

Tamanho de amostra para estimação de medidas de tendência central de caracteres de tremoço branco

Cláudia Burin¹

Alberto Cargnelutti Filho²

Marcos Toebe³

Bruna Mendonça Alves²

André Luis Fick⁴

1 Introdução

O tremoço branco (*Lupinus albus* L.) é uma cultura importante como planta de cobertura de solo devido à capacidade de acumular nitrogênio na parte aérea e possuir notável produção de matéria seca [1]. O tremoço branco dispensa a fertilização nitrogenada em cobertura em culturas como o milho e promove maior produtividade de grãos de milho [5].

Em experimentos agrícolas, a técnica adequada para estimar a média e a mediana de um caráter é a mensuração em todas as plantas da área útil da parcela. Contudo, devido limitações de disponibilidade de tempo, mão de obra, recursos financeiros e humanos, muitas vezes, utiliza-se a amostragem de plantas dentro da parcela [4]. É importante que essas amostras sejam representativas da população estudada. Para isso, é necessário estabelecer um tamanho de amostra adequado, que permita a estimação da média e da mediana de caracteres com nível de precisão desejado.

O dimensionamento amostral para estimar a média de caracteres foi realizado em feijão [2], soja [3] e milho [7] demonstrando variabilidade entre os caracteres. Contudo, estudos que determinem o tamanho de amostra necessário para a estimação de medidas de tendência central como a média e a mediana de caracteres de tremoço branco não foram encontrados na literatura. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra (número de plantas) para estimação da média e da mediana de caracteres morfológicos e produtivos de tremoço branco (*Lupinus albus* L.).

2 Material e Métodos

¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

² Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

⁴ Engenheiro Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

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.

O experimento de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) foi conduzido no ano agrícola 2011/2012, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e 95 m de altitude). A semeadura do tremoço branco foi realizada a lanço, no dia 13 de junho de 2011, com adubação de base de 30 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Em 17 de novembro de 2011 (157 dias após a semeadura), foram coletadas, aleatoriamente na área experimental, 400 plantas, sendo a população de 146.667 plantas ha⁻¹.

Nas 400 plantas coletadas foram mensurados os caracteres morfológicos: altura de planta (ALT, considerando a distância da superfície do solo até a inserção da última folha), em cm, e diâmetro de caule (DIAM), em mm, e produtivos: número de vagens (NV), massa verde de vagens (MVV), massa verde de parte aérea sem vagens (MVPASV), massa verde de parte aérea (MVPA = MVV + MVPASV), massa seca de vagens (MSV), massa seca de parte aérea sem vagens (MSPASV) e massa seca de parte aérea (MSPA = MSV + MSPASV).

Para cada caractere mensurado foi realizada análise descritiva, calculado o valor-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Para cada tamanho de amostra planejado, em cada caractere, foram realizadas 10.000 simulações, por meio de reamostragem, com reposição. Para cada amostra simulada, foram estimadas a média e a mediana e determinado o tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média e da mediana de cada caractere para diferentes precisões. Para essa determinação, partiu-se do tamanho inicial (duas plantas) e considerou-se como tamanho de amostra o número de plantas a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% foi menor ou igual a 15% (maior precisão); 16%; 17%; ...; 25% (menor precisão) da estimativa da média e da mediana, respectivamente. Essas precisões experimentais foram consideradas como adequadas para estimação da média e da mediana. As análises estatísticas foram realizadas no programa R [6] e no do aplicativo Office Excel[®].

3 Resultados e Discussão

As plantas de tremoço branco apresentaram, em média, 105,96 cm de altura e 11,45 mm de diâmetro do colmo (Tabela 1). A massa verde de vagens (147,93 g planta⁻¹) correspondeu a 43,87% da massa verde da parte aérea (337,23 g planta⁻¹) e 29,50% foi a proporção de massa seca de vagens (16,09 g planta⁻¹) em relação à massa seca da parte aérea (54,55 g planta⁻¹). Essa menor contribuição das vagens na massa seca da parte aérea, em relação à massa verde, se deve à condição de imaturidade das vagens no momento da avaliação.

Os sete caracteres produtivos, apresentaram média maior que a mediana, curtose e assimetria maior que zero e valor-p do teste de Kolmogorov-Smirnov baixo (valor-p \leq 0,0337), o que revela que esses caracteres não se ajustam à distribuição normal, e, por isso a mediana é mais confiável que a média como medida de posição (Tabela 1).

Com base na amplitude, na variância, no desvio-padrão, no erro-padrão e no coeficiente de variação, constatou-se maior variabilidade dos caracteres produtivos em relação aos caracteres morfológicos (Tabela 1). Os caracteres produtivos de tremço branco apresentaram maiores coeficientes de variação ($47,58\% \leq CV \leq 57,58\%$) em relação aos caracteres morfológicos altura de planta e diâmetro de colmo (12,54% e 22,55%, respectivamente) (Tabela 1). Logo, com base nessas medidas de variabilidade, para um mesmo nível de precisão, pode-se prever um maior tamanho de amostra necessário para mensurar os caracteres produtivos em relação aos caracteres morfológicos. Resultados semelhantes foram encontrados na cultura de crambe [4].

Tabela 1. Mínimo, mediana, 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⁽¹⁾ morfológicos e produtivos mensurados em 400 plantas de tremço branco (*Lupinus albus* L.).

Estatística	ALT (cm)	DIAM (mm)	NV (Un.)	MVV (g planta ⁻¹)	MVPASV (g planta ⁻¹)	MVPA (g planta ⁻¹)	MSV (g planta ⁻¹)	MSPASV (g planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)
Mínimo	64,00	5,00	3,00	6,37	19,84	26,20	0,86	3,90	4,75
Mediana	106,00	11,00	25,00	133,85	174,29	309,49	14,76	36,05	51,12
Máximo	140,00	19,00	79,00	555,64	623,67	1.086,96	56,54	135,34	185,95
Amplitude	76,00	14,00	76,00	549,28	603,83	1.060,76	55,69	131,44	181,20
Média	105,96	11,45	26,14	147,93	189,31	337,23	16,09	38,46	54,55
Variância	176,65	6,66	154,64	6.535,65	9.267,45	29.367,89	85,77	404,15	799,16
Desvio padrão	13,29	2,58	12,44	80,84	96,27	171,37	9,26	20,10	28,27
Erro padrão	0,66	0,13	0,62	4,04	4,81	8,57	0,46	1,01	1,41
CV (%)	12,54	22,55	47,58	54,65	50,85	50,82	57,58	52,27	51,83
Assimetria ⁽²⁾	-0,30 *	0,17 ns	1,15 *	1,27 *	1,06 *	1,13 *	1,19 *	1,09 *	1,08 *
Curtose ⁽³⁾	0,00 ns	-0,15 ns	2,34 *	2,82 *	1,70 *	2,10 *	2,10 *	2,09 *	1,97 *
Valor-p	0,2297	0,0009	0,0033	0,0018	0,0120	0,0161	0,0003	0,0296	0,0337

⁽¹⁾ Caracteres morfológicos: ALT - altura de planta; DIAM - diâmetro do colmo. Caracteres produtivos: NV - número de vagens; MVV - massa verde de vagens; MVPASV - massa verde da parte aérea sem vagens; MVPA - massa verde da parte aérea; MSV - massa seca de vagens; MSPASV - massa seca da parte aérea sem vagens; MSPA - massa seca da parte aérea. ⁽²⁾ * Assimetria difere de zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo. ⁽³⁾ * Curtose difere zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo.

* Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t, com 398 graus de liberdade.

De maneira geral, para estimar a média e a mediana com uma mesma precisão, o tamanho de amostra (número de plantas) dos caracteres produtivos deve ser maior do que o tamanho dos morfológicos (Tabela 2). Além disso, com exceção do caractere número de

vagens, para um mesmo nível de precisão, são necessárias maiores amostras para estimar a mediana dos caracteres em relação às amostras para estimar a média.

Os tamanhos de amostra (número de plantas) para a estimação da média de caracteres de tremçoço branco, com amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 15% da estimativa da média (maior precisão), variaram entre 12 e 221 plantas, para os caracteres altura de planta e massa seca de vagens, respectivamente (Tabela 2). Para essa mesma precisão, o número de plantas para a estimação da mediana oscilou entre 19 e 387, respectivamente, para os caracteres altura de planta e massa seca da parte aérea sem vagens. Ao considerar a amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 25% da estimativa da média (menor precisão), os tamanhos de amostra variaram entre cinco e 81 plantas e entre sete e 133 plantas, respectivamente, para a estimação da média e da mediana (Tabela 2).

Tabela 2. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média e da mediana de caracteres⁽¹⁾ morfológicos e produtivos de tremçoço branco (*Lupinus albus* L.) para as amplitudes do intervalo de confiança de 95% iguais a 15%; 16%; 17%; ...; 25% da estimativa da média e da mediana, respectivamente.

Amplitude	ALT (cm)	DIAM (mm)	NV (Un.)	MVV (g planta ⁻¹)	MVPASV (g planta ⁻¹)	MVPA (g planta ⁻¹)	MSV (g planta ⁻¹)	MSPASV (g planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)
Número de plantas para a estimação da média									
15%	12	38	153	200	173	175	221	184	182
16%	11	32	135	181	155	153	201	164	160
17%	10	29	122	158	137	136	176	140	142
18%	9	26	108	142	123	123	155	127	128
19%	8	24	94	130	110	112	141	116	112
20%	7	22	87	115	101	102	127	104	103
21%	7	19	80	105	88	92	117	96	92
22%	6	17	72	94	84	81	106	88	84
23%	6	16	67	87	76	74	95	80	79
24%	6	15	60	80	71	69	90	74	71
25%	5	14	55	75	65	66	81	71	68
Número de plantas para a estimação da mediana									
15%	19	47	126	206	271	342	274	387	260
16%	17	47	123	191	235	311	274	327	260
17%	14	47	123	179	212	277	264	285	236
18%	12	47	109	156	197	239	214	210	225
19%	11	34	109	139	183	202	190	198	210
20%	11	34	76	118	168	189	177	187	192
21%	9	34	76	118	146	164	155	167	177
22%	9	34	73	115	123	146	138	153	171
23%	8	25	73	111	106	135	127	140	153
24%	7	25	62	107	103	121	110	132	144
25%	7	25	62	96	96	104	110	129	133

⁽¹⁾ Caracteres morfológicos: ALT - altura de planta; DIAM - diâmetro do colmo. Caracteres produtivos: NV - número de vagens; MVV - massa verde de vagens; MVPASV - massa verde da parte aérea sem vagens; MVPA - massa verde da parte aérea; MSV - massa seca de vagens; MSPASV - massa seca da parte aérea sem vagens; MSPA - massa seca da parte aérea.

4 Conclusão

Para a estimação da média de caracteres produtivos e morfológicos de tremoço branco, com amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 25% da estimativa da média são necessárias 81 plantas. Para estimação da mediana, com essa mesma precisão, 133 plantas são suficientes.

5 Referências

- [1] BARRADAS, C. A. A.; FREIRE, L. R.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H. Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1461-1468, 2001.
- [2] CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; JOST, E.; POERSCH, N. L. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 635-642, 2008.
- [3] CARGNELUTTI FILHO, A.; EVANGELISTA, D. H. R.; GONÇALVES, E. C. P.; STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 983-991, 2009.
- [4] CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G.; HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J. Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2262-2267, 2010.
- [5] LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.
- [6] R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.
- [7] STORCK, L.; LOPES, S. J.; CARGNELUTTI FILHO, A.; MARTINI, L. F. D.; CARVALHO, M. P. de. Sample size for single, double and triple hybrid corn ear traits. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 1, p. 30-35, 2007.