

Dimensionamento amostral para avaliar caracteres morfológicos e produtivos de aveia preta em épocas de avaliação

Sample size to evaluate morphological and productive characters in black oat in evaluation times

Alberto Cargnelutti Filho^I Marcos Toebe^{II} Bruna Mendonça Alves^{II} Cláudia Burin^{II}
Gustavo Oliveira dos Santos^{II} Giovani Facco^{II} Ismael Mario Márcio Neu^{III}

- NOTA -

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e verificar a variabilidade do tamanho de amostra entre caracteres e entre épocas de avaliação. Num experimento a campo, em dez épocas de avaliação (22, 28, 34, 42, 48, 55, 76, 83, 90 e 105 dias após a semeadura), foram selecionadas, aleatoriamente, 52 plantas, totalizando 520 plantas. Em cada planta, foram mensurados os caracteres morfológicos (altura de planta, números de folhas e de perfilhos) e os produtivos (massas verde e seca). Foram calculadas medidas de tendência central e de variabilidade, verificada a normalidade e calculado o tamanho de amostra. Na cultura de aveia preta, há variabilidade do tamanho de amostra entre caracteres e entre épocas de avaliação. Para estimar a média com mesma precisão, o tamanho de amostra dos caracteres produtivos é maior que o dos morfológicos. O tamanho de amostra na fase intermediária de desenvolvimento da cultura é maior que nas fases inicial (primeiras épocas de avaliação) e final (últimas épocas de avaliação). Para a estimação da média dos caracteres morfológicos e produtivos, para um erro de estimação máximo de 20% da média, com grau de confiança de 95%, 47 plantas são suficientes.

Palavras-chave: *Avena strigosa* Schreb, planejamento experimental, amostragem.

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine the sample size (number of plants) to estimate the average of the morphological and productive characters of black oat (*Avena strigosa* Schreb) and check the variability of the sample size among characters and evaluation times. A field experiment was conducted and in ten evaluation times (22, 28, 34, 42, 48, 55, 76, 83, 90 and

105 days after sowing) were randomly selected 52 plants, totaling 520 plants. In each plant, were measured morphological (plant height, number of leaves and number of tillers) and productive characters (fresh and dry matters). Measures of central tendency and variability were calculated, normality was checked and the sample size was calculated. In the culture of black oat, there is variability in the sample size among characters and evaluation times. To estimate average with the same precision, the sample size of productive characters is greater than morphological. The sample size at the intermediate stage of crop development is greater than the final (last evaluation times) and initial stages (first evaluation times). For the morphological and productive characters, 47 plants are enough to predict the average, with an estimation error maximum of 20% of estimated average, with a degree confidence of 95%.

Key words: *Avena strigosa* Schreb, experimental design, sampling.

Em experimentos com culturas agrícolas, como aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), ao avaliar um caractere em uma época, é comum constatar variabilidade entre as plantas, mesmo naquelas submetidas ao mesmo tratamento. O correto dimensionamento amostral é fundamental para a obtenção de informações fidedignas do caractere em avaliação. Estudos indicam variabilidade do tamanho de amostra entre caracteres e também para o mesmo caractere, entre as épocas de avaliação. Na cultura de crame, CARGNELUTTI FILHO et al. (2010) verificaram que o tamanho de amostra para a estimação da média dos caracteres produtivos é maior que o dos morfológicos. Ainda em crame, para a

^IDepartamento 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.

^{II}Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

estimação da média do índice SPAD, CARGNELUTTI FILHO et al. (2013) constataram variabilidade do tamanho de amostra entre as épocas de avaliação.

Não foram encontrados estudos sobre o dimensionamento amostral em aveia preta e supõe-se que variabilidades distintas podem ocorrer entre os caracteres na mesma época de avaliação e entre as épocas de avaliação no mesmo caractere. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de aveia preta e verificar a variabilidade do tamanho de amostra entre caracteres e entre épocas de avaliação.

Foi conduzido um experimento com a cultura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb, cv. comum), numa área experimental de 60m×60m, localizada a 29°42'S, 53°49'W e a 95m de altitude. A semeadura de aveia preta foi realizada a lanço em 14 de junho de 2012, na densidade de 100kg ha⁻¹, e os tratos culturais foram os mesmos na área experimental. Foram selecionadas, aleatoriamente, 52 plantas em cada uma das dez épocas de avaliação (22, 28, 34, 42, 48, 55, 76, 83, 90 e 105 dias após a semeadura - DAS), totalizando 520 plantas. As plantas foram cortadas, junto à superfície do solo e, após, em cada planta, foram mensurados os caracteres morfológicos: altura de planta (AP), em cm; números de folhas no momento da avaliação (NF) e de perfilhos (NP) por planta e os produtivos: massas verde (MV) e seca (MS), em gramas planta⁻¹. Para cada caractere e época de avaliação, com os dados de 52 plantas, foram calculadas as estatísticas: mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão e coeficientes de variação e assimetria e verificada a normalidade pelo teste *Kolmogorov-Smirnov*.

Para cada caractere e época de avaliação, foi calculado o tamanho de amostra (n) para as semi-amplitudes do intervalo de confiança (erro de estimação), fixadas em 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 15% e 20% da média (m), ou seja, 0,02×m (maior precisão), 0,04×m, 0,06×m, 0,08×m, 0,10×m, 0,15×m e 0,20×m (menor precisão), com grau de confiança (1- α) de 95%, por meio da expressão $n = [(t_{\alpha/2} \cdot s) / (\text{erro de estimação})]^2$ (BUSSAB & MORETTIN, 2011), na qual $t_{\alpha/2}$ é o valor crítico da distribuição t de *Student*, tal que $P(t > t_{\alpha/2}) = \alpha/2$, com $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e (n-1) graus de liberdade, e s é a estimativa do desvio-padrão. O tamanho de amostra foi calculado iterativamente até a sua convergência. As análises estatísticas foram realizadas com os aplicativos GENES (CRUZ, 2013) e Microsoft Office Excel®.

A média dos caracteres AP, NF, NP, MV e MS de aveia preta teve baixos incrementos dos 22 aos

48 DAS, altos acréscimos de 48 até 83 DAS e, após, apresentou tendência de estabilização até a última época de avaliação (105 DAS), o que sugere um padrão sigmoidal para o crescimento das plantas (Tabela 1). Em valores absolutos, com exceção do NP, os outros caracteres (AP, NF, MV e MS) apresentaram maior média aos 90 DAS em relação às demais épocas de avaliação. Em estudo desenvolvido por ROSSETTO & NAKAGAWA (2001), houve aumento da altura de plantas de aveia preta, nas seis avaliações realizadas entre 21 e 126 dias após emergência (DAE), sendo, no entanto, menos evidente após a emissão das panículas, aos 84 DAE. Nesse estudo, o número de folhas por planta foi inferior e o número de perfilhos por planta foi similar ao verificado por ROSSETTO & NAKAGAWA (2001), que também observaram redução dos valores desses caracteres a partir de 84 DAE, época esta que coincide com a avaliação aos 90 DAS.

Pelo teste *Kolmogorov-Smirnov*, em 40 dos 50 casos (5 caracteres × 10 épocas de avaliação), os dados apresentaram bom ajuste à distribuição normal ($P > 0,10$) (Tabela 1). Nos 50 casos, a mediana foi próxima da média e a assimetria foi próxima de zero ($-0,811 \leq \text{assimetria} \leq 1,144$), o que indica que os dados apresentaram boa aderência à distribuição normal e, portanto, o dimensionamento do tamanho de amostra com base na distribuição t de *Student* é adequado.

O coeficiente de variação (CV) oscilou entre 7,24% (AP aos 90 DAS) e 67,96% (MV aos 42 DAS) (Tabela 1), o que sugere variabilidade do tamanho de amostra entre os caracteres e as épocas de avaliação. Entre as dez épocas de avaliação, os CVs máximos foram 34,96%, 41,37%, 42,54%, 67,96%, 64,25%, respectivamente, para os caracteres AP, NF, NP, MV e MS. Esses resultados sugerem que, para a estimação da média, com mesma precisão, o tamanho de amostra para os caracteres produtivos (MV e MS) é maior que para os caracteres morfológicos (AP, NF e NP). Resultados semelhantes a esses foram obtidos em crumbe, por CARGNELUTTI FILHO et al. (2010). Em aveia preta, ROSSETTO & NAKAGAWA (2001) também constaram resultados semelhantes. Os autores compararam o número de folhas por perfilho entre épocas de avaliação e verificaram CVs entre 4,36 e 35,03%. Também avaliaram o número de sementes por panícula (caractere produtivo) e relataram CV máximo de 50,14%, no perfilho secundário.

Os CVs máximos entre os cinco caracteres, em cada época de avaliação, foram maiores nas épocas intermediárias (42, 48, 55 e 76 DAS; $48,87\% \leq \text{CV máximo} \leq 67,96\%$) quando

Tabela 1 - Mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação (CV), assimetria e valor-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov dos caracteres altura de planta, número de folhas por planta, número de perfilhos por planta, massa verde e massa seca de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em dez épocas de avaliação (22, 28, 34, 42, 48, 55, 76, 83, 90 e 105 dias após a semeadura). Em cada época, foram avaliadas 52 plantas, totalizando 520 plantas.

Estatística	Dias após a semeadura									
	22	28	34	42	48	55	76	83	90	105
-----Altura de planta, em cm-----										
Mínimo	1,200	1,900	1,500	2,100	4,700	7,300	27,300	54,900	76,600	72,100
Máximo	3,800	4,800	6,300	10,800	12,800	26,500	84,900	102,400	101,400	107,000
Média	2,321	3,550	3,731	6,517	8,781	18,163	57,908	84,281	90,377	89,398
Mediana	2,200	3,500	3,850	6,600	9,100	18,000	60,700	84,700	91,500	88,400
Desvio-padrão	0,607	0,774	1,156	2,279	2,104	5,201	15,280	8,889	6,543	8,326
CV (%)	26,162	21,795	30,985	34,968	23,966	28,636	26,388	10,547	7,240	9,313
Assimetria	0,403	-0,239	0,021	0,033	-0,071	-0,153	-0,389	-0,811	-0,491	0,120
Valor-p	0,555	0,738	0,995	0,937	0,567	0,824	0,730	0,720	0,412	0,750
-----Número de folhas por planta-----										
Mínimo	2,000	3,000	2,000	3,000	3,000	7,000	10,000	6,000	11,000	12,000
Máximo	6,000	9,000	8,000	15,000	22,000	31,000	45,000	51,000	57,000	52,000
Média	3,538	5,731	5,385	8,808	9,942	16,538	24,942	28,231	29,308	28,385
Mediana	3,000	6,000	5,000	8,000	9,000	16,000	24,000	29,500	28,000	26,500
Desvio-padrão	0,999	1,359	1,316	3,302	4,113	5,624	9,405	9,741	10,835	9,959
CV (%)	28,240	23,719	24,438	37,490	41,370	34,004	37,706	34,505	36,969	35,086
Assimetria	0,932	0,123	-0,169	0,220	0,952	0,619	0,300	0,042	0,688	0,684
Valor-p	0,000	0,182	0,008	0,488	0,108	0,497	0,795	0,950	0,358	0,520
-----Número de perfilhos por planta-----										
Mínimo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	1,000	2,000	2,000
Máximo	3,000	5,000	4,000	6,000	7,000	8,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Média	1,423	2,423	2,327	3,231	3,135	4,519	5,327	5,788	5,212	4,769
Mediana	1,000	3,000	2,000	3,000	3,000	4,000	5,000	6,000	5,000	4,000
Desvio-padrão	0,605	0,848	0,734	1,337	1,221	1,553	2,158	1,993	1,730	1,745
CV (%)	42,542	35,005	31,524	41,398	38,958	34,361	40,506	34,439	33,199	36,581
Assimetria	1,134	0,050	0,014	0,377	1,144	0,763	0,252	-0,005	0,676	1,037
Valor-p	0,000	0,001	0,001	0,119	0,006	0,022	0,494	0,412	0,031	0,021
-----Massa verde, em gramas planta ⁻¹ -----										
Mínimo	0,070	0,124	0,150	0,257	0,394	1,528	4,533	4,003	6,553	4,993
Máximo	0,395	0,852	0,839	4,131	4,821	11,831	33,108	33,079	30,368	28,747
Média	0,226	0,511	0,462	1,503	2,059	5,893	14,983	16,492	18,710	15,187
Mediana	0,222	0,495	0,467	1,313	1,568	5,639	12,604	16,711	19,829	14,413
Desvio-padrão	0,084	0,166	0,165	1,022	1,315	2,880	7,472	6,750	6,077	6,171
CV (%)	37,209	32,444	35,675	67,965	63,842	48,872	49,869	40,932	32,480	40,632
Assimetria	0,101	0,137	0,232	1,068	0,609	0,524	0,833	0,227	-0,221	0,286
Valor-p	0,979	0,874	0,831	0,148	0,130	0,313	0,255	0,996	0,688	0,795
-----Massa seca, em gramas planta ⁻¹ -----										
Mínimo	0,008	0,015	0,024	0,037	0,054	0,192	0,662	0,944	1,283	1,140
Máximo	0,043	0,115	0,124	0,580	0,628	1,319	5,140	6,191	5,945	6,126
Média	0,026	0,069	0,072	0,225	0,297	0,692	2,287	3,096	3,880	3,513
Mediana	0,027	0,069	0,073	0,209	0,237	0,687	2,076	3,226	4,108	3,534
Desvio-padrão	0,010	0,022	0,024	0,145	0,177	0,313	1,095	1,242	1,226	1,382
CV (%)	38,782	31,963	33,665	64,257	59,659	45,194	47,891	40,098	31,582	39,339
Assimetria	-0,141	0,020	0,117	0,825	0,436	0,306	0,679	0,409	-0,322	0,223
Valor-p	0,011	0,591	0,543	0,557	0,103	0,864	0,365	0,829	0,686	0,924

comparados aos CVs das épocas iniciais (22, 28 e 34 DAS; $35,00\% \leq CV_{\text{máximo}} \leq 42,54\%$) e finais (83, 90 e 105 DAS; $36,96\% \leq CV_{\text{máximo}} \leq 40,93\%$). Essa diferenciação dos CVs entre as épocas foi mais pronunciada nos caracteres produtivos (MV e MS) em relação aos caracteres morfológicos (AP, NF e NP). Portanto, é esperado que, para a estimação da média, com mesma precisão, o tamanho de amostra para a estimação dos caracteres de aveia preta seja maior nas épocas intermediárias em relação às iniciais e finais. Nas épocas intermediárias, ocorreram maiores acréscimos nas médias de AP, NF, NP, MV e MS (maior crescimento das plantas) e, de maneira

geral, as maiores variações e, portanto, devem ser mensuradas mais plantas.

O tamanho de amostra, para a estimação da média dos cinco caracteres nas dez épocas de avaliação, com erro de estimação igual a 2% da estimativa da média (m) e grau de confiança de 95%, oscilou entre 53 plantas para AP, aos 90 DAS e 4.655 plantas para a MV aos 42 DAS (Tabela 2). Esses resultados confirmam que há variabilidade do tamanho de amostra entre os caracteres e épocas, assim como verificado em crambe (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010; CARGNELUTTI FILHO et al., 2013). A estimação da média desses cinco caracteres nessas dez

Tabela 2 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média dos caracteres altura de planta, número de folhas por planta, número de perfilhos por planta, massa verde e massa seca de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), para os erros de estimação iguais a 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 15% e 20% da média (m), em dez épocas de avaliação (22, 28, 34, 42, 48, 55, 76, 83, 90 e 105 dias após a semeadura).

Erro de estimação	-----Dias após a semeadura-----									
	22	28	34	42	48	55	76	83	90	105
-----Altura de planta, em cm-----										
2%	660	459	925	1.177	555	790	672	110	53	86
4%	167	117	233	296	141	200	170	30	15	24
6%	76	54	105	133	64	90	77	15	8	12
8%	44	31	61	76	37	52	45	9	5	8
10%	29	21	40	50	25	34	30	7	3	6
15%	14	11	19	24	13	17	15	2	1	2
20%	9	7	12	15	8	11	9	2	1	1
-----Número de folhas por planta-----										
2%	769	543	576	1.353	1.647	1.113	1.368	1.146	1.315	1.185
4%	194	138	146	340	414	281	344	289	331	298
6%	88	63	67	153	186	126	155	130	149	134
8%	51	37	39	87	106	72	88	74	85	77
10%	34	24	26	57	69	47	58	49	55	50
15%	16	12	13	27	32	23	27	23	26	24
20%	10	8	8	16	19	14	16	14	16	15
-----Número de perfilhos por planta-----										
2%	1.741	1.180	957	1.649	1.461	1.137	1.579	1.142	1.061	1.288
4%	437	297	242	414	367	286	397	288	268	324
6%	196	134	109	186	165	129	178	129	121	146
8%	112	76	63	106	94	74	101	74	69	83
10%	72	50	41	69	61	48	66	48	45	54
15%	34	24	20	32	29	23	31	23	22	26
20%	20	15	12	19	17	14	19	14	13	16
-----Massa verde, em gramas planta ⁻¹ -----										
2%	1.333	1.014	1.225	4.439	3.917	2.297	2.391	1.612	1.016	1.588
4%	335	256	308	1.112	981	576	600	405	256	399
6%	151	115	139	496	438	258	268	182	116	179
8%	86	66	79	280	248	146	152	103	66	102
10%	56	43	52	180	159	95	98	67	43	66
15%	26	21	25	82	73	44	45	31	21	31
20%	16	13	15	47	42	26	27	19	13	19
-----Massa seca, em gramas por planta-----										
2%	1.447	984	1.091	3.968	3.421	1.964	2.206	1.547	961	1.489
4%	364	248	275	994	857	493	554	389	242	374
6%	163	112	124	444	383	221	248	174	109	168
8%	93	64	71	251	217	126	141	99	63	96
10%	61	42	46	162	140	81	91	65	41	62
15%	29	20	22	73	64	38	42	30	20	29
20%	17	13	14	43	37	22	25	18	12	18

épocas de avaliação, com erro de estimação de 2%, ou seja, com maior precisão, é impraticável em função do elevado número de plantas a serem mensuradas. A opção por menores tamanhos de amostra poderia ser utilizada no planejamento amostral, mas proporcionaria maiores erros de estimação, ou seja, teria menor precisão. Esses menores tamanhos de amostra foram estimados com base em erros de estimação iguais a 4%, 6%, 8%, 10%, 15% e 20% da média. Portanto, para avaliar esses caracteres de aveia preta nessas épocas, essas combinações de erro de estimação (precisão) e tamanho de amostra podem ser utilizadas por pesquisadores para o planejamento de seus experimentos, de acordo com a precisão desejada. De maneira geral, para mesma precisão, o tamanho de amostra de caracteres produtivos (MV e MS) é maior que o de morfológicos (AP, NF e NP) (Tabela 2). Na cultura de crambe, CARGNELUTTI FILHO et al. (2010) também concluíram que, para estimar a média com mesma precisão, o tamanho de amostra dos caracteres produtivos é maior que o dos morfológicos. Os tamanhos de amostra nas épocas intermediárias de avaliação (42, 48, 55 e 76 DAS) foram maiores que nas épocas iniciais (22, 28 e 34 DAS) e finais (83, 90 e 105 DAS).

Caso o pesquisador opte pelo maior tamanho de amostra, calculado com o maior CV entre as combinações dos cinco caracteres e dez épocas de avaliação (CV=67,96% para MV aos 42 DAS), garantiria a precisão desejada para essa combinação e precisão melhor para as outras 44 combinações. Portanto, para a estimação da média dos caracteres morfológicos e produtivos, para um erro de estimação máximo de 20% da média, com grau de confiança de 95%, 47 plantas são suficientes. Na prática, em estudos de levantamento amostral, essas 47 plantas seriam tomadas, aleatoriamente, na área experimental.

Em delineamento experimental, por exemplo, com cinco repetições por tratamento, seriam amostradas dez plantas por repetição.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas aos autores. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela bolsa de iniciação científica e auxílio financeiro. Aos alunos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2011. 540p.
- 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: 05 dez. 2013. doi: 10.1590/S0103-84782010001100003.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Número de folhas e de plantas para estimação da média do índice SPAD em crambe. **Bioscience Journal**, v.29, p.1084-1091, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/21842/13001>>. Acesso em: 05 dez. 2013.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2013. doi: 10.4025/actasciagr.v35i3.21251.
- ROSSETTO, C.A.V.; NAKAGAWA, J. Época de colheita e desenvolvimento vegetativo de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.58, p.731-736, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6291.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2013. doi: 10.1590/S0103-90162001000400013.