade elétrica de uma amostra de sementes, o que pode afetar os resultados, se uma semente da amostra estiver danificada. As deficiências do método massal foram superadas no método individual, proposto por STEERE et al. (1981). Outro teste é o método do pH de exsudato, que está baseado na alteração do pH, provocada pela exsudação de íons H^+ pelas sementes em deterioração, tornando o meio em que se encontram mais ácido. Este teste é um método bioquímico baseado nas reações químicas que ocorrem no processo de deterioração e que podem determinar a redução da viabilidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004). As sementes mais deterioradas apresentam maior lixiviação e, conseqüentemente, exsudatos com maior poder tampão.

Neste sentido, objetiva-se determinar a metodologia adequada para análise do vigor de sementes de girassol, através de testes de condutividade elétrica massal e individual e teste do pH de exsudato, bem como, determinar o número de amostra em número de sementes para avaliação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol.

ARTIGO 1 – Testes para determinação da viabilidade e do vigor de sementes de girassol

Fernando Machado Haesbaert, Liliane Marcia Mertz, Sidinei José Lopes, Ana Paula

Piccinin Barbieri.

RESUMO

A qualidade de sementes é uma importante estratégia para o sucesso de qualquer cultivo. Para a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica, de forma a obter adequado estande de plantas, é fundamental para implantação de uma lavoura. A execução de testes apropriados para determinação da qualidade das sementes é uma ferramenta importante para a escolha dos melhores lotes. Neste sentido, objetiva-se determinar a metodologia adequada para análise do vigor de sementes de girassol, através de testes de condutividade elétrica massal e individual e teste do pH de exsudato. Foram utilizadas sementes de sete lotes de três genótipos de girassol, sendo três lotes da cultivar Hélio 250, dois lotes da cultivar BRS 323 e dois lotes da cultivar BRS 324. A caracterização dos lotes foi realizada através dos testes de germinação, massa de mil sementes, teor de água, emergência em campo e índice de velocidade de emergência. A seguir realizaram-se experimentos, em que se avaliaram os testes de condutividade elétrica massal, condutividade elétrica individual e pH de exsudato e se estabeleceu a relação destes testes com o teste de emergência em campo, tido como referencial para a análise do vigor de sementes. É possível observar grande variabilidade na qualidade fisiológica dos lotes testados. Os testes de condutividade elétrica massal e individual são promissores na separação dos lotes de sementes de girassol, sendo que a condição mais adequada para realização do teste de condutividade elétrica massal é de 25 sementes, 25 mL de água e leitura realizada após uma hora de embebição. Para o teste de condutividade elétrica individual, períodos de 1 a 24 horas apresentam alta correlação entre emergência em campo e condutividade elétrica individual.

Termos para indexação: *Helianthus annuus* L., condutividade elétrica, pH exsudato.

Tests to viability determination and vigor in sunflower seeds

ABSTRACT

The seed quality is an important strategy for the success of any crop. For Sunflower (*Helianthus annuus* L.), the use of good quality seeds physiological, in order to obtain adequate plant stand, it is essential to implement a crop. Running tests appropriate for determining the quality of seeds is an important tool for choosing the best lots. In this sense, the objective is to determine the appropriate methodology for analyzing the effect of sunflower seeds, through electrical conductivity mass and individual test pH of exudate. Seeds of seven lots of three sunflower genotypes, three lots of the Helium 250, two lots of BRS 323 and two lots of BRS 324. The characterization was performed using lots of germination, thousand seed mass, water content, field emergence index and emergence rate. The following experiments were carried out, in which they assessed the mass electrical conductivity, individual electrical conductivity and pH of exudate and established the relationship of these tests with field emergence test, taken as reference for the analysis of seed vigor. It is possible to observe large variability in physiological quality of lots tested. The electrical conductivity mass and individual are promising in the separation of lots of sunflower seeds, and the best conditions for performing the electrical conductivity test mass is 25 seeds, 25 mL of water and reading done after an hour of soaking . For the electrical conductivity test individual periods 1 to 24 hours have high correlation between field emergence and electrical conductivity individual.

Index terms: *Helianthus annuus* L., electrical conductivity, pH exudates.

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das culturas de maiores produção de óleo vegetal comestível do mundo, ficando atrás apenas da soja, algodão, canola e amendoim (FAGUNDES, 2002). Possui ampla adaptação às condições edafoclimáticas, sendo cultivado em muitos países, sendo Ucrânia e Rússia, os maiores produtores mundiais em 2010 (FAO, 2012).

No Brasil, a cultura está em pleno avanço de produção, diante dos incentivos governamentais para culturas oleaginosas, sendo produzidos anualmente 93,6 mil toneladas do grão em uma área de 74,5 mil ha, com a produção concentrando-se principalmente na região Centro-oeste, a qual responde por 88% da produção nacional (CONAB, 2013).

Dentre os fatores que podem afetar o rendimento da cultura está a obtenção de um estande adequado de plantas, o que está diretamente relacionado à qualidade das sementes utilizadas (TEKRONY; EGLI, 1991). Nesse sentido, torna-se imprescindível que os produtores de sementes adotem um rigoroso sistema de controle de qualidade das sementes produzidas.

Dentro de um programa de controle de qualidade de sementes, a avaliação do vigor é fundamental para o sucesso da produção (ABDO et al., 2005). Embora atualmente a comercialização de sementes seja realizada com base no teste de germinação (BRASIL 2009), esse teste isoladamente não é eficiente para a diferenciação do vigor dos lotes, necessitando metodologias específicas para este fim (MARCOS FILHO, 1999).

Testes de vigor já são utilizados por empresas e instituições oficiais em seus programas internos de controle de qualidade de forma a garantir a qualidade das sementes destinadas à comercialização (MARCOS FILHO, 1999). No entanto, estudos referentes às

metodologias a serem utilizadas para testar ou avaliar o vigor das sementes se fazem necessários e devem ser adequadas a cada espécie, de modo que seja possível a realização em laboratórios de ensaios de sementes de forma simples e rápida, de modo a identificar lotes com diferentes condições de vigor das sementes (VIEIRA, 1994).

Dentre os fatores observados na escolha de um teste de vigor é que o mesmo deve ser eficiente em promover a estratificação dos lotes de sementes de forma proporcional à emergência em campo. Um teste de vigor deve ser de rápida execução, assim, busca-se identificar qual a melhor combinação de metodologia que proporcione a identificação do vigor dos lotes de forma mais rápida. Nesse sentido, destacam-se os testes de condutividade elétrica e do pH de exsudato. Além disso, deve-se levar em conta a praticidade do método e o tempo necessário para obtenção dos resultados (VIEIRA, 1994).

O teste de condutividade elétrica pode ser conduzido de forma massa ou individual (SAMPAIO et al., 1995), sendo uma alternativa eficiente para a avaliação do vigor de sementes de soja (SALINAS et al., 2001), (COSTA; CARVALHO, 2006). O princípio do teste de condutividade elétrica está diretamente relacionado à integridade das membranas celulares e determina que as sementes com maior grau de deterioração e, portanto, com menor vigor, apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante o processo de embebição e assim maiores quantidades de solutos liberados no meio exterior (HEPBURN et al., 1984).

Em relação ao teste do pH de exsudato, desenvolvido para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, por Amaral e Peske (1984), já utilizado também para trigo (AMARAL; PESKE, 2000), milho (CABRERA; PESKE, 2002) e também para avaliar a qualidade de sementes de ervilha (SANTANA, 1994), (REICH et al., 1999). No entanto, não existem estudos que preconizem a adaptação e a padronização dessas metodologias para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol.

Diante disso, o objetivo desse estudo foi padronizar as metodologias dos testes de condutividade elétrica massal, condutividade elétrica individual e pH de exsudato em sementes de girassol.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram utilizadas sementes de sete lotes de três genótipos de girassol, sendo três lotes distintos da cultivar Hélio 250 (lotes 1, 2 e 3), dois lotes distintos da cultivar BRS 323 (lotes 4 e 5) e dois lotes distintos da cultivar BRS 324 (lotes 6 e 7).

Inicialmente os lotes foram avaliados pelos seguintes testes e determinações:

Teor de água: realizado através do método de estufa, utilizando cinco gramas de sementes de cada lote em temperatura de 105°C, por 24 horas, com circulação forçada de ar, utilizando duas repetições, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

Teste de germinação: foi realizado para cada lote utilizando 100 sementes, semeadas em areia umedecida para 60% da capacidade de campo e mantidos em ambiente com temperatura de 20°C e iluminação controlada, com quatro repetições de cada lote. As avaliações foram realizadas aos dez dias após início do teste, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

Emergência de plântulas: foi realizada em canteiros com solo em casa de vegetação utilizando quatro blocos de 50 sementes para cada lote. As sementes foram semeadas em linhas de 1,0m de comprimento com espaçamento de 0,05m e profundidade média de

0,02m e a umidade foi mantida por meio de irrigações. A contagem aos dez dias após a semeadura foi considerada para a determinação da porcentagem de emergência em campo.

Índice de velocidade de emergência: realizado concomitantemente ao teste de emergência de plântulas, em que a partir da emergência da primeira plântula foi contabilizado diariamente, sempre no mesmo horário, o número de plântulas emergidas que apresentam as folhas cotiledonares visíveis até a estabilização. Com base nestas observações foi determinado o índice de velocidade de emergência (IVE), empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVE = \left(G_1/N_1 \right) + \left(G_2/N_2 \right) + \dots + \left(G_n/N_n \right), \text{ em que, } G \text{ é o número de plântulas}$$

normais computadas nas contagens; N é o número de dias da semeadura até a 1ª, 2ª... enésima avaliação.

Após a caracterização da qualidade das sementes, provenientes dos diferentes lotes, procedeu-se a padronização da metodologia dos testes de condutividade elétrica massal (CEM), condutividade elétrica individual (CEI) e pH de exsudato.

Condutividade elétrica massal: previamente as sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de um miligrama e colocadas para embeber em copos plásticos contendo água deionizada. Para os sete lotes de sementes avaliados, foram testadas variações no número de sementes (25, 50 e 75) e volume de água (25, 50 e 75 mL) e as avaliações realizadas em cinco período de embebição (1, 2, 4, 8 e 24 horas), utilizando o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de cada tratamento. As diferentes combinações de número de sementes e volumes de água foram mantidas em ambiente com temperatura controlada à 20°C, pelos períodos previamente determinados. Para a realização da leitura da condutividade elétrica, o conteúdo dos copos é homogeneizado por agitação suave e as leituras foram realizadas em condutivímetro

Digimed, modelo BEL W12D. Os valores da condutividade elétrica foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}$ e posteriormente divididos pelo valor da massa das sementes de modo a obter os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes. A análise de comparação dos lotes foi realizada através de correlação de Pearson entre os valores de condutividade elétrica e os valores de emergência em campo.

Teste de condutividade elétrica individual: foi utilizado um Analisador Automático de Sementes (SAD 9000-S), sendo para cada um dos lotes, quatro repetições de 100 sementes. Este aparelho dispõe de uma bandeja com 100 alvéolos onde foi colocada uma semente por alvéolo, adicionando posteriormente cinco mL de água deionizada. A seguir, as bandejas foram mantidas em ambiente com temperatura constante de 20°C , e as leituras realizadas em cinco períodos de imersão (1, 2, 4, 8 e 24 horas), sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado para análises estatísticas.

Teste do pH exsudato: foi realizado conforme a metodologia de AMARAL; PESKE (1984), utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 100 sementes para cada um dos lotes. Foram utilizadas bandejas contendo 100 alvéolos colocando-se uma semente em cada alvéolo. Posteriormente, foram adicionados em cada alvéolo, cinco mL de água deionizada. As bandejas foram incubadas à temperatura de 20°C por diferentes períodos de tempo (15, 30, 45 e 60 minutos). Após a incubação, foi adicionado uma gota de solução indicadora de pH de fenolftaleína (1g de fenolftaleína dissolvida em 100mL de álcool absoluto, e a adição de 100mL de água destilada e fervida), em cada um dos 100 alvéolos. A interpretação foi realizada com base na coloração das soluções de embebição, onde as soluções que permaneceram cor de rosa indicam sementes viáveis, ao passo que soluções de embebição que ficaram incolores

indicam sementes não viáveis, assim, contam-se as sementes viáveis e calcula-se a média, a seguir contabilizam-se as sementes viáveis e calcula-se a média de cada um dos lotes.

Para realização da análise estatística de todos os testes de análise de sementes, os dados foram testados quanto ao atendimento dos pressupostos do modelo matemático utilizando o aplicativo Action, um suplemento estatístico da plataforma Microsoft Office Excel. As variáveis que apresentaram significância pelo teste F da análise de variância foram submetidas ao teste de comparação múltipla de médias Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008) e as análises de correlações foram realizadas através do aplicativo Action. As interações dos fatores testados em cada teste não foram consideradas, uma vez que, o objetivo do trabalho é identificar apenas qual a melhor combinação de fatores para a realização de cada um dos testes.

Resultados e discussão

De acordo com a caracterização inicial da qualidade das sementes provenientes dos diferentes lotes utilizados no estudo (Tabela 1), é possível observar grande variabilidade na qualidade fisiológica das mesmas. No teste padrão de germinação, as médias variaram entre 56,9% para o lote sete a 91,3% para o lote um. Essa variação é importante para representar os lotes de diferentes níveis de qualidade e assim, possibilitar a recomendação de uma metodologia adaptada a avaliar o vigor de lotes de sementes de diferentes padrões de qualidade. Os lotes de sementes com germinação abaixo de 80% não são aceitos para comercialização segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), mas foram mantidos no trabalho para garantir a variabilidade da qualidade dos lotes de sementes e ampliar a capacidade de análise dos testes realizados.

O teste de comparação de médias para a emergência em campo separou os lotes em quatro grupos de diferentes condições de vigor, sendo os lotes quatro e cinco os que apresentaram maior vigor. O teste de emergência em campo é utilizado como referencial para comparação com os testes de vigor, pois representa a condição mais próxima ao que ocorre em uma situação de cultivo. Segundo MARCOS FILHO (1999), o teste de emergência em campo é um parâmetro indicador da eficiência dos testes para avaliar o potencial fisiológico de lotes de sementes.

Comparando o resultado do teste de germinação com o teste de emergência em campo, verifica-se que no teste de germinação, em que as condições são as mais ideais possíveis para proporcionar o máximo de germinação das sementes, a separação dos lotes pelo teste de comparação múltipla de médias foi de apenas dois grupos, já no teste de emergência em campo essa separação foi em quatro grupos, pois as condições são mais adversas e somente as sementes com maior vigor apresentam emergência. Assim, o lote quatro apresentou desempenho superior, tanto no teste de germinação quanto no teste de emergência em campo, demonstrando maior qualidade desse lote. Já os lotes um, dois e três, que foram classificados no grupo de alto vigor no teste de germinação, quando avaliados no teste de emergência em campo não mantiveram o mesmo desempenho.

A variação do teste de teor de água ou umidade das sementes foi pequena (tabela 1), embora o teste de comparação de médias tenha separado os lotes em quatro grupos distintos, no entanto, as médias de teores de água das sementes são bastante semelhantes, variando de 6,44% para o lote três, até 8,16% para o lote quatro. Essa pequena variação é importante na umidade das sementes, pois segundo LOEFFLER et al. (1988) e VIEIRA ; KRZYZANOWSKI (1999) teores de água semelhantes são importantes para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Para o teste de condutividade elétrica massal, realizou-se a análise de correlação entre os valores de condutividade elétrica massal para cada uma das combinações de volume de água (25, 50 e 75 ml), número de sementes (25, 50 e 75 sementes) e tempo de embebição (1, 2, 4, 8 e 24 horas) e os valores de emergência em campo para os setes lotes avaliados (Tabela 2). As correlações foram todas negativas, indicando que quanto maiores valores de condutividade elétrica menores serão os valores de emergência em campo. Esse resultado é esperado, pois sementes mais deterioradas são mais susceptíveis ao dano de embebição e, conseqüentemente, ao aumento de íons na água de imersão o que aumenta a condutividade elétrica da água (MATTHEWS; POWELL, 2006).

As correlações foram maiores entre os valores de condutividade elétrica massal e a emergência em campo para as combinações de 25 mL de água e 25 sementes em leituras realizadas a partir de 1 hora. PARVATHAMMA et al. (1991) também verificaram correlações significativas entre o teste de condutividade elétrica massal e a emergência de plântulas em campo.

O período de uma hora de embebição de 25 sementes embebidas em 25 mL de água deionizada possibilita a identificação dos níveis de vigor dos lotes de sementes de girassol. Essa combinação dos fatores avaliados apresentou alta correlação com a emergência em campo, e em todos os tempos avaliados as correlações foram elevadas. ALBUQUERQUE et al. (2001) constataram que o teste de condutividade elétrica massal permitiu classificar os lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

No teste de comparação de médias para a condutividade elétrica massal entre os lotes, os grupos formados não são equivalentes aos grupos formados no teste de emergência em campo. A condutividade elétrica individual, assim como a massal, apresenta maior sensibilidade do que o teste de emergência em campo, separando em maior número de grupos os lotes (Tabela 3). Verifica-se que em todos os períodos de

leitura foram significativos os testes de comparação de médias entre os lotes, assim como para o índice de velocidade de emergência. Segundo a ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983), os testes de condutividade elétrica massal são mais sensíveis que o teste de emergência e, assim, separam os lotes em maior número de grupos (Apêndice A).

Para a correlação entre as médias de condutividade elétrica individual, nos diferentes períodos de leitura, e as demais variáveis avaliadas, houve significância com a emergência em campo (EC) em todos os períodos de leitura (Tabela 4). Assim, qualquer dos períodos de embebição pode ser utilizado para avaliar o vigor de diferentes lotes de sementes de girassol, mas por praticidade e agilidade em laboratório recomenda-se a utilização do período de uma hora de embebição.

Para análise do vigor de sementes de girassol através do teste do pH de exsudato, verificou-se significância para leituras realizadas aos 45 e 60 minutos após a embebição (Tabela 5). O agrupamento dos lotes em grupos semelhantes pelo teste de comparação de médias ocorreu de forma semelhante ao teste de emergência em campo, no entanto, distinto aos demais testes, porém, devido a subjetividade na forma de análise visual da intensidade da coloração da solução, esse teste foi considerado de baixa eficiência para a análise de vigor de sementes de girassol, contudo, mais estudos devem ser realizados com o princípio deste teste.

A realização de diversos testes de vigor e com princípios de avaliação diferentes é importante, pois fornecem informações complementares e que definirão o destino final do lote no sistema de beneficiamento.

Conclusões

Os testes de condutividade elétrica massal e individual são promissores na separação dos lotes de sementes de girassol.

A condição mais adequada para realização do teste de condutividade elétrica massal é de 25 sementes, 25 mL de água e leitura realizada após uma hora de embebição.

Para o teste de condutividade elétrica individual, períodos de 1 a 24 horas apresentam alta correlação entre emergência em campo e condutividade elétrica individual.

Agradecimentos

A CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos e produtividade em pesquisa.

Referências

ABDO, M. T. V. N. et al. **Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino**. Revista brasileira de sementes. v.27, n.1. 2005.

ALBUQUERQUE, M. C. F. E. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.1-8. 2001.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.3, p.85-92, 1984.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6 n.1, p.12-15, 2000. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v6n1/artigo02.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed Vigor Testing Handbook**. Contribution n. 32. 89p. 1983.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.

CABRERA, A. C. PESKE, S. T. **Testes do pH do exsudato para sementes de milho.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 134 - 140, 2002.

CONAB. COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

COSTA, P.S.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 1, p. 92 - 96, 2006. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000100013&script=sci_arttext

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários.** Brasília, DF: MAPA/Conab/SUGOF, 2002.

FAO.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**FAOSTAT.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em 25 set. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039 - 1042, 2011.

HEPBURN, H.A. et al. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v.12, n.3, p.403-13, 1984. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000100&pid=S0101-3122200900010000700011&lng=en>. Acesso em: 15 jan. 2013.

LOEFFLER, T. M. et al. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity vigour test: physiological basic and use. **ISTA News Bulletin**, Zurich, n.131, p.32-35, Abr. 2006.

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, 1999. cap. 1, p. 1-21.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

PARVATHAMMA, S. et al. Evaluation of seed vigour in sorghum and sunflower. **Advances in Plant Science.** India, v.4, n.1, p.35-42, 1991.

REICH, E.G. et al. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.1-9, 1999.

SALINAS, A.R. et al. Pruebas de vigor y calidad fisiologica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.371-379, 2001. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000200022

SAMPAIO, N.V. et al. Avaliação da qualidade de sementes através da condutividade elétrica dos exsudatos de embebição. **Informativo ABRATES**.v.5, n.3, p.39-52, 1995.

SANTANA, D.G. **Adaptação do teste do pH do exsudato e viabilidade do uso da amostragem sequencial na rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1994. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

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

Tabela 1 - Médias dos testes de teor de água (TA) em %, massa de mil sementes (MMS) em gramas, germinação (G) em %, emergência em campo (EC) em % e índice de velocidade de emergência em campo (IVE) de sete lotes de sementes de girassol.

Descrição	Lote	TA	MMS	G	EC	IVE
HÉLIO 250	1	6,75c*	82,64b	84,0a	74,3b	10,9b
HÉLIO 250	2	6,93c	93,83a	88,8a	75,5b	10,0b
HÉLIO 250	3	6,44d	70,97c	91,3a	70,8b	10,0b
BRS 323	4	8,16a	59,75d	81,9a	88,5a	13,5a
BRS 323	5	7,80b	71,54c	85,5a	81,5a	12,7a
BRS 324	6	7,88b	53,32f	71,3b	51,3d	7,8b
BRS 324	7	7,65b	56,41e	56,9b	61,5c	9,0b

*Médias não seguidas da mesma letra na coluna diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson entre condutividade elétrica massal em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e emergência em campo (EC) em %, em diferentes combinações de volume de água, número de sementes e tempo de embebição.

Volume	Tempo	Número de sementes		
		25 Sementes	50 Sementes	75 Sementes
25 ml	1h	-0,82*	-0,77*	-0,72
	2h	-0,82*	-0,78*	-0,77*
	4h	-0,81*	-0,80*	-0,74
	8h	-0,81*	-0,79*	-0,74
	24h	-0,82*	-0,80*	-0,73
50 ml	1h	-0,79*	-0,83*	-0,82*
	2h	-0,77*	-0,81*	-0,79*
	4h	-0,75	-0,79*	-0,80*
	8h	-0,65	-0,69	-0,71
	24h	-0,65	-0,67	-0,69
75 ml	1h	-0,78*	-0,80*	-0,81*
	2h	-0,76*	-0,80*	-0,79*
	4h	-0,75	-0,78*	-0,76*
	8h	-0,74	-0,78*	-0,74
	24h	-0,74	-0,76*	-0,75

* Significativo pelo teste t bilateral, em 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 - Médias do teste de condutividade elétrica individual ($\mu\text{S cm}^{-1}$ semente $^{-1}$), após 1, 2, 4, 8 e 24 horas de embebição e índice de velocidade de germinação (IVG) de sete lotes de sementes de girassol.

Descrição	Lote	1hora	2hora	4hora	8hora	24hora	IVE
HÉLIO 250	1	28.8b	40,7b	54,0b	68,5c	79,4c	10,9b
HÉLIO 250	2	39.7c	52,7c	68,8d	84,2d	99,1d	10,0b
HÉLIO 250	3	27.9b	37,6b	49,9b	60,5b	70,0b	10,0b
BRS 323	4	37.9c	48,5c	59,0c	69,1c	80,4c	13,5a
BRS 323	5	14.5a	21,6a	28,9a	38,0a	51,0a	12,7a
BRS 324	6	73.2e	92,3e	107,7f	123,4f	142,8e	7,8b
BRS 324	7	57.3d	74,7d	94,3e	114,1e	148,2e	9,0b

Médias não seguidas da mesma letra na coluna diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias de condutividade elétrica individual (CEI) e as médias de emergência em campo (EC), germinação (G), teor de água (TA), massa de mil sementes (MMS) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sete lotes de sementes de girassol, em diferentes tempos da embebição de sementes.

	CEI_1h	CEI_2h	CEI_4h	CEI_8h	CEI_24h
EC	-0,79*	-0,80*	-0,81*	-0,81*	-0,80*
G	-0,72	-0,73	-0,74	-0,76*	-0,84*
TA	0,35	0,33	0,27	0,24	0,27
MMS	-0,56	-0,54	-0,49	-0,45	-0,48
IVE	-0,19	-0,16	-0,10	-0,03	0,08

*Significativo em 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 – Médias para o teste do pH de exsudato, em %, de sete lotes de sementes de girassol.

Descrição do lote	Lote	15min	30min	45 min	60 min
HÉLIO 250	1	88	91	89a	79b
HÉLIO 250	2	93	89	73b	63b
HÉLIO 250	3	90	94	89a	75b
BRS 323	4	97	98	95a	90a
BRS 323	5	95	96	91a	88a
BRS 324	6	95	93	84a	67b
BRS 324	7	95	91	88a	76b

Médias não seguidas da mesma letra na coluna diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

ARTIGO 2 - Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol

Fernando Machado Haesbaert; Sidinei José Lopes; Liliane Marcia Mertz; Alessandro Dal'Col Lúcio; Gerusa Massuquini Conceição.

RESUMO

A análise da qualidade de sementes é realizada através do teste de germinação e fornece informações importantes, porém incompletas quanto à qualidade de sementes, assim, é necessário a realização de teste de vigor. Dentre os testes de vigor de sementes, destaca-se o teste de condutividade elétrica individual. Este teste está baseado na permeabilidade das membranas e avalia a liberação de metabólitos durante o processo de embebição das sementes. Vários fatores podem afetar no teste de condutividade elétrica, sendo um deles o número de sementes. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra, em número de sementes, necessário para a estimação da média de condutividade elétrica individual de sementes de girassol em diferentes tempos de embebição das sementes, utilizando sementes de sete lotes de três genótipos de girassol, sendo três lotes da cultivar Hélio 250, dois lotes da cultivar BRS 323 e dois lotes da cultivar BRS 324. Os lotes foram avaliados pelo teste de germinação e com o auxílio de um Analisador Automático de Sementes (SAD 9000-S) foi realizado o teste de condutividade elétrica individual com 400 sementes de cada lote. Realizou-se um processo iterativo de 1000 reamostragem, com reposição, utilizando diferentes tamanhos de amostras (n), iniciando com uma semente e acrescentando uma semente em cada iteração até o tamanho máximo de 400 sementes. Obtendo assim, 1000 médias de condutividade elétrica para cada um dos 400 tamanhos de amostras utilizados, a partir desses dados de médias de condutividade elétrica estimaram-se as estatísticas: valor mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e valor máximo e a amplitude do intervalo de confiança de 95% foi determinada pela diferença entre os percentis 97,5% e 2,5%. O dimensionamento amostral foi estimado de forma a fornecer informações para diferentes condições de precisão. Verificou-se que o tamanho de amostra em número de sementes, para avaliar a condutividade elétrica individual das sementes de girassol, é dependente do tempo de embebição das sementes. Tempos de embebição de uma hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras. Considerando a amplitude de $15 \mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹, recomenda-se tamanho de amostra de 100 sementes.

Termos para indexação: *Helianthus annuus* L., Vigor. Amostragem. Precisão experimental.

SAMPLE SIZE FOR DETERMINING THE INDIVIDUAL ELECTRIC CONDUCTIVITY OF SUNFLOWER SEEDS

ABSTRACT

The analysis of seed quality is accomplished through the germination and provides important but incomplete as to the quality of seeds, so it is necessary to carry out test force. Among the seed vigor tests, there is the individual electrical conductivity test. This test is

based on membrane permeability and evaluates the release of metabolites during the imbibition process. Several factors can affect the electrical conductivity, one being the number of seeds. The objective of this study was to estimate the sample size, in number of seeds required to estimate the average individual electrical conductivity of sunflower seeds at different times of seed imbibition, using seeds from seven lots of three sunflower genotypes, three lots of the Helium 250, two lots of BRS 323 and two lots of BRS 324. The lots were evaluated by germination test and with the aid of an Automatic Seed Analyzer (SAD 9000-S) test was performed individual electrical conductivity with 400 seeds per lot. We performed an iterative process 1000 resampling, with replacement, using different sample sizes (n), starting with a seed and adding one seed in each iteration until the maximum size of 400 seeds. Thus obtaining 1000 average electrical conductivity for each of the 400 sample sizes used, data from these average electrical conductivity was estimated statistics: minimum, percentile 2,5%, average, percentile 97,5% and the maximum value and the amplitude of the confidence interval of 95% was determined by the difference between percentiles 97,5% and 2,5%. The sample dimension was estimated in order to provide information for different conditions accurately. It was found that the sample size in number of seed, to evaluate the conductivity of individual sunflower seeds, is dependent on the time of seed imbibition. Soaking times an hour using the smallest possible sample sizes. Considering the range of $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ seed}^{-1}$ is recommended sample size of 100 seeds.

Index terms: *Helianthus annuus* L. Vigor. Sampling. Experimental precision.

Introdução

A qualidade das sementes utilizadas para a implantação de uma lavoura é um fator fundamental para se atingir bons resultados em qualquer cultura agrícola. Assim, uma análise mais detalhada da qualidade de sementes, faz-se necessário, pois o teste de germinação fornece informações importantes, porém incompletas quanto à qualidade de sementes. Deste modo, a realização de testes de vigor são necessários para selecionar os lotes quanto à qualidade fisiológica das sementes.

Dentre os testes de vigor de sementes, destaca-se o de condutividade elétrica individual. Este teste baseia-se na permeabilidade das membranas, que avalia a liberação de metabólitos durante o processo de embebição das sementes (MATTHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 2002; MARCOS FILHO et al., 1987; BARROS; MARCOSFILHO, 1997).

O teste de condutividade elétrica individual é aceito e recomendado para diversas culturas, tais como: ervilha e soja, pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 2002; HAMPTON; TEKRONY, 1995) e, ervilha, pela International Seed Testing Association (MATTHEWS; POWELL, 1981). No Brasil, esse teste apresentou bons resultados para sementes de milho (VIEIRA et al., 1995; FAGIOLI, 1997) e soja (MARCOSFILHO et al., 1982; MARCOSFILHO et al., 1990; VIEIRA, 1994; DIAS; MARCOSFILHO, 1996).

Vários fatores podem afetar no teste de condutividade elétrica, sendo um deles, o número de sementes (VIEIRA, 1994). Existem diversas recomendações, sendo que LOEFFLER et al. (1988) recomenda quatro repetições de 50 sementes para o teste de condutividade elétrica; RIBEIRO et al. (1997) recomendam para sementes de milho, repetições de 25 sementes. RODO et al. (1998), trabalhando com sementes de tomate, observaram que o tamanho de amostra a ser utilizado é diferente para cada cultivar. Contudo, SA (1999) observou que o tamanho da amostra (25, 50 e 100 sementes) não afeta os valores de condutividade elétrica para duas cultivares de tomate, Petomech e Santa Clara.

A determinação do tamanho da amostra necessária para a estimação da média de uma variável é importante quando a totalidade da população não pode ser mensurada, sendo este tamanho diretamente proporcional à variabilidade dos dados e à confiabilidade desejada na estimativa, e o erro de estimação permitido pelo pesquisador é inversamente proporcional ao tamanho de amostra. Assim, quanto maior o tamanho de amostra, maior será a precisão do experimento, e quando o tamanho de amostra for pequeno a precisão experimental será menor (FERNANDES; SILVA, 1996). O dimensionamento do tamanho de amostra adequado melhora a eficiência da pesquisa, permitindo a obtenção de estimativas com precisão desejada.

Com o desenvolvimento tecnológico e o surgimento de computadores com grande capacidade de processamento, tornou-se possível o desenvolvimento de novas metodologias para o estudo da amostragem. A utilização de intervalos de confiança, obtidos por reamostragem com o objetivo de dimensionamento amostral é uma técnica adequada para esta finalidade e tem a vantagem de não depender da distribuição de probabilidade dos dados (FERREIRA, 2009). Essa técnica vem sendo utilizada na determinação do tamanho de amostra para diversas culturas: cana-de-açúcar (LEITE et al., 2009) feijão de porco e de mucuna cinza (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012).

A determinação do tamanho de amostra em trabalhos de pesquisa experimental na área de sementes é muitas vezes baseado em informações gerais para diferentes culturas, no entanto, a utilização de amostragem dimensionada conforme a variabilidade dos dados e a precisão desejada permite melhorar a eficiência dos experimentos. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra, em número de sementes, necessário para a estimação da média de condutividade elétrica individual de sementes de girassol em diferentes tempos de embebição das sementes.

Material e métodos

Foram realizados os experimentos no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), utilizando sementes de sete lotes de três genótipos de girassol, sendo três lotes distintos da cultivar Hélio 250 (lotes A, B e C), dois lotes distintos da cultivar BRS 323 (lotes D e E) e dois lotes distintos da cultivar BRS 324 (lotes F e G).

Os lotes foram avaliados pelo teste de teor de germinação que foi realizado utilizando 50 sementes, semeadas em areia umedecida para 60% da capacidade de campo e mantidos em ambiente com temperatura de 20°C e iluminação controlada, com quatro

repetições de cada lote. As avaliações foram realizadas aos dez dias após início do teste, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

Com o auxílio de um Analisador Automático de Sementes (SAD 9000-S) foi realizado o teste de condutividade elétrica individual. Este aparelho dispõe de uma bandeja com 100 alvéolos, em que para cada um dos lotes foi colocada uma semente intacta por alvéolo e cinco mililitros de água deionizada, utilizando quatro bandejas por lote, totalizando 400 sementes. A seguir, as bandejas foram mantidas em ambiente com temperatura constante de 20°C, e as leituras realizadas em cinco períodos de imersão (1, 2, 4, 8 e 24 horas) para cada um dos sete lotes, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹.

Com os dados de condutividade elétrica das 400 sementes de cada um dos sete lotes e das cinco leituras realizadas. Realizou-se um processo iterativo com 1000 reamostragens, com reposição, utilizando diferentes tamanhos de amostras (n), iniciando com uma semente e acrescentando uma semente em cada iteração até o tamanho máximo de 400 sementes. Obtendo, assim, 1000 médias de condutividade elétrica para cada um dos 400 tamanhos de amostras utilizados. A partir desses dados de médias de condutividade elétrica estimaram-se as estatísticas: valor mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e valor máximo. A amplitude do intervalo de confiança de 95% foi determinada pela diferença entre o percentil 97,5% e o 2,5% e, representado graficamente no eixo das abscissas, o tamanho de amostra e, no eixo das ordenadas, as estatísticas descritivas das 1000 médias de condutividade elétrica individual em $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹ de girassol. Para melhor visualização dos dados nos gráficos, optou-se por plotar os dados de tamanho de amostra (n) em intervalos de cinco sementes, iniciando com n igual a cinco sementes. Utilizou-se o

software R (R CORE TEAM, 2012) para simular as reamostragens e confecção dos gráficos.

Para a determinação do tamanho de amostra considerou-se o número de sementes a partir do qual a amplitude entre os quartis 2,5% e 97,5% passou a ser menor do que 10, 15, 20 e 25 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹. Assim, é possível que o pesquisador escolha a precisão que melhor se adapta a sua pesquisa e identificar o tamanho de amostra necessário para a estimação da média de condutividade elétrica individual de sementes de girassol.

Resultados e discussão

Os lotes de sementes apresentam uma ampla diversidade de germinação, sendo que o lote com menor germinação, o lote G, apresentou 56,9% de germinação e o lote com maior germinação, o lote C, apresentou 91,3% de germinação.

Essa variabilidade dos lotes é importante para buscar resultados que sejam válidos para sementes em diferentes condições de qualidade fisiológica. Os lotes A, B, C, D e E apresentaram desempenho superior, em relação aos lotes F e G. Verifica-se que os cinco primeiros lotes que apresentam germinação superior a 80%, não diferiram estatisticamente, já os lotes F e G apresentaram germinação inferior a 80% e formaram outro agrupamento de lotes que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro. Resultados semelhantes foram encontrados por ARAÚJO et al. (2011), com sementes de pinhão-manso.

As diferenças entre os lotes também foram evidentes no teste de condutividade elétrica (Tabela 1), em que para a condição de uma hora de embebição tem-se para o lote E, que apresentou melhor qualidade fisiológica, a média de 14,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹ e, média de 73,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹ para o lote F, que apresentou a maior deterioração.

Os valores de condutividade elétrica individual em geral foram bastante distintos entre os lotes, como por exemplo, para o lote E, em que a média de condutividade para as 1000 médias reamostradas de condutividade é de $14,5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, variando de 0 a $91 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, já para o lote F, que apresentou a maior deterioração, a média é de $73,2 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, variando de 16 a $215 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$. No entanto, seguem um padrão de aumentos nos valores de condutividade elétrica com o aumento no tempo em que as sementes ficam embebidas (Tabela 1). Essa maior quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes de girassol com o aumento do período de embebição, também foi verificado por ALBUQUERQUE et al. (2001), em sementes de girassol, e por MARCOSFILHO et al. (1990) e LOEFFLER et al. (1988) e DIAS; MARCOSFILHO (1996), com sementes de soja. Esse aumento é esperado, pois quanto mais tempo as sementes ficam embebidas, mais solutos são liberados no meio de embebição, aumentando os valores de condutividade elétrica.

Na tabela 2, encontram-se valores de tamanho de amostra para diferentes amplitudes entre os percentis 2,5% e 97,5% de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual em diferentes tempos de embebição de sete lotes de sementes de girassol. Verificou-se grande variabilidade para os valores de tamanho de amostra quando a precisão desejada é maior, ou seja, quando a amplitude entre os percentis 2,5% e 97,5% de 1.000 reamostragens são menores. Por exemplo, para o lote E, com uma hora de embebição o tamanho de amostra dimensionado é de no mínimo 22 sementes, já para o lote F, a amostragem mínima é de 217 sementes considerando a amplitude de $10 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$. Essa diferença de tamanhos de amostras para os lotes se deve as características dos lotes, sendo que os lotes com menor vigor exigirão maiores tamanhos de amostra, é o caso do lote F que apresenta a menor porcentagem de emergência em campo e o maior valor de condutividade elétrica, indicando que é um lote

de baixa vigor e, assim, requer maior tamanho de amostra (Tabelas 1 e 2). Já para o lote E, que apresenta a menor média de condutividade elétrica e elevada porcentagem de emergência de plântulas em campo, esse lote requer o menor tamanho de amostra (Tabelas 1 e 2).

Quando a precisão necessária a ser adotada não é muito elevada, podem-se utilizar amplitudes menores entre os percentis 2,5% e 97,5% de 1000 reamostragens. Como, por exemplo, para a amplitude de $25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, o lote E com uma hora de embebição, o tamanho de amostra dimensionado é de no mínimo quatro sementes, já para o lote F, a amostragem mínima é de 32 sementes. Esses valores também são influenciados pelo tempo de embebição das sementes até a leitura, de forma que quanto maior o tempo de embebição, maiores serão os valores de condutividade e também o tamanho de amostra (Tabelas 1 e 2).

Na figura 1, encontra-se a disposição gráfica dos valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n), em uma hora de embebição, de sete lotes de sementes de girassol (A - G). Verifica-se a redução dos valores de condutividade à medida que se aumenta o número de sementes. Nota-se também, que essa redução é decrescente e converge para uma estabilização dos valores, indicando assim um limite no número de sementes, em que a partir deste, ocorre pouco aumento na precisão.

Para uma mesma precisão, diferentes tamanhos de amostra deveriam ser utilizados conforme o vigor do lote, no entanto, na prática, recomenda-se o tamanho de amostra para o lote de menor vigor que será suficiente para estimar a média de condutividade dos demais lotes com maior vigor. Assim, para uma amplitude do intervalo entre os percentis 2,5% e 97,5% de $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, utilizando uma hora de embebição, 100 sementes

são suficientes. Quando a precisão necessária não é tão grande, o tamanho de amostra pode ser reduzido, como para uma amplitude do intervalo entre os percentis 2,5% e 97,5% de $20 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, utilizando uma hora de embebição, 51 sementes são suficientes.

Portanto, esses resultados ressaltam a importância da determinação do tamanho de amostra para a estimação da condutividade elétrica individual de acordo com a precisão desejada pelo pesquisador e variabilidade dos dados, de forma a buscar confiabilidade nos resultados de testes estatísticos.

Conclusões

O tamanho de amostra em número de sementes, para avaliar a condutividade elétrica individual das sementes de girassol, é dependente do tempo de embebição das sementes.

Tempos de embebição de uma hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras.

Considerando a amplitude de $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$, recomenda-se tamanho de amostra de 100 sementes.

Agradecimentos

A CAPES e ao CNPq e pela concessão de bolsa de estudos e produtividade em pesquisa.

Referências

ALBUQUERQUE, M.C.F. E. et al. Condutividade elétrica e lixiviação do potássio para avaliar sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 23, n. 1, p. 1-8. 2001.

AOSA. Association of official seed analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 93 p.(Contribution, 32).2002.

- ARAÚJO, R. F. et al. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA** (Chile), V. 29, N. 2.2011.
- BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 289-295.1997.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média do comprimento, diâmetro e massa de sementes de feijão de porco e mucuna cinza. **Ciência Rural**, v.42, n.9, set, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a24612cr6535.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2012.doi: 10.1590/S0103-84782012005000057.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOSFILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.
- FAGIOLI, M. **Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência das plântulas de milho em campo**. Dissertação Mestrado, 74f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, SP. 1997.
- FERNANDES, E. N.; SILVA, P. S. L. Tamanho da amostra e método de amostragem para caracteres da espiga do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 20, n. 02, p. 252-256, 1996.
- FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2009. 664p.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY,B.M. Conductivity test. In: Hampton, J.G.; Tekrony, B.M.(eds.) **Handbook of vigour methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, p. 22-34.1995.
- KRZYZANOWSKI, F.C. et al. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p.15-37, 1991.
- LEITE, M.S.O. et al. Sample size for full-sib family evaluation in sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 1562-1574, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n12/v44n12a02.pdf>>. Acesso em: 212 out. 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2009001200002.
- LOEFFLER, T.M. et al. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal Seed Technology**, v. 12, n. 1, p. 37-53. 1988.
- MARCOSFILHO, J. et al. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, 2,Brasília, 1981. Anais Londrina: EMBRAPA-CNPSO, v. 1, p. 676-688. 1982.

MARCOSFILHO, J. et al. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815,1990.

MARCOSFILHO, J. et al. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230 p. 1987.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B.F. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.1.1-1.21.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: Perry, D.A. (ed.). **Handbook of vigour methods**. Zurich: ISTA, p. 37-42. 1981.

R CORE TEAM.**R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.(2012).

RIBEIRO, D.M.C.A. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho através do teste de condutividade elétrica (bulk). **Informativo Abrates**, v. 7, n. 1/2, p. 187. 1997.

RODO, A.B. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 29-38. 1998.

SA, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 1, pp. 13-19. 1999.

VIEIRA, R.D. et al. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1, p. 142-147. 1995.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 103-132. 1994.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos valores de condutividade elétrica individual (CEI) em $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹ de sete lotes de sementes de girassol em cinco períodos de embebição.

	Lote						
	A	B	C	D	E	F	G
CEI 1h							
Mínimo	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0	16,0	8,0
Média	28,8	39,7	27,9	37,9	14,5	73,2	57,3
Máximo	119,0	195,0	169,0	219,0	91,0	215,0	194,0
Desvio Padrão	16,3	20,0	15,2	30,3	11,6	36,4	29,1
CEI 2h							
Mínimo	8,0	7,0	0,0	0,0	0,0	26,0	8,0
Média	40,7	52,7	37,6	48,5	21,6	92,3	74,7
Máximo	164,0	232,0	211,0	268,0	116,0	263,0	233,0
Desvio Padrão	19,6	24,8	18,8	36,5	15,3	43,6	37,6
CEI 4h							
Mínimo	11,0	10,0	12,0	7,0	3,0	31,0	19,0
Média	54,0	68,8	49,9	59,0	28,9	107,7	94,3
Máximo	213,0	267,0	254,0	290,0	182,0	295,0	285,0
Desvio Padrão	23,3	29,3	22,3	41,0	19,1	47,5	42,8
CEI 8h							
Mínimo	18,0	14,0	14,0	11,0	5,0	40,0	29,0
Média	68,5	84,2	60,5	69,1	38,0	123,4	114,1
Máximo	248,0	293,0	262,0	322,0	256,0	333,0	341,0
Desvio Padrão	26,7	32,5	24,2	44,9	25,8	51,6	50,7
CEI 24h							
Mínimo	29,0	25,0	12,0	13,0	7,0	47,0	37,0
Média	79,4	99,1	70,0	80,4	51,0	142,8	148,2
Máximo	286,0	319,0	246,0	367,0	379,0	490,0	471,0
Desvio Padrão	28,1	34,1	24,3	50,5	41,6	62,7	72,5

Tabela 2. Tamanho de amostra, em número de sementes, para diferentes amplitudes entre os percentis 2,5% e 97,5% de 1000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tempos de embebição de sete lotes de sementes de girassol.

Tempo	Lote						
	A	B	C	D	E	F	G
	Amplitude de 10 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente ⁻¹						
1h	41	64	39	150	22	217	140
2h	59	88	58	224	34	328	245
4h	87	137	84	271	59	375	329
8h	123	175	99	327	113	>400	>400
24h	128	181	95	>400	227	>400	>400
	Amplitude de 15 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente ⁻¹						
1h	21	29	18	64	10	100	61
2h	27	45	25	95	16	138	100
4h	37	61	37	116	25	169	128
8h	53	73	46	141	49	186	187
24h	57	83	41	188	124	280	336
	Amplitude de 20 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente ⁻¹						
1h	10	14	10	34	6	51	33
2h	15	26	17	54	10	73	56
4h	22	34	21	65	15	91	72
8h	28	43	24	82	27	105	104
24h	30	47	23	97	67	182	222
	Amplitude de 25 $\mu\text{S cm}^{-1}$ semente ⁻¹						
1h	7	11	6	23	4	32	22
2h	9	15	9	31	6	50	36
4h	14	21	13	44	10	58	46
8h	18	27	16	53	16	72	67
24h	21	26	15	66	41	105	137

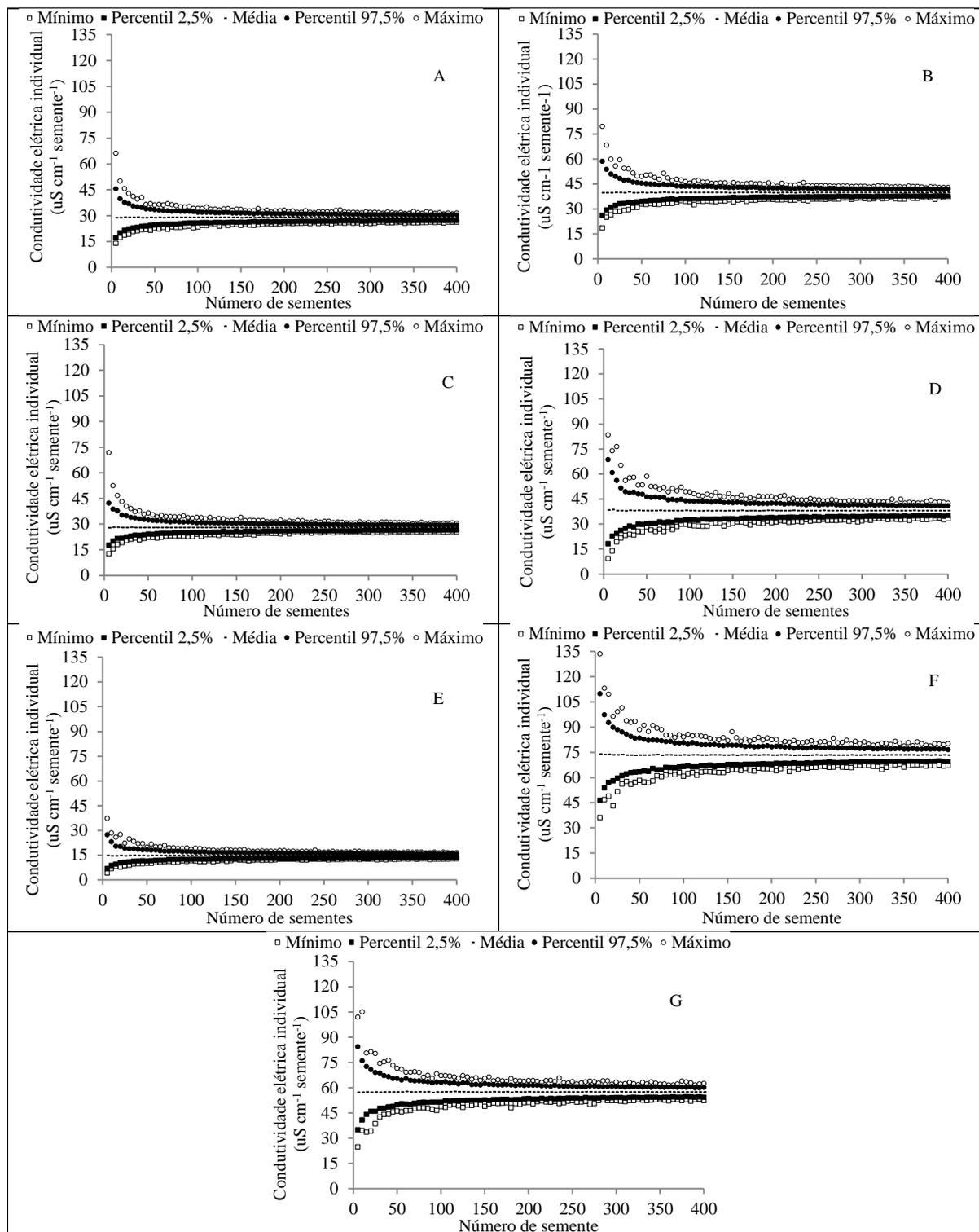


Figura 1 - Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em uma hora de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).

DISCUSSÃO

Os objetivos iniciais propostos para este trabalho foram alcançados, sendo possível estabelecer uma metodologia para realização dos testes de condutividade elétrica massal e individual (Artigo 1) e, também, a determinação dos tamanhos de amostra para a realização do teste de condutividade elétrica individual. Esse trabalho vem somar informações no estabelecimento de metodologias de realização de teste de vigor para sementes de girassol, no entanto, não se trata de um estudo definitivo sobre o assunto, uma vez que a qualidade fisiológica de uma semente é influenciada por diversos fatores.

Fatores que influenciam os resultados do teste foram estudados por diversos autores para diferentes culturas, tais como: o tamanho das sementes estudadas por VANZOLINI; NAKAGAWA (1997) com sementes de amendoim, MUGNISJAH; NAKAMURA (1986) para sementes soja, PRETE (1992) para sementes de café. A temperatura da água de embebição pode alterar significativamente os resultados dos testes de condutividade elétrica, segundo LOEFFLER et al. (1988), pois a diminuição na temperatura causa aumento da viscosidade da solução, seguida por um decréscimo na mobilidade de íons e, conseqüentemente, reduz a condutividade. Sendo assim, novos estudos complementares se fazem necessários para aprimoramento das metodologias englobando diferentes fatores envolvidos no potencial fisiológico das sementes e, assim, fornecer informações suficientes para estabelecimento de uma metodologia padrão para a realização dos testes de vigor para a cultura do girassol.

A utilização de tamanho de amostra adequado na realização de um experimento com sementes é de grande importância para possibilitar segurança estatística aos resultados encontrados. Essa temática abordada no artigo 2, apresenta uma grande variabilidade no dimensionamento amostral para avaliar a condutividade elétrica individual das sementes de girassol. Os valores de condutividade elétrica apresentam grande variabilidade entre lotes

de diferentes padrões de qualidade e também dependente do tempo de embebição das sementes. Verifica-se para todos os tempos de embebição, a redução dos valores de condutividade elétrica à medida que se aumenta o número de sementes utilizado. No entanto essa redução é decrescente e converge para uma estabilização dos valores, indicando assim um limite no número de sementes, em que a partir deste, ocorre pouco aumento na precisão.

No estudo do artigo 2, em que os lotes apresentam grande variabilidade da qualidade e dos valores de condutividade elétrica, seria necessário a utilização de diferentes tamanhos de amostra conforme o vigor de cada lote, no entanto, para facilitar a generalização da realização dos experimentos, recomenda-se o tamanho de amostra para o lote de menor vigor que será suficiente para estimar a média de condutividade dos demais lotes com maior vigor. O estudo ainda considerou o grau de precisão a ser considerado pelo pesquisador, sendo que na tabela 3 do artigo 2, têm-se os tamanhos de amostra para amplitudes do intervalo entre os percentis 2,5% e 97,5% de 10, 15, 20 e $25\mu\text{S cm}^{-1}$ semente⁻¹, possibilitando, assim, a utilização de um tamanho de amostra conforme a precisão necessária.

CONCLUSÃO

Os testes de condutividade elétrica massal e individual são promissores na separação dos lotes de sementes de girassol.

A condição mais adequada para realização do teste de condutividade elétrica massal é de 25 sementes, 25 ml de água e leitura realizada após uma hora de embebição.

Para o teste de condutividade elétrica individual, períodos de 1 a 24 horas apresentam alta correlação entre emergência em campo e condutividade elétrica individual.

O tamanho de amostra em número de sementes, para avaliar a condutividade elétrica individual das sementes de girassol, é dependente do tempo de embebição das sementes.

Tempos de embebição de uma hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras.

Considerando a amplitude de $15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ semente}^{-1}$ recomenda-se tamanho de amostra de 100 sementes.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N. et al. **Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino**. Revista brasileira de sementes. v. 27, n. 1. 2005.
- ABDUL-BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigour. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p.765 - 771, 1980.
- AIOVE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Estudos & Palestras**. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em 24 set. 2011.
- ALBUQUERQUE, M. C. F. E. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.1 - 8. 2001.
- ALBUQUERQUE, M.C.F. E. et al. Condutividade elétrica e lixiviação do potássio para avaliar sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 23, n. 1, p. 1 - 8. 2001.
- AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 85 - 92, 1984.
- AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6 n. 1, p. 12 - 15, 2000. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v6n1/artigo02.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Dados Estatísticos**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2011.
- AOSA. Association of official seed analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 93 p. (Contribution, 32). 2002.
- ARAÚJO, R. F. et al. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA** (Chile), V. 29, N. 2. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed Vigor Testing Handbook**. Contribution n. 32. 89 p. 1983.
- ATLÂNTICA SEMENTES. **Manual técnico girassol**. (2009). Disponível em: <http://www.atlanticasementes.com.br/upload/manual/manual_girassol_atlantica.pdf>. Acesso em: 25 set. 2011.
- BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208p.
- BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 289 - 295. 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.

BYRUM, J. R.; COPELAND, L.O. Viabilit in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. *Seed Science and technology*, v. 23, n. 2, p. 543 - 549, 1995.

CABRERA, A. C. PESKE, S. T. **Testes do Ph do exsudato para sementes de milho**. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 24, nº 1, p.134-140, 2002.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média do comprimento, diâmetro e massa de sementes de feijão de porco e mucuna cinza. **Ciência Rural**, v.42, n.9, set, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a24612cr6535.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2012.doi: 10.1590/S0103-84782012005000057.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v.45, p.1363-1371, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v45n12/v45n12a05.pdf>>. Acesso em: 27out. 2012.doi: 10.1590/S0100-204X2010001200005.

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

CONAB. COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 13fev. 2013.

COSTA, P.S.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.1, p.92-96, 2006. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000100013&script=sci_arttext

DIAS, D.C.F.S.; MARCOSFILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

FAGIOLI, M. **Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência das plântulas de milho em campo**. Dissertação Mestrado, 74f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, SP. 1997.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários**. Brasília, DF: MAPA/Conab/SUGOF, 2002.

FAO.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em 03jan. 2013.

FERNANDES, E. N.; SILVA, P. S. L. Tamanho da amostra e método de amostragem para caracteres da espiga do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 20, n. 02, p. 252-256, 1996.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: UFLA,2009. 664p.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY,B.M. Conductivity test. In: Hampton, J.G.; Tekrony, B.M.(eds.) **Handbook of vigour methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, p. 22 - 34.1995.

HEPBURN, H.A. et al. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v.12, n.3, p.403-13, 1984. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000100&pid=S0101-3122200900010000700011&lng=en>. Acesso em: 15 jan. 2013.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p.15-37, 1991a.

KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de comprimento de raiz de plântulas de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.2, n.1, p.11-14, 1991b.

LEITE, M.S.O. et al. Sample size for full-sib family evaluation in sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 1562-1574, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n12/v44n12a02.pdf>>. Acesso em: 212 out. 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2009001200002.

LEITE, R.M.V.B.C. et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

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

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

MARCOS FILHO, J. et al. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230 p. 1987.

MARCOSFILHO, J.et al. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815,1990.

MARCOS FILHO, J. et al. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, 2,Brasília, 1981. Anais Londrina: EMBRAPA-CNPSO, v. 1, p. 676-688. 1982.

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

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, 1999. cap. 1, p. 1-21.

MARCOSFILHO, J. et al. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230 p. 1987.

MARCOS FILHO, J. et al. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, 2, Brasília, 1981. Anais Londrina: EMBRAPA-CNPSO, v. 1, p. 676-688. 1982.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: Perry, D.A. (ed.). **Handbook of vigour methods**. Zurich: ISTA, p. 37-42. 1981.

MCDONALD JR., M.B. Vigor test subcommittee report. **Association of Official Seed Analysts Newsletter**, 54, 37-40, 1980.

MUGNISJAH, W. Q.; NAKAMURA, S. Vigour of soybean seedas influenced by sowing and harvest dates and seed size. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, p.87-94, 1986.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S. et al. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.

PARVATHAMMA, S. et al. Evaluation of seed vigour in sorghum and sunflower. **Advances in Plant Science**. India, v. 4, n. 1, p.35 - 42, 1991.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. et al. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação - do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

RAMALHO, M.A.P. et al. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.(2012).

REICH, E.G. et al. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.1-9, 1999.

RIBEIRO, D.M.C.A. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho através do teste de condutividade elétrica (bulk). **Informativo Abrates**, v. 7, n. 1/2, p. 187. 1997.

RODO, A.B. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 29-38. 1998.

SA, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersiconly copersicum* L.). **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 1, pp. 13-19. 1999.

SALINAS, A.R. et al. Pruebas de vigor y calidad fisiologica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.371-379, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000200022>. Acesso em: 12 jan. 2013.

SAMPAIO, N.V. et al. Avaliação da qualidade de sementes através da condutividade elétrica dos exsudatos de embebição. **Informativo ABRATES**.v.5, n.3, p.39-52, 1995.

SANTANA, D.G. **Adaptação do teste do pH do exsudato e viabilidade do uso da amostragem sequencial na rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1994. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras.

SPIEGEL, R. A. et al. **Probabilidade e estatística**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 398 p.

STEERE, W.C. et al. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigor. **Seed Science and Technology**, v.9, n.2, p.567-576, 1981.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 198p.

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.3, n.1, p.10-18, 1978.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: períodos de embebição. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.169, 1997.

VIEIRA, R. D. et al. Vigor: um componente de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11,n.2, p. 199, 2001.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, p. 1-26.1999.

VIEIRA, R.D. et al. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1, p. 142-147. 1995.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

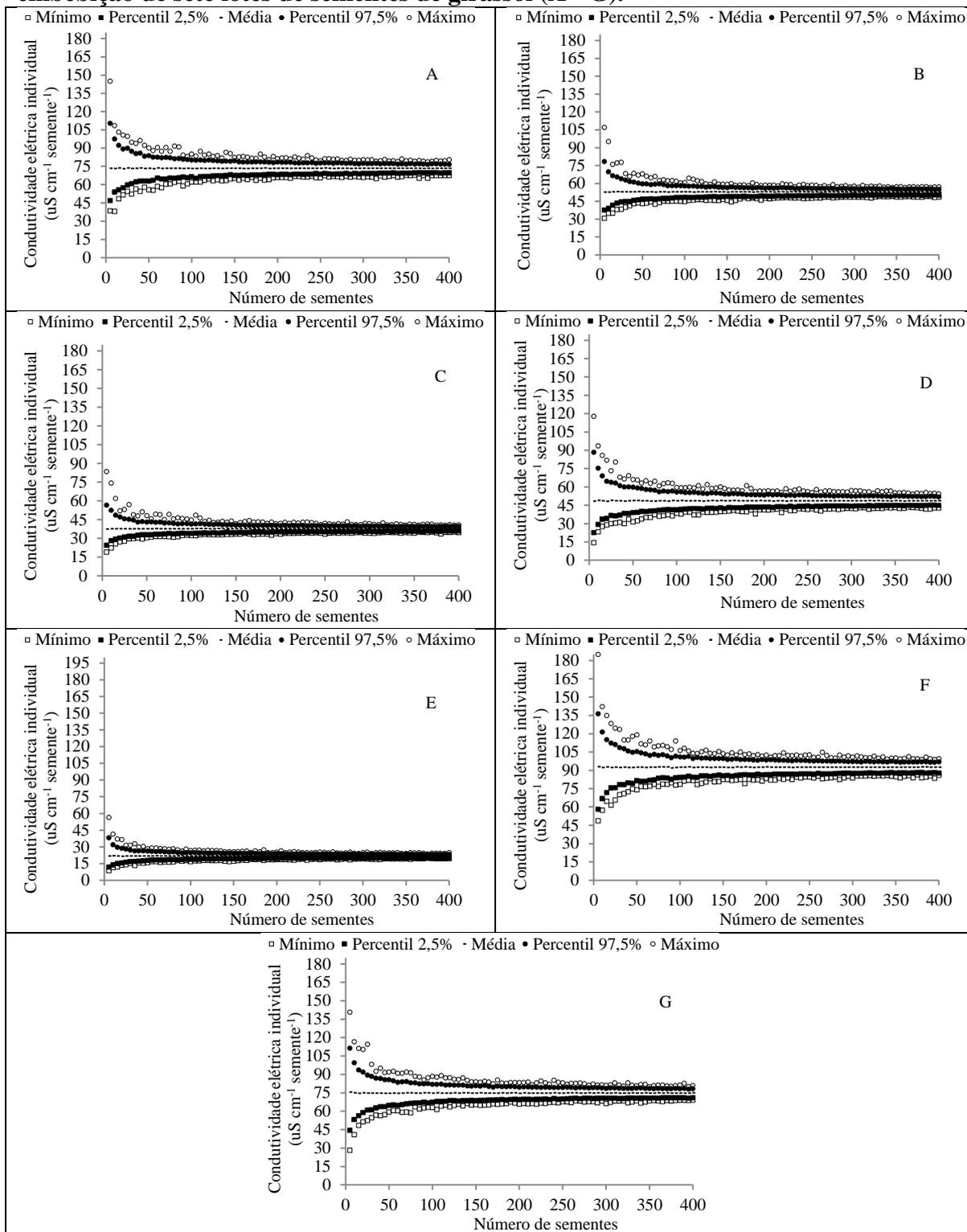
APÊNDICES

Apêndice A – Condutividade elétrica massal ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) para diferentes combinações de número de sementes, volumes de água e períodos de embebição de sete lotes de sementes de girassol.

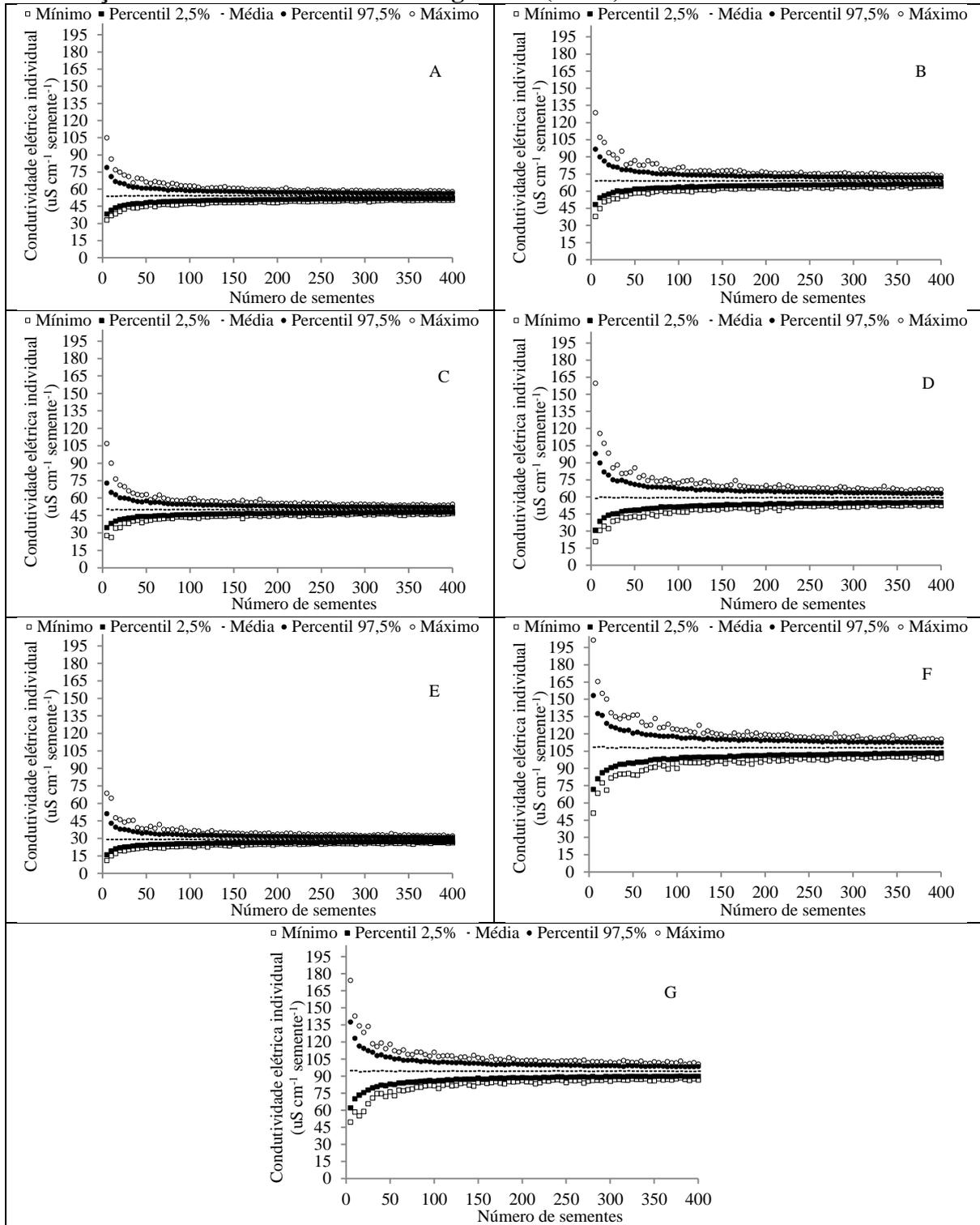
N° Sementes		25															
Volume de água		25					50					75					
Lote		1h	2h	4h	8h	24h	1h	2h	4h	8h	24h	1h	2h	4h	8h	24h	EC
1		56.7b	72.3b	88.5b	111.0b	147.5b	35.4b	41.9b	52.5b	76.1b	81.0a	20.0a	24.4a	29.7a	37.9a	51.0a	74.3b
2		52.3b	73.0b	87.0b	116.6b	168.3b	33.5b	41.2b	51.2b	74.1b	78.9a	40.0b	47.5b	58.0b	72.7b	93.7c	75.5b
3		63.6b	77.2b	94.1b	111.2b	149.6b	25.8a	34.0b	43.8b	64.3b	83.4a	25.2a	29.3a	35.1a	43.2a	56.0a	70.8b
4		89.7c	110.8c	133.8c	160.7c	194.4c	46.3c	62.4c	78.3c	111.0c	139.6b	35.5b	43.7b	52.1b	63.4b	78.4b	88.5a
5		34.5a	46.2a	59.0a	71.9a	100.0a	17.7a	23.5a	30.7a	45.3a	60.6a	13.3a	16.7a	21.0a	26.8a	36.7a	81.5a
6		233.2e	270.1e	307.1e	348.9e	408.7e	103.0e	124.6e	144.4d	157.0d	207.3c	74.8c	85.4c	97.1c	117.0c	139.3d	51.3c
7		164.4d	215.3d	251.4d	299.4d	349.6d	89.9d	108.9d	132.9d	183.5e	260.0d	65.5c	74.2c	88.2c	104.1c	131.4d	61.5c
N° Sementes		50															
1		77.1c	97.4b	116.8b	133.4b	160.3b	37c	44.3b	56.1c	81.2c	81.5b	22.9a	27.8a	33.6a	41.0a	50.3a	74.3b
2		62.7b	83.8b	110.1b	128.3b	161.4b	38c	47.6b	61.6c	85.7c	87.0b	41.5b	50.2b	61.8b	73.6b	94.9c	75.5b
3		77.4c	91.3b	107.9b	124.0b	148.8b	31b	39.6b	49.2b	70.3b	92.9b	23.7a	28.2a	33.5a	40.4a	50.2a	70.8b
4		107.9d	127.5c	143.1c	166.1c	189.1c	47c	59.2c	74.5d	106.6d	131.8c	36.0b	43.8b	52.5b	60.5b	74.2b	88.5a
5		34.2a	47.0a	58.9a	76.8a	105.7a	19a	25.5a	32.0a	46.0a	63.7a	16.8a	20.6a	25.5a	31.3a	41.6a	81.5a
6		201.0f	230.9e	267.7e	300.2e	345.8d	114e	129.9e	148.3f	155.7e	185.4d	84.3d	102.2d	115.0c	128.1c	151.6d	51.3c
7		163.0e	197.4d	232.8d	264.1d	350.5d	92d	111.9d	132.4e	181.7f	207.2e	71.3c	83.3c	101.2c	119.2c	154.3d	61.5c
N° Sementes		75															
1		72.0c	88.7b	107.0b	122.9b	145.9b	39.0c	46.9c	57.5b	79.0b	73.6a	24.2b	29.5b	36.8b	45.3b	55.3a	74.3b
2		62.5b	87.0b	104.0b	127.7b	157.4b	39.7c	47.9c	58.8b	80.1b	80.2a	46.4c	58.9d	71.6d	83.8d	100.7c	75.5b
3		78.4c	93.7b	108.5b	122.9b	142.7b	32.5b	40.4b	53.5b	75.3b	91.6a	26.1b	30.8b	35.8b	43.3b	54.7a	70.8b
4		119.7d	129.9c	160.6c	181.4c	215.5c	48.0c	62.0d	74.6c	99.9c	122.3b	36.9c	43.9c	53.5c	62.6c	74.5b	88.5a
5		34.9a	53.0a	65.4a	76.1a	102.0a	21.4a	26.9a	34.0a	48.0a	68.5a	14.2a	17.5a	21.6a	26.2a	35.8a	81.5a
6		198.0f	228.5e	269.9e	299.5e	344.7e	110.8e	126.0f	142.3d	149.4d	178.1c	88.2e	99.3f	111.0f	121.5e	140.5d	51.3c
7		154.6e	185.0d	217.3d	245.9d	319.9d	92.6d	112.2e	127.9d	179.7e	198.1c	67.3d	77.1e	88.0e	97.2d	139.4d	61.5c

Médias não seguidas da mesma letra na coluna diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

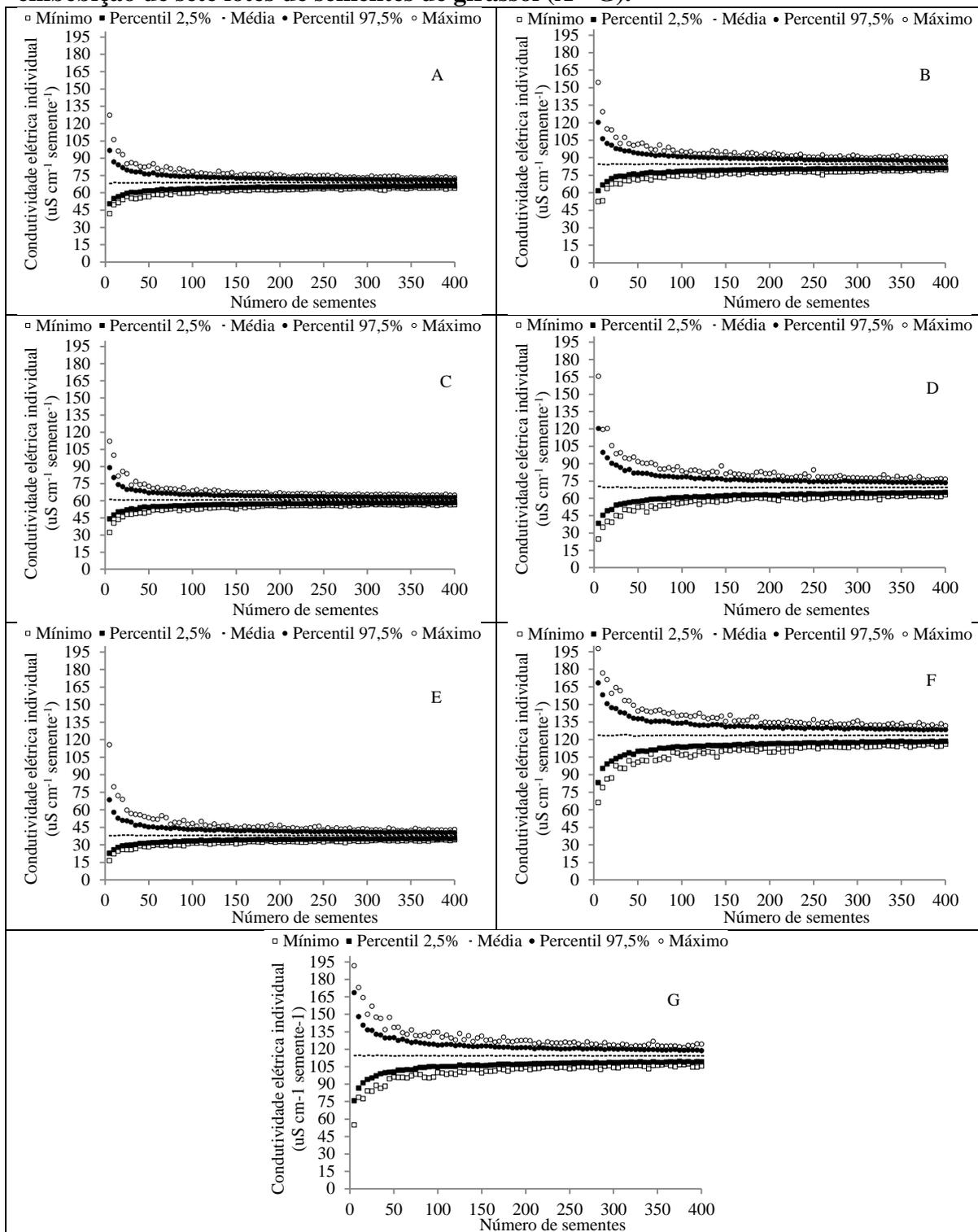
Apêndice B – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em duas horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).



Apêndice C – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em quatro horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).



Apêndice D – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em oito horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).



Apêndice E – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 1.000 reamostragens para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tamanhos de amostra em número de sementes (n) em 24 horas de embebição de sete lotes de sementes de girassol (A - G).

