

## Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro

### Sample size to estimate the average of morphological and productive traits of turnip

Alberto Cargnelutti Filho<sup>I\*</sup> Giovani Facco<sup>II</sup> Alessandro Dal'Col Lúcio<sup>I</sup> Marcos Toebe<sup>II</sup>  
Cláudia Burin<sup>II</sup> André Luis Fick<sup>III</sup> Ismael Mario Márcio Neu<sup>IV</sup>

#### - NOTA -

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Em um experimento a campo, foram selecionadas, aleatoriamente, 300 plantas e mensurados os caracteres morfológicos (estatura de planta e número de folhas aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura) e os produtivos (massas verde e seca, de raízes, de caule, de folhas e total aos 91 dias após a semeadura). Foram calculadas medidas de tendência central e de variabilidade, verificada a normalidade e calculado o tamanho de amostra. Para estimar a média, com mesma precisão, o tamanho de amostra dos caracteres produtivos é maior que dos morfológicos. Para os caracteres morfológicos e produtivos estudados, 231 plantas são suficientes para um erro de estimação máximo de 10% da média estimada, com grau de confiança de 95%.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* L., planejamento experimental, amostragem.

#### ABSTRACT

The aim of this research was to determine the sample size to estimate the average of morphological and productive traits of turnip (*Raphanus sativus* L.). In a experiment, 300 plants were randomly selected and measured for morphological traits (plant height and number of leaf at 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 and 91 days after sowing) and productive (fresh and dry matter of roots, stem, leaf and total of 91 days after sowing). Measures of central tendency and variability were calculated, normality was checked and the sample size was calculated. The sample size of productive traits is greater than morphological to estimate average and it has the same precision. For the morphological and productive traits

studied 231 plants are enough to predict the average, with an estimation error maximum of 10% of estimated average, with a degree confidence of 95%.

**Key words:** *Raphanus sativus* L., experimental planning, sampling.

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) é uma planta anual, pertencente à família Brassicacea, herbácea, ereta e ramificada, podendo atingir até 180 cm de altura (DERPSCH & CALEGARI, 1992). É cultivado em sistemas de rotação de culturas, devido ao rápido crescimento e cobertura do solo. No florescimento, apresenta produção média de massa seca da parte aérea de 2.938kg ha<sup>-1</sup> (CRUSCIOL et al., 2005), 3.000kg ha<sup>-1</sup> (DERPSCH & CALEGARI, 1992) e 5.480,5kg ha<sup>-1</sup> (LIMA et al., 2007).

Na condução de experimentos agrícolas, fatores como o tempo, a mão-de-obra e os recursos financeiros, se limitantes, dificultam a mensuração de muitos caracteres em muitas plantas. Assim, a mensuração desses caracteres por meio de uma amostra é um procedimento utilizado nesses experimentos. É comum, entre os pesquisadores, o questionamento sobre o tamanho de amostra adequado para que a amostra seja representativa da população de plantas. O tamanho de amostra é diretamente proporcional à variabilidade dos dados e ao grau de confiança desejado na estimativa e inversamente proporcional

<sup>I</sup>Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com. \* Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup>Curso de Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>IV</sup>Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

ao erro de estimação permitido, fixado *a priori* pelo pesquisador (BUSSAB & MORETTIN, 2004).

Estudos sobre o dimensionamento do tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de nabo forrageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011) e do tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de crambe (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010) têm sido realizados e mostraram resultados importantes para o planejamento experimental dessas culturas. No entanto, estudos sobre o dimensionamento do tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de nabo forrageiro não foram encontrados na literatura. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro.

Foi conduzido um experimento com nabo forrageiro em uma área experimental de 15m×15m (225m<sup>2</sup>). A área experimental foi composta de 75 fileiras de 15m de comprimento, espaçadas de 0,20m. A semeadura foi realizada em 10/06/2010 e a densidade foi ajustada para 15 plantas por metro linear. A adubação de base foi de 30kg ha<sup>-1</sup> de N, 150kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Aos 28 dias após a emergência, foram aplicados 100kg de N ha<sup>-1</sup>. Foram selecionadas, aleatoriamente, 300 plantas e mensurados 16 caracteres morfológicos (estatura de planta, em cm, e número de folhas aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura) e oito produtivos (massas verde e seca, em gramas planta<sup>-1</sup>, de raízes, de caule, de folhas e total aos 91 dias após a semeadura, ou seja, no florescimento).

Para cada um dos 24 caracteres, foram calculadas as estatísticas: mínimo, máximo, média, mediana, variância, desvio padrão, erro padrão da média e coeficiente de variação. A seguir, foi verificada a normalidade dos dados, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para cada caractere, tomando-se por base as 300 plantas, foi calculado o tamanho de amostra ( $\eta$ ) para as semiamplitudes do intervalo de confiança (erro de estimação) iguais a 2, 4, 6, ..., 20% da estimativa da média, com grau de confiança (1- $\alpha$ ) de 95%, por meio da expressão

$$\eta = \frac{t_{\alpha/2}^2 s^2}{(\text{erro de estimação})^2} \quad (\text{BUSSAB \& MORETTIN, 2004}),$$

na qual  $t_{\alpha/2}$  é o valor crítico da distribuição *t* de Student, cuja área à direita é igual a  $\alpha/2$ , isto é, o valor de  $t$  tal que  $P(t > t_{\alpha/2}) = \alpha/2$ , com (n-1) graus de liberdade, com  $\alpha=5\%$  de probabilidade de erro, e  $s^2$  é a estimativa de variância. A seguir, fixou-se  $\eta$  em 300 plantas e foi calculado o erro de estimação em

percentagem da estimativa da média (m), por meio da

$$\text{expressão, erro de estimação} = 100 \frac{t_{\alpha/2} s}{\sqrt{\eta} m} \quad \text{em que } s \text{ é}$$

a estimativa do desvio padrão.

A média de massa seca da parte aérea (massa seca de caule + folhas) de nabo forrageiro foi 4,11 gramas planta<sup>-1</sup>, equivalente a 3.082,5kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por DERPSCHE & CALEGARI (1992), CRUSCIOL et al. (2005) e LIMA et al. (2007), o que revela desenvolvimento adequado das plantas desse experimento.

Os baixos valores-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ( $P \leq 0,021$ ), em relação aos caracteres morfológicos e produtivos das 300 plantas, com exceção da estatura de planta avaliada aos 91 dias após a semeadura ( $P=0,226$ ), revelaram não aderência dos dados à distribuição normal (Tabela 1). Embora a população básica seja não normal, conforme o teorema limite central, a distribuição da média amostral será aproximadamente normal para amostras superiores a 30 observações (BUSSAB & MORETTIN, 2004). Então, diante dessas considerações, pode-se inferir que esses dados são adequados ao estudo do dimensionamento de amostra, com base na distribuição *t* de Student. O tamanho de amostra, nesse caso, também poderia ser estimado, com base na distribuição normal. No entanto, por gerar resultados similares aos obtidos com base na distribuição normal e o estudo ser com base em amostragem (300 plantas), a opção foi dimensionar a partir da distribuição *t* de Student.

A magnitude do coeficiente de variação (CV) oscilou entre 14,95% para o número de folhas aos 70 dias após a semeadura (NF70) e 77,07% para a massa verde de raízes aos 91 dias após a semeadura (MVR) e a média dos 24 caracteres foi 44,46% (Tabela 1). De maneira geral, o CV dos caracteres produtivos (média dos oito caracteres = 68,96%) foi, aproximadamente, 2,1 vezes maior que o CV dos caracteres morfológicos (média dos 16 caracteres = 32,20%). A maior variabilidade dos caracteres produtivos em relação aos morfológicos, pode, provavelmente, ser devida à maior interferência do ambiente sobre os caracteres produtivos avaliados somente no final do experimento (neste estudo, aos 91 dias após a semeadura). Em caracteres de crambe, CARGNELUTTI FILHO et al. (2010) verificaram relação semelhante a essa, ou seja, o CV dos caracteres produtivos (média de três caracteres = 56,77%) foi, aproximadamente, 2,4 vezes maior que o CV dos caracteres morfológicos (média de três caracteres = 23,78%). Isso sugere que, para a

Tabela 1 - Mínimo (min), máximo (max), média (m), mediana (med), variância ( $s^2$ ), desvio padrão (s), erro padrão da média (ep), coeficiente de variação (CV) e valor-p do teste de Kolmogorov-Smirnov de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) avaliados em 300 plantas.

Caractere <sup>(1)</sup>	min	max	m	med	$s^2$	s	ep	CV (%)	valor-p
----- Caracteres morfológicos -----									
EP21	1,10	3,30	1,82	1,70	0,18	0,42	0,02	23,35	0,001
EP35	1,10	3,30	1,87	1,80	0,19	0,43	0,03	23,20	0,000
EP48	1,10	7,00	2,22	2,00	0,77	0,88	0,05	39,36	0,000
EP55	1,10	13,40	3,15	2,50	3,84	1,96	0,11	62,19	0,000
EP62	1,20	29,20	6,80	5,00	25,72	5,07	0,29	74,61	0,000
EP70	1,80	53,50	21,08	18,95	143,20	11,97	0,69	56,77	0,019
EP77	9,00	89,00	54,98	57,50	268,43	16,38	0,95	29,80	0,021
EP91	29,00	132,20	86,40	88,15	256,43	16,01	0,92	18,53	0,226
NF21	0,00	2,00	1,43	2,00	0,51	0,71	0,04	49,78	0,000
NF35	1,00	5,00	3,38	3,00	0,68	0,83	0,05	24,49	0,000
NF48	2,00	8,00	4,75	5,00	0,80	0,89	0,05	18,83	0,000
NF55	3,00	9,00	5,56	5,00	0,85	0,92	0,05	16,56	0,000
NF62	4,00	11,00	6,15	6,00	1,17	1,08	0,06	17,59	0,000
NF70	4,00	10,00	6,89	7,00	1,06	1,03	0,06	14,95	0,000
NF77	4,00	11,00	6,64	7,00	1,52	1,23	0,07	18,58	0,000
NF91	2,00	14,00	7,30	7,00	3,78	1,94	0,11	26,64	0,000
----- Caracteres produtivos -----									
MVR	0,41	18,83	4,19	3,19	10,45	3,23	0,19	77,07	0,000
MVC	3,10	126,66	38,80	34,13	587,30	24,23	1,40	62,47	0,013
MVF	0,46	51,16	13,26	10,96	84,53	9,19	0,53	69,33	0,002
MVT	4,54	180,57	56,25	50,21	1236,45	35,16	2,03	62,51	0,004
MSR	0,07	2,17	0,55	0,45	0,14	0,38	0,02	69,18	0,000
MSC	0,19	13,71	3,70	2,99	6,46	2,54	0,15	68,59	0,000
MSF	0,03	5,19	1,46	1,12	1,18	1,09	0,06	74,76	0,000
MST	0,38	20,64	5,71	4,63	14,97	3,87	0,22	67,79	0,000

<sup>(1)</sup> EP21, EP35, EP48, EP55, EP62, EP70, EP77 e EP91: estatura de planta, em cm, aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura, respectivamente; NF21, NF35, NF48, NF55, NF62, NF70, NF77 e NF91: número de folhas aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura, respectivamente; MVR, MVC, MVF e MVT: massa verde, em g, de raízes, caule, folhas e total, respectivamente, aos 91 dias após a semeadura; MSR, MSC, MSF e MST: massa seca, em g, de raízes, de caule, de folhas e total, respectivamente, aos 91 dias após a semeadura.

obtenção da estimativa da média, com determinada precisão, o tamanho de amostra de caracteres produtivos é maior em relação aos morfológicos. Embora o experimento não tenha sido repetido em mais épocas ou anos, é provável que, pelo número expressivo de plantas avaliadas (300), a variabilidade tenha sido contemplada adequadamente. Além disso, possíveis *outliers* não foram eliminados, pois a variabilidade existente é importante e confere adequabilidade ao estudo do dimensionamento de amostra de cada caractere. A retirada de *outliers* poderia subestimar o tamanho de amostra.

O tamanho de amostra, para a estimação da média de cada caractere, com semiamplitude do intervalo de confiança igual a 2% da estimativa da média (m) e grau de confiança de 95%, oscilou entre 217 plantas para o número de folhas aos 70 dias após a semeadura (NF70) e 5.751 plantas para a massa

verde de raízes aos 91 dias após a semeadura (MVR). Esses resultados confirmam a variabilidade existente entre os caracteres, assim como verificado em crambe (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010).

Para alguns caracteres de nabo forrageiro, aqueles com menor variabilidade, é possível estimar a média com erro de estimação de 2%. Por outro lado, para os caracteres com maior variabilidade é difícil obter estimativas da média com essa mesma precisão, em função do elevado número de plantas a serem mensuradas. Nesse caso, a opção por menores tamanhos de amostra proporcionariam maiores erros de estimação (menor precisão). Assim, menores tamanhos de amostra foram estimados com base em semiamplitudes do intervalo de confiança iguais a 4, 6, ..., 20% da média (Tabela 2). Na cultura de nabo forrageiro, essas combinações de erro de estimação e tamanho de amostra, juntamente com o tamanho

Tabela 2 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), para as semiampplitudes do intervalo com 95% de confiança, iguais a 2, 4, 6, ..., 20% da média e semiampplitude do intervalo de confiança em percentagem da estimativa da média do caractere (Erro %), com base em 300 plantas.

Caractere <sup>(1)</sup>	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%	Erro%
----- Caracteres morfológicos -----											
EP21	528	132	59	33	22	15	11	9	7	6	2,65
EP35	522	131	58	33	21	15	11	9	7	6	2,64
EP48	1.501	376	167	94	61	42	31	24	19	16	4,47
EP55	3.745	937	417	235	150	105	77	59	47	38	7,07
EP62	5.390	1.348	599	337	216	150	110	85	67	54	8,48
EP70	3.121	781	347	196	125	87	64	49	39	32	6,45
EP77	860	215	96	54	35	24	18	14	11	9	3,39
EP91	333	84	37	21	14	10	7	6	5	4	2,11
NF21	2.400	600	267	150	96	67	49	38	30	24	5,66
NF35	581	146	65	37	24	17	12	10	8	6	2,78
NF48	344	86	39	22	14	10	8	6	5	4	2,14
NF55	266	67	30	17	11	8	6	5	4	3	1,88
NF62	300	75	34	19	12	9	7	5	4	3	2,00
NF70	217	55	25	14	9	7	5	4	3	3	1,70
NF77	335	84	38	21	14	10	7	6	5	4	2,11
NF91	688	172	77	43	28	20	15	11	9	7	3,03
----- Caracteres produtivos -----											
MVR	5.751	1.438	639	360	231	160	118	90	71	58	8,76
MVC	3.779	945	420	237	152	105	78	60	47	38	7,10
MVF	4.655	1.164	518	291	187	130	95	73	58	47	7,88
MVT	3.784	946	421	237	152	106	78	60	47	38	7,10
MSR	4.634	1.159	515	290	186	129	95	73	58	47	7,86
MSC	4.555	1.139	507	285	183	127	93	72	57	46	7,79
MSF	5.412	1.353	602	339	217	151	111	85	67	55	8,49
MST	4.449	1.113	495	279	178	124	91	70	55	45	7,70

EP21, EP35, EP48, EP55, EP62, EP70, EP77 e EP91: estatura de planta, em cm, aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura, respectivamente; NF21, NF35, NF48, NF55, NF62, NF70, NF77 e NF91: número de folhas aos 21, 35, 48, 55, 62, 70, 77 e 91 dias após a semeadura, respectivamente; MVR, MVC, MVF e MVT: massa verde, em g, de raízes, caule, folhas e total, respectivamente, aos 91 dias após a semeadura; MSR, MSC, MSF e MST: massa seca, em g, de raízes, de caule, de folhas e total, respectivamente, aos 91 dias após a semeadura.

ótimo de parcela (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011), podem ser utilizadas por pesquisadores para o planejamento adequado de seus experimentos.

Caso a opção seja amostrar 300 plantas, o erro de estimação médio seria de  $\pm 3,66$  e  $\pm 7,84\%$  da estimativa da média (m), respectivamente, para os caracteres morfológicos e produtivos (Tabela 2). Portanto, os resultados evidenciam que o tamanho de amostra de caracteres produtivos é maior que o de morfológicos, com exceção das estaturas de planta aos 55 e 62 dias após a semeadura, que foram similares aos caracteres produtivos. Em crambe, CARGNELUTTI FILHO et al. (2010) também concluíram que o tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres produtivos é superior aos morfológicos. Na prática, para a estimação da média

dos caracteres morfológicos e produtivos, 231 plantas são suficientes, para um erro de estimação máximo de 10% da média, com grau de confiança de 95%.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsa aos autores. À FAPERGS pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. *Estatística básica*. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 526p.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanhos de parcela e de ensaio de uniformidade em nabo forrageiro. *Ciência Rural*, v.41,

p.1-9, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a9911cr5182.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782011005000119.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe. **Ciência Rural**, v.40, p.2262-2267, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n11/a774cr3308.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782010001100003.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa**

**Agropecuária Brasileira**, v.40, p.161-168, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n2/23823.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2005000200009.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).

LIMA, J.D. et al. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.60-63, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/download/1871/1778>>. Acesso em: 07 dez. 2011.