10.30612/agrarian.v11i42.4570

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Comunicações Científica

Tamanho de amostra para avaliar caracteres produtivos de linho

Sample size to evaluate productive traits of flax

Alberto Cargnelutti Filho[1], Bruna Mendonça Alves[1], Giovani Facco[1], Cleiton Antonio Wartha[1], Jéssica Andiara Kleinpaul[1], Ismael Mario Márcio Neu[1], Daniela Lixinski Silveira[1], Fernanda Martins Simões[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais Prédio 77, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com

Recebido em: 28/10/2015 Aceito em:30/01/2018

Resumo: Objetivou-se com esse trabalho determinar o tamanho de amostra (número de cápsulas) necessária para a estimação da média de caracteres produtivos de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy, em níveis de precisão. Em área experimental de 15m×15m (225 m^2), aos 137 dias após a semeadura, foram selecionadas aleatoriamente 300 plantas e coletada uma cápsula por planta. Em cada cápsula foram avaliados os caracteres massa de cápsula, massa de grãos por cápsula, número de grãos por cápsula e massa de mil grãos. Para cada caractere, foram calculadas medidas de tendência central, variabilidade, assimetria e curtose. Foi determinado o tamanho de amostra por meio de reamostragem, com reposição, de 10.000 reamostras. Para a estimação da média desses caracteres de linho, cultivar CDC Normandy, com amplitude do intervalo de confiança de 95%, igual a 10% da estimativa da média, são necessárias 78 cápsulas.

Palavras-chave: *Linum usitatissimum* L., planejamento experimental, reamostragem.

Abstract: The aim of this study was to determine the sample size (i.e., number of capsules) necessary to estimate the average productive traits of flax (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy, in precision levels. In experimental area of 15m×15m (225m^2) at 137 days after seeding, it was randomly collected 300 plants and one capsule per plant. In each capsule the traits weight of capsule, seed weight per capsule, number of seeds per capsule, and thousand seed weight were evaluated. For each trait, it was calculated measures of central tendency, variability, skewness, and kurtosis. It was determined the sample size by resampling with replacement of 10,000 resample. In order to estimate the average of these flax traits, with amplitude of confidence interval of 95%, equal 10% of average estimate, 78 capsules was required.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., experimental design, resampling.

Introdução

O linho (*Linum usitatissimum* L.) pertence à família Linaceae e a sua semente é conhecida como linhaça (Floss, 1983). É uma planta herbácea de ciclo anual, com 30 a 120 cm de altura, sendo utilizada como fibra têxtil, óleo para a indústria, bem como na alimentação de bovinos e suínos (Floss, 1983). Adicionalmente, amplas revisões foram realizadas enfocando a utilização para o consumo humano (Novello e Pollonio, 2011) e como fonte alternativa na produção de biocombustíveis (Cosmo et al., 2014).

A flor do linho tem cinco pétalas e uma cápsula que contém sementes, em cinco lóculos. Cada lóculo pode conter até duas sementes e uma cápsula pode conter no máximo dez sementes. As sementes de linho variam de 3,6 a 5,0 mm de comprimento e mil sementes pesam de 3,8 a 7,0 g (Floss, 1983). Em experimentos com a cultura de linho é importante dimensionar o tamanho de amostra (número de cápsulas) para que os caracteres produtivos, tais como, a massa de cápsula, a massa de grãos por cápsula, o número de grãos por cápsula e a massa de mil grãos, sejam mensurados com precisão. O dimensionamento do tamanho de amostra, por meio de reamostragem com reposição é um procedimento adequado e independe da distribuição de probabilidade dos dados (Ferreira, 2009). Essa metodologia tem sido utilizada na determinação do tamanho de amostra para a

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Comunicações Científica

estimação da média de caracteres morfológicos de frutos de pimenteira (Silva et al., 2011), da média e da mediana de caracteres de tremoço branco (Burin et al., 2014) e da média e do coeficiente de variação em milho (Toebe et al., 2014). Nesses estudos, de maneira geral, foram apontados aspectos benéficos do correto dimensionamento amostral.

Em pesquisas com a cultura de linho, esses caracteres produtivos foram avaliados diretamente, ou então calculados com base em outros caracteres mensurados. De maneira geral, esses estudos demonstraram variabilidade entre acessos (Diederichsen e Hammer, 1995), genótipos (Mohammadi et al., 2010; Vardhan e Rao, 2012; Reddy et al., 2013; Odivi et al., 2013; Filipovic et al., 2014) e tratamentos (Hashem et al., 2011; Khajani et al., 2012; Mukhtar et al., 2012; Odivi et al., 2013; Filipovic et al., 2014). Contudo, estudos de tamanho de amostra para estimação da média desses caracteres de linho não foram encontrados na literatura. Assim, objetivou-se com este trabalho, determinar o tamanho de amostra (número de cápsulas) necessário para a estimação da média de caracteres produtivos de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy, em níveis de precisão.

Material e Métodos

Em área experimental de 15m×15m (225m^2) localizada a 29º42'S, 53º49'W e a 95m de altitude, foi conduzido ensaio de uniformidade (experimento sem tratamentos, em que a cultura e todos os procedimentos realizados foram homogêneos em toda a área) com a cultura de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy. Conforme classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Heldwein et al., 2009). O tipo de solo do local é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Santos et al., 2006).

Em 13 de junho de 2013, foi realizada a adubação de base de 8 kg ha^{-1} de N, 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O (N-P-K, na proporção 02-20-20). Nesse mesmo dia foi realizada a semeadura a lanço, na densidade de 80 kg ha^{-1} de sementes. Os tratos culturais foram realizados homogeneamente na área experimental, conforme preconizado para os ensaios de uniformidade (Storck et al., 2011).

Em 28 de outubro de 2013 (137 dias após a semeadura), foram selecionadas aleatoriamente 300 plantas. De cada planta, foi selecionada aleatoriamente uma cápsula. Nesse momento, as plantas estavam na fase de maturação dos grãos. As 300 cápsulas foram avaliadas individualmente. Por meio de pesagem, em balança analítica de precisão de 0,0001g, obteve-se a massa de cápsula (MC), em g cápsula^{-1}. Depois, manualmente, os grãos foram retirados das cápsulas. A seguir, pesou-se a massa de grãos por cápsula (MGC), em g cápsula^{-1} e contou-se o número de grãos por cápsula (NGC). Posteriormente calculou-se a massa de mil grãos (MMG=MGC/NG×1000), em gramas. Aleatoriamente, na área experimental, em seis quadros de 0,5m×0,5m (0,25m^2), foi contado o número de plantas e obteve-se a densidade de 6.593.333 plantas ha^{-1}.

Para cada um dos caracteres mensurados nas 300 cápsulas (MC, MGC, NGC e MMG) foram calculadas as estatísticas: mínimo, percentis 1%, 2,5% e 25%, mediana (percentil 50%), percentis 75%, 97,5% e 99%, máximo, amplitude, média, variância, desvio-padrão, erro-padrão, coeficientes de variação, de assimetria e de curtose e valor-p do teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. Posteriormente, para cada caractere, foram planejados 299 tamanhos de amostra. O tamanho de amostra inicial foi de duas cápsulas. Os demais foram obtidos com o acréscimo de uma cápsula até atingir 300 cápsulas. Portanto, para as reamostragens, foram planejados os seguintes tamanhos de amostra: 2, 3, 4, ..., 300 cápsulas.

Para cada tamanho de amostra planejado, em cada caractere, foram realizadas 10.000 reamostragens, com reposição. Para cada reamostra, foi estimada a média. Assim, para cada tamanho de amostra, de cada caractere, foram obtidas 10.000 estimativas da média e determinados o percentil 2,5% e o percentil 97,5%. Depois, para cada tamanho de amostra, de cada caractere, calculou-se a amplitude do intervalo de confiança de 95%, pela diferença entre o percentil 97,5% e o percentil 2,5%. A seguir, determinou-se o tamanho de amostra (número de cápsulas) para a estimação da média de cada caractere para diferentes precisões. Para essa determinação, partiu-se do tamanho inicial (duas cápsulas) e considerou-se como tamanho de amostra o número de cápsulas a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% foi menor ou igual a 10% (maior precisão), 11%, 12%, ..., 30% (menor precisão) da estimativa da média. Essas precisões experimentais foram consideradas como adequadas para estimação da média. As análises

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Comunicações Científica

estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel® e do software R (R Development Core Team, 2015).

Resultados e Discussão

Em média, a massa de grãos por cápsula (0,0687 g cápsula^{-1}) correspondeu a 77,7% da massa de cápsula (0,0884 g cápsula^{-1}). O número de grãos por cápsula (8,2367) ficou próximo do máximo de dez grãos por cápsula (Floss, 1983) e a massa de mil grãos (8,4532 g) acima dos limites de 3,8 a 7,0 g definidos em Floss (1983) (Tabela 1). Esse número expressivo de grãos por cápsula e a elevada massa de mil grãos são indicadores de bom desenvolvimento da cultura nesse experimento. As médias desses caracteres são semelhantes aos relatados nas pesquisas de Diederichsen e Hammer (1995), Mohammadi et al. (2010), Hashem et al. (2011), Khajani et al. (2012), Mukhtar et al. (2012), Vardhan e Rao (2012), Odivi et al. (2013), Reddy et al. (2013) e Filipovic et al. (2014), que também realizaram estudos com a cultura do linho.

Tabela 1. Mínimo, percentis 1%, 2,5%, 25%, mediana (percentil 50%), 75%, 97,5% e 99%, máximo, amplitude, média, variância, desvio-padrão, erro-padrão, coeficientes de variação (CV), de assimetria e de curtose e valor-p do teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* de caracteres produtivos mensurados em 300 cápsulas de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy.

Estatística	Massa de cápsula (g cápsula^{-1})	Massa de grãos por cápsula (g cápsula^{-1})	Número de grãos por cápsula (Un.)	Massa de mil grãos (g)
Mínimo	0,0293	0,0164	2,0000	4,8778
Percentil 1%	0,0383	0,0227	2,0000	5,1497
Percentil 2,5%	0,0462	0,0315	4,0000	5,7788
Percentil 25%	0,0779	0,0603	7,0000	7,4781
Mediana	0,0892	0,0696	9,0000	8,4000
Percentil 75%	0,0994	0,0786	10,0000	9,4194
Percentil 97,5%	0,1222	0,0961	10,0000	11,2667
Percentil 99%	0,1255	0,0996	10,0000	11,4032
Máximo	0,1293	0,1068	10,0000	11,9000
Amplitude	0,1000	0,0904	8,0000	7,0222
Média	0,0884	0,0687	8,2367	8,4532
Variância	0,0003	0,0002	3,0508	1,8940
Desvio-padrão	0,0178	0,0155	1,7467	1,3762
Erro-padrão	0,0010	0,0009	0,1008	0,0795
CV (%)	20,1586	22,5118	21,2059	16,2806
Assimetria	-0,4022	-0,5262	-1,2995	-0,0089
Curtose	0,7645	0,8281	1,6684	-0,1969
Valor-p	0,2648	0,5740	0,0000	0,7852

Os percentis e as medidas de dispersão demonstraram a variabilidade dos caracteres MC, MGC, NGC e MMG nas 300 cápsulas de linho. Os coeficientes de variação (CV) dos caracteres MC (20,1586%), MGC (22,5118%) e NGC (21,2059%) foram similares e levemente superiores ao CV da MMG (16,2806%) (Tabela 1). Isso sugere que para mesma precisão o número de cápsulas para estimação da média dos caracteres MC, MGC, NGC deve ser maior que o necessário para estimar a média de MMG. Assim como no atual estudo, a variabilidade entre CV foi observada em caracteres mensurados nas culturas de pimenteira (Silva et al., 2011), tremoço branco (Burin et al., 2014) e milho (Toebe et al., 2014).

Em relação aos caracteres MC, MGC e MMG, a semelhança das estimativas da média e da mediana, os coeficientes de assimetria e curtose próximos de zero e os elevados valores-p do teste de *Kolmogorov-Smirnov* (valor-p ≥ 0,2648) revelaram a boa aderência à distribuição normal. Tal resultado não foi observado para o NGC, pois esse caractere apresentou média menor que a mediana, o que caracteriza assimetria

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Comunicações Científica

negativa (-1,2995), maior coeficiente de curtose (1,6684) e reduzido valor-p (0,0000). Embora não tenha sido constatada normalidade para todos os caracteres, o dimensionamento do tamanho de amostra, por meio de reamostragem com reposição pode ser aplicado, pois não depende da distribuição de probabilidade dos dados (Ferreira, 2009). Adicionalmente, o elevado número de cápsulas amostradas (300 cápsulas), aliado ao adequado desenvolvimento das mesmas e a variabilidade existente entre as cápsulas conferem adequabilidade desse banco de dados ao estudo proposto.

Os tamanhos de amostra (número de cápsulas) para a estimação da média desses caracteres de linho, com amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 30% da estimativa da média (menor precisão), variaram entre seis e dez plantas, para os caracteres massa de mil grãos e massa de grãos por cápsula, respectivamente (Tabela 2). Ao considerar a amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 10% da estimativa da média (maior precisão), os tamanhos de amostra variaram entre 42 e 78 plantas. Variabilidade do tamanho de amostra entre caracteres também foi verificada nas culturas de pimenteira (Silva et al., 2011), tremoço branco (Burin et al., 2014) e milho (Toebe et al., 2014).

Tabela 2. Tamanho de amostra (número de cápsulas) para a estimação da média de caracteres produtivos de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy, para as amplitudes do intervalo de confiança de 95% iguais a 10%; 11%; 12%; ...; 30% da estimativa da média.

Amplitude	Massa de cápsula (g cápsula^{-1})	Massa de grãos por cápsula (g cápsula^{-1})	Número de grãos por cápsula (Un.)	Massa de mil grãos (g)
10%	63	78	68	42
11%	53	66	57	35
12%	46	55	49	30
13%	37	47	43	25
14%	32	41	37	22
15%	29	36	31	20
16%	25	32	28	18
17%	23	27	25	15
18%	21	26	22	14
19%	19	23	19	13
20%	17	22	18	11
21%	16	19	17	11
22%	15	18	15	10
23%	13	16	14	9
24%	12	15	14	8
25%	12	14	13	8
26%	11	13	11	8
27%	10	12	10	7
28%	9	11	10	7
29%	9	11	9	6
30%	8	10	9	6

Na prática, os resultados desse trabalho, possibilitam ao pesquisador escolher o tamanho de amostra, para estimar a média desses caracteres com adequada precisão (Tabela 2). Por exemplo, para estimar a média com a maior precisão (10% da estimativa da média), 78 cápsulas seriam suficientes

para esses caracteres. Assim, ao planejar um experimento para ser conduzido a campo, em delineamento experimental inteiramente casualizado, para a estimação da média de cada tratamento com 10% de precisão, devem ser avaliadas 78 cápsulas por tratamento. Se o experimento for planejado com seis repetições por tratamento, seriam amostradas 13 cápsulas por repetição (78/6 = 13), ou seja, 13 cápsulas por parcela. Ainda, se no experimento fossem avaliados 10 tratamentos seriam amostradas 780 cápsulas (78 por tratamento).

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pelo auxílio financeiro.

Referências

BURIN, C.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; ALVES, B.M.; FICK, A.L. Dimensionamento amostral para a estimação da média e da mediana de caracteres de tremoço branco (*Lupinus albus* L.). **Comunicata Scientiae**, v.5, n.2, p.205-212, 2014.

COSMO, B.M.N.; CABRAL, A.C.; PINTO, L.P.; FRIGO, J.P.; AZEVEDO, K.D.; BONASSA, G. Linhaça *Linum usitatissimun*, suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.3, n.3, p.189-196, 2014.

DIEDERICHSEN, A.; HAMMER, K. Variation of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp, *usitatissimum*) and its wild progenitor pale flax (subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell.). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.42, n.3, p.263-272, 1995.

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

FILIPOVIC, V.; POPOVIC, V.; GLAMOCLIJA, D.; JARAMAZ, M.; JARAMAZ, D.; ANDELOVIC, S.; TABAKOVIC, M. Genotype and soil type influence on morphological characteristics, yield and oil content of oil-flax. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.20, n.1, p.79-86, 2014.

FLOSS, E.L. **Linho, cultivo e utilização**. Passo Fundo: UPF, 1983. 40p. (Boletim Técnico, 3).

HASHEM, H.A.; BASSUONY, F.M.; HASSANEIN, R.A.; BARAKA, D.M.; KHALIL,R.R. Stigmasterol seed treatment alleviates the drastic effect of NaCl and improves quality and yield in flax plants. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, n.13, p.1858-1867, 2011.

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. O clima de Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, v.38, n.1, p.43-58, 2009

KHAJANI, F.P.; IRANNEZHAD, H.; MAJIDIAN, M.; ORAKI, H. Influence of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on yield and yield components of flax seed oil (*Linum usitatissimum* L.) variety Lirina. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.6, p.1050-1054, 2012.

MOHAMMADI, A.A.; SAEIDI, G.; ARZANI, A. Genetic analysis of some agronomic traits in flax (*Linum usitatissimum* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v.4, n.5, p.343-352, 2010.

MUKHTAR, S.; ARSHAD, M.; BASU, S.K.; HASSAN, F.; AHMED, M.; ASIF, M. Influence of capsule position on seed traits and oil content of linseed (*Linum usitatissimum* L.). **Plant Knowledge Journal**, v.1, n.2, p.52-56, 2012.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M.A.R. Caracterização e propriedades da linhaça (*Linum usitatissimun* L.) e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.29, n.2, p.317-330, 2011.

ODIVI, A.G.; SAFARI, A.; TAHMASEBI, B.K.; FARROKHI, M.; BAHRAMPOUR, B. Effect of delaying in sowing date on growth, yield, yield components and oil content of two genotypes of flaxseed (*Linum usitatissimum*). **Advances in Environmental Biology**, v.7, n.6, p.1014-1018, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R:** a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015.

REDDY, M.P.; REDDY, B.N.; ARSUL, B.T.; MAHESHWARI, J.J. Genetic variability, heritability and genetic advance of growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.2, n.9, p.231-237, 2013.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SILVA, A.R.; RÊGO; E.R.; CECON, P.R. Tamanho de amostra para caracterização morfológica de frutos de pimenteira. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.125-129, 2011.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200p.

TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BURIN, C.; CASAROTTO, G.; HAESBAERT, F.M. Tamanho de amostra para estimação da média e do coeficiente de variação em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.11, p.860-871, 2014.

VARDHAN, K.M.V.; RAO, S.S. Genetic variability for seed yield and its components in linseed (*Linum usitatissinum* L.). **International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology**, v.3, n.4, p.200-202, 2012.