

Dimensionamento amostral para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol

Fernando Machado Haesbaert^{1*}; Sidinei José Lopes²; Liliane Marcia Mertz³; Alessandro Dal'Col Lúcio⁴; Alessandra Guedes⁵

Resumo - O teste de condutividade elétrica é um teste de vigor de sementes utilizado para avaliar a qualidade das sementes e complementar o teste de germinação. O tamanho da amostra necessária para a estimação da média de condutividade elétrica de sementes é diretamente proporcional à variabilidade dos dados e confiabilidade desejada na estimativa. Uma técnica adequada para dimensionamento amostral é a utilização de intervalos de confiança, obtidos por reamostragem. Essa técnica tem a vantagem de não depender da distribuição de probabilidade dos dados. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra necessário para o teste de condutividade elétrica individual em sementes de girassol. Foram utilizadas sete lotes de sementes de girassol, sendo três lotes da cultivar Hélio 250 (A, B e C), dois lotes da cultivar BRS 323 (D e E) e dois lotes da cultivar BRS 324 (F e G). O teste de condutividade elétrica individual foi realizado com 400 sementes de cada lote e o tamanho de amostra foi determinado pelo número de sementes a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC_{95%}) foi menor ou igual a 10, 15 e 20% da estimativa da média. Tempos de embebição de vinte e quatro hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras. O tamanho de amostra de 257 sementes é recomendado para a amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 20% da estimativa da média.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Vigor de sementes. Reamostragem.

¹ Doutorando em Agronomia UFSM; Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; * fhaesbaert@gmail.com. Autor para correspondência.

² Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; sjlopes@pq.cnpq.br

³ Pesquisadora Doutora EMBRAPA Soja; Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta, Caixa Postal 231, Londrina – PR, Brasil; lilianemertz@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; adlucio@ufsm.br

⁵ Acadêmica do curso de Biologia UFSM. Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil alessandragedes@hotmail.com

Sample dimension to determine the individual electrical conductivity of sunflower seeds

Fernando Machado Haesbaert^{1*}; Sidinei José Lopes²; Liliâne Marcia Mertz³; Alessandro Dal'Col Lúcio⁴; Alessandra Guedes⁵

Abstract - The aim of this study was to estimate the sample size required for the individual electrical conductivity test in sunflower seeds. The sample size of 257 seeds is recommended for the amplitude of the 95% confidence interval of 20% of the mean estimate.

Key words: *Helianthus annuus* L. Seed vigor, Resampling.

¹ Doutorando em Agronomia UFSM; Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; * fhaesbaert@gmail.com. Autor para correspondência.

² Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; sjlopes@pq.cnpq.br

³ Pesquisadora Doutora EMBRAPA Soja; Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta, Caixa Postal 231, Londrina – PR, Brasil; lilianemertz@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; adlucio@ufsm.br

⁵ Acadêmica do curso de Biologia UFSM. Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil alessandraguedes@hotmail.com

Dimensionamento amostral para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol

Fernando Machado Haesbaert^{1*}; Sidinei José Lopes²; Liliane Marcia Mertz³; Alessandro Dal'Col Lúcio⁴; Alessandra Guedes⁵

1 Introdução

O teste de condutividade elétrica é um teste de vigor de sementes utilizado para avaliar a qualidade das sementes e complementar o teste de germinação. A condutividade elétrica da solução de embebição das sementes é diretamente relacionado com a integridade das membranas celulares. Sendo que sementes mais deterioradas apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a imersão, liberando maiores quantidades de solutos para o meio exterior (MILOŠEVIĆ et al. 2010).

O tamanho da amostra necessária para a estimação da média de uma variável é diretamente proporcional à variabilidade dos dados e confiabilidade desejada na estimativa. Assim, quanto maior o tamanho de amostra, maior será a precisão do experimento (CATAPATTI, 2008). No entanto, não se tem descrito na bibliografia recomendações de número de sementes que devem ser utilizadas para a avaliação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol.

Uma técnica adequada para dimensionamento amostral é a utilização de intervalos de confiança, obtidos por reamostragem. Essa técnica tem a vantagem de não depender da distribuição de probabilidade dos dados (FERREIRA, 2009). A determinação do tamanho de amostra para diversas culturas como cana-de-açúcar (LEITE et al., 2009), feijão de porco e de mucuna cinza (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012a) e mamoneiro (CARGNELUTTI FILHO, et al. 2012b) foi realizada utilizando esta técnica de obtenção de intervalos de confiança por reamostragem.

¹ Doutorando em Agronomia UFSM; Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; * fhaesbaert@gmail.com. Autor para correspondência.

² Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; sjlopes@pq.cnpq.br

³ Pesquisadora Doutora EMBRAPA Soja; Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta, Caixa Postal 231, Londrina – PR, Brasil; lilianemertz@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor Departamento de Fitotecnia; UFSM; Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil; adlucio@ufsm.br

⁵ Acadêmica do curso de Biologia UFSM. Campus Universitário, Camobí (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil alessandraguedes@hotmail.com

A utilização de amostragem dimensionada conforme a variabilidade dos dados e a precisão desejada permite aperfeiçoar a realização 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.

2 Material e métodos

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

Com o auxílio de um Analisador Automático de Sementes (SAD 9000-S) foi realizado o teste de condutividade elétrica individual de 400 sementes por lote, utilizando cinco mililitros de água deionizada para cada uma das sementes. 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 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 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 2000 reamostragens, com reposição, utilizando diferentes tamanhos de amostras (n), iniciando com duas semente e acrescentando uma semente em cada iteração até o tamanho máximo de 1000 sementes. Obtendo assim 2000 médias de condutividade elétrica para cada um dos 999 tamanhos de amostras utilizados, a partir desses dados de médias estimaram-se as estatísticas: valor mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e valor máximo. A amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC_{95%}) foi determinada pela diferença entre o percentil 97,5% e o 2,5%.

O tamanho de amostra foi determinado pelo número de sementes a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC_{95%}) foi menor ou igual a 10, 15 e 20% da estimativa da média, possibilitando assim, o pesquisador escolher 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.

3 Resultados e discussão

Os valores de dimensionamento amostral foram estimados de forma a fornecer informações para diferentes condições de precisão desejada pelo pesquisador (tabela 1). Verificou-se grande variabilidade para os valores de tamanho de amostra dimensionados em

função da diferença de qualidade dos lotes avaliados. Por exemplo, para o lote E, com 24 horas de embebição o tamanho de amostra dimensionado é de no mínimo 483 sementes, já para o lote B, a amostragem mínima é de 80 sementes considerando a amplitude de 15% da média. Essa diferença de tamanhos de amostras para os lotes se deve as características de qualidade dos lotes. O tamanho de amostra reduz com o tempo de embebição para a maioria dos lotes, isso porque ocorre uma estabilização da condutividade elétrica da solução de embebição a medida que o tempo aumenta, reduzindo assim a variabilidade dos valores de condutividade elétrica, como foi demonstrado por Mertz et al. (2012) com a cultura do trigo.

Tabela 1. Tamanho de amostra, em número de sementes, para estimativas da média de condutividade elétrica individual de diferentes tempos de embebição de sete lotes de sementes de girassol para amplitudes do intervalo de confiança de 95% ($AIC_{95\%}$) iguais a 10, 15 e 20% da média de 2.000 reamostragens.

Lote	A	B	C	D	E	F	G
Tempo	10% da média						
1h	523	411	480	>1.000	>1.000	400	424
2h	384	347	408	916	799	355	388
4h	303	293	318	780	698	321	327
8h	239	237	259	700	741	277	310
24h	202	195	196	635	>1.000	313	397
	15% da média						
1h	238	182	214	466	464	174	184
2h	161	151	190	412	354	157	181
4h	134	125	145	347	311	136	146
8h	107	104	110	308	326	126	140
24h	85	80	84	290	483	136	174
	20% da média						
1h	124	102	125	256	249	101	100
2h	97	90	99	234	201	87	98
4h	73	72	83	192	177	78	80
8h	60	56	65	165	179	71	76
24h	48	46	48	156	257	74	98

Os tamanhos de amostra dimensionados para as amplitudes do intervalo de confiança de 95% igual a 15 e 20% da média são, respectivamente, 483 e 257 sementes para o período de embebição de 24 horas. Quando a precisão necessária a ser adotada for menor como por exemplo para a amplitudes do intervalo de confiança de 95% igual a 20% da média, o tamanho de amostra dimensionado é de no mínimo 257 sementes, que pode-se na prática utilizar três bandejas de 100 alvéolos para cada repetição, totalizando assim 300 sementes por lote, considerando o maior valor de tamanho de amostra encontrado nessas condições, que foi de

257 sementes, no tempo de 24h do lote E. Tal resultado é superiores aos tamanhos de amostras comumente utilizados em outros trabalhos avaliando a condutividade elétrica individual de sementes, que são de 100 sementes para trigo (MERTZ et al., 2012) e soja (SALINAS et al., 2010; BARBIERI et al., 2013) ou 50 sementes para mamona (SOUZA et al., 2009) e para café (COSTA, CARVALHO, 2006). Deste modo, 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.

Na Figura 1, encontra-se a disposição gráfica dos valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 2000 reamostragens para estimativas de diferentes tamanhos de amostra para o teste de condutividade elétrica individual de sementes de girassol para o período de embebição de 24 horas. No gráfico da esquerda (lote A) verifica-se que a dispersão das estatísticas descritivas das médias de condutividade elétrica é mais homogênea que o gráfico da direita (lote E), embora o lote A tenha média de condutividade elétrica maior.

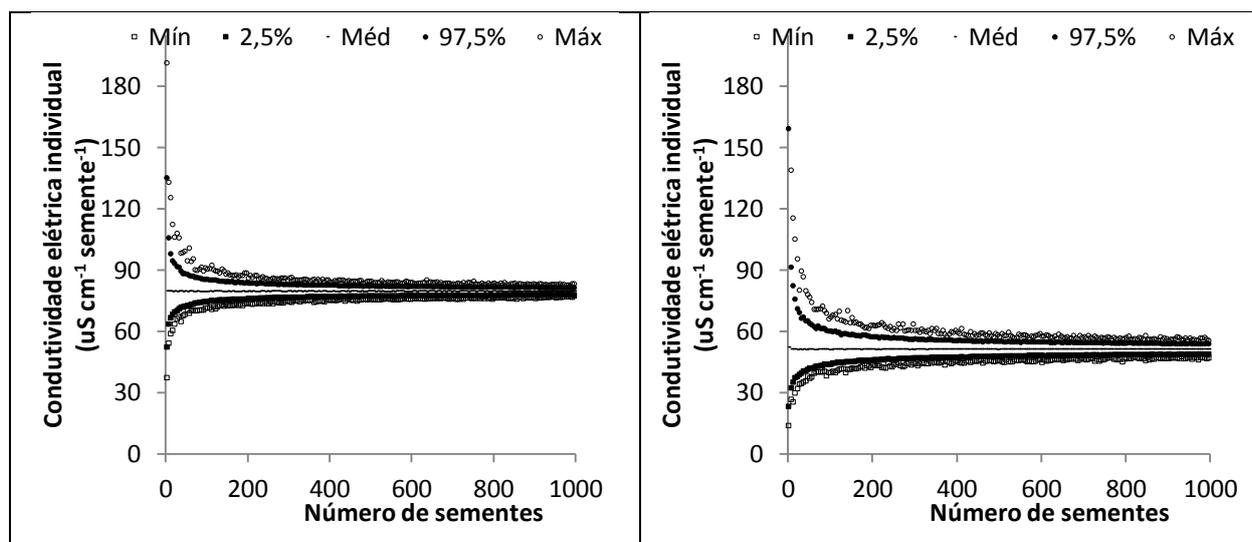


Figura 1 – Valores mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5% e máximo de 2000 reamostragens para diferentes tamanhos de amostra para o teste de condutividade elétrica individual de dois lotes de sementes de girassol, lote A (esquerda) e lote E (direita) para o período de embebição de 24 horas. UFSM, Santa Maria, 2015.

4 Conclusão

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 vinte e quatro hora possibilitam utilizar os menores tamanhos de amostras. O

tamanho de amostra de 257 sementes é recomendado para a amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 20% da estimativa da média.

5 Referências bibliográficas

BARBIERI, A. P. P. et al. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação com emergência de plântulas a campo. **Interciencia**, Caracas, v. 38, p. 310-316, 2013.

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, 2012a.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de mamoneira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, 2012b.

CATAPATTI, T. R. et al. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 855-862. 2008.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92 – 96, 2006.

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

LEITE, M. S. O. et al. Sample size for full-sib family evaluation in sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1562-1574, 2009.

MERTZ, L. M. et al. Condutividade elétrica individual para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo. **Informativo ABRATES**, v. 22, n. 1, 2012.

MILOŠEVIĆ, M. VUJAKOVIĆ, M.; KARAGIĆ, Đ. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1p. 103-118, 2010.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. URL <http://www.R-project.org/>. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 05 abr. 2014.

SALINAS, A. R. et al. Electrical conductivity of soybean seed cultivars and adjusted models of leakage curves along the time. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 1-7, 2010.

SOUZA, L. A. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p.060-067, 2009.