

EFEITOS DA AMOSTRAGEM NÃO-ALEATÓRIA E DO TAMANHO DA AMOSTRA NA ESTIMAÇÃO DE DOIS CARACTERES DO MILHO

Paulo Sérgio Lima e Silva¹
Auriberguis Rocha Bezerra¹
Fábio Henrique Tavares de Oliveira¹
Kathia Maria Barbosa e Silva¹

1. INTRODUÇÃO

As alturas da planta e de inserção da espiga estão entre os caracteres de grande interesse dos pesquisadores de milho (*Zea mays* L.). Tais caracteres comumente são avaliados em razão de estarem associados ao vigor e acamamento das plantas. PATERNIANI *et alii* (6) apresentaram dados indicativos de que cultivares com maiores alturas da planta e de inserção da espiga tendem a acamar mais. A avaliação desses dois caracteres é um tanto trabalhosa, havendo interesse, portanto, em se fazer amostragem para estimá-los.

A utilização de uma amostragem probabilística ou aleatória é a melhor recomendação que se deve fazer para garantir a representatividade da amostra. Isso porque, com esse tipo de amostragem, o acaso será o único responsável por eventuais discrepâncias entre os valores da população e os das amostras. Todavia, para reduzir o tempo e o trabalho (etiquetagem de plantas, consultas a tabelas de dígitos aleatórios, etc.) na coleta de amostras aleatórias, alguns pesquisadores realizam a amostragem a esmo ou sem norma. Nesse tipo de amostragem, o amostrador procura ser aleatório, sem, no entanto, realizar propriamente o sorteio, usando algum dispositivo aleatório confiável. Poucos estudos foram encontrados, na literatura con-

Aceito para publicação em 03.07.1997

¹ Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM). Departamento de Fitotecnia, Caixa Postal 137, 59625-900 Mossoró, RN.

sultada, tratanto de métodos de amostragem em parcelas experimentais de milho. Os trabalhos encontrados sobre o assunto (2, 10, 11) avaliaram os efeitos de diferentes métodos de amostragem aleatória sobre as estimativas das alturas da planta e de inserção da espiga e do número de ramificações do pendão do milho.

É sabido que quanto maior o tamanho da amostra, maior a precisão das estimativas, e, conseqüentemente, o coeficiente de variação experimental tende a diminuir. Mas o problema da determinação do tamanho amostral não se relaciona apenas com precisão. Quanto maior ele for, maiores serão o tempo e os gastos com a amostragem. Por outro lado, amostras pequenas podem resultar em menor precisão, o que também é indesejável. O pesquisador está interessado, comumente, em tamanhos de amostras que permitem “boa” precisão, com economia de tempo e recursos. Em milho, esse tamanho foi determinado para altura da planta (2, 3, 10, 11), altura de inserção da espiga e número de ramificações do pendão (2, 11), pesos de 50 grãos e de espiga (3), rendimento de grãos (4), porcentagem de grãos infectados com *Fusarium moniliforme* (9) e matéria seca da parte aérea da planta (12).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da amostragem não aleatória e de tamanhos da amostra sobre as estimativas das alturas da planta e de inserção da espiga de nove cultivares de milho e sobre a análise de variância dos dados desses caracteres.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Rafael Fernandes”, da Escola Superior de Agricultura de Mostro (ESAM), que dista 20 km da sede do Município de Mossoró, RN (1) (onde está localizada a ESAM), com irrigação por aspersão.

O solo experimental, um Podzólico Vermelho-Amarelo rico em potássio, mas pobre em fósforo, foi preparado com duas gradagens e recebeu, como adubação de plantio, 40 kg de N, 60 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O por hectare. Como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, utilizaram-se sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. O plantio foi feito em 03.11.1994, utilizando-se quatro sementes/cova no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m. Um desbaste foi efetuado aos 22 dias do plantio, deixando-se duas plantas por cova. Portanto, o experimento ficou com uma densidade populacional correspondente a 50 mil plantas/ha. Duas adubações em cobertura foram feitas com 40 kg de N/ha (sulfato de amônio), aos 34 e 50 dias do plantio. O controle de pragas foi feito com duas pulverizações de deltamethrin (300 ml/ha), aos 18 e 46 dias do plan-

tio. Para controle das invasoras, foram efetuadas três capinas aos 28, 57 e 76 dias do plantio.

Duas variedades de polinização livre (Centralmex-0 e Centralmex-II) e sete híbridos (AG-106, AG-122, AG-301, AG-404, AG-510, AG-514 e AG-612) foram avaliados no delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por três fileiras de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m. Como área útil, considerou-se a ocupada pela fileira central de cada parcela, eliminando-se uma cova em cada extremidade.

Aos 90 dias após o plantio (depois da colheita do milho-verde), todas as plantas da área útil de cada parcela foram numeradas e avaliadas quanto às alturas da planta e de inserção da espiga. A numeração foi feita seqüencialmente e com a fixação de uma etiqueta numerada na folha associada à espiga de cada planta. Os dois referidos caracteres foram avaliados por um mesmo funcionário, usando régua graduada de 5 em 5 cm. As medidas efetuadas foram anotadas em tabela, estabelecendo-se a correspondência entre o número da planta e as medidas respectivas. Como altura da planta, considerou-se a distância do nível do solo ao ponto de inserção da chamada "folha bandeira". Como altura de inserção da espiga, considerou-se a distância do nível do solo ao nó de inserção da primeira espiga.

Dois métodos de amostragem (aleatório e não-aleatório) e sete tamanhos amostrais (2, 5, 8, 11, 14, 17 e 20 plantas) foram estudados. No método aleatório, as plantas que forneceram os dados para análise foram as indicadas por uma tabela de dígitos aleatórios. No método não-aleatório, um mesmo funcionário, procurando ser aleatório, mas sem usar nenhum mecanismo efetivo de sorteio, indicava, no campo, as plantas que deveriam fornecer os dados, sem observar os números que as identificava. Após a indicação, verificava-se o número de cada planta e procurava-se, na tabela referida anteriormente, as medidas correspondentes às alturas da planta e de inserção da espiga.

Para cada método de amostragem e tamanho amostral, realizou-se uma análise de variância. As análises foram realizadas em nível de médias (de valores de 2,5... 20 plantas). Realizou-se também uma análise conjunta, considerando cada método de amostragem e tamanho amostral como um experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 são apresentados os valores do coeficiente de variação (CV) dos dois caracteres estudados em função do método de amostragem. Para os dois caracteres, nos dois métodos de amostragem, houve tendência do CV diminuir com o aumento do tamanho da amostra. Apesar

QUADRO 1 - Coeficiente de variação das alturas da planta e de inserção da espiga estimadas por dois métodos de amostragem e sete tamanhos de amostra

Tamanho da amostra (Nº de plantas)	Altura da planta		Altura da espiga	
	Métodos de amostragem Aleatório	Métodos de amostragem Não-aleatório	Métodos de amostragem Aleatório	Métodos de amostragem Não-aleatório
	%			
2	16,27	15,82	27,91	28,34
5	12,59	13,91	24,36	25,35
8	14,96	14,61	26,01	26,01
11	14,33	14,42	25,98	25,43
14	13,94	14,15	24,75	24,85
17	14,26	14,17	25,69	24,96
20	13,90	13,92	24,57	24,24

disso, deve ser notado que, em alguns casos, os valores do CV obtidos com determinados tamanhos de amostra foram menores que os correspondentes obtidos com amostras maiores. Por exemplo, para a altura da planta, o valor do CV obtido com os dois métodos de amostragem foi menor para cinco plantas do que para 20 plantas. Com relação à altura de inserção da espiga, aconteceu fato semelhante quando se adotou o método aleatório. O mesmo ocorreu com as amostras de 14 e 17 plantas, para os dois caracteres e métodos de amostragem. É possível que se obtenham valores maiores para o CV com maiores amostras por mero acaso ou por erro de amostragem. No presente trabalho, foi pequena a maioria das diferenças observadas entre os valores de CV obtidos com maiores e menores amostras. Deve ser ressaltado que resultados semelhantes aos observados neste trabalho foram encontrados por outros autores em estudos similares. WOLKOWSKI *et alii* (12), para avaliarem o rendimento de matéria seca do milho, usaram amostras de 1, 5, 10, 15, 20, 25 e todas as plantas da parcela. Em um dos experimentos, os valores obtidos para o CV foram 19,3; 12,8; 12,1; 12,1; 12,8; 13,1; e 13,4. Para o outro experimento, os valores respectivos foram 14,8; 12,6; 8,9; 8,3; 9,4; 8,9; e 9,2. KITTOCK *et alii* (5) avaliaram a altura da planta do algodoeiro em 12 parcelas, usando amostras de 1, 2, 4, 8 e 16 plantas/parcela. Constataram que, em média, os valores do CV para tais amostras foram 17,7; 10,6; 8,0; 6,6; e 5,5, respectivamente. Todavia, para alguns tamanhos da amostra, valores de alguns CV's foram maiores para amostras maiores do que para amostras menores.

Finalmente, deve ser dito que é possível que diminuições nos valores do CV's e aumentos no tamanho da amostra somente ocorram, de maneira consistente, com tamanhos de amostra relativamente grandes. ROSSETTI *et alii* (7) verificaram decréscimo no valor do CV a cada aumento no tamanho da amostra para altura da planta (decrécimo de 6,80 para 2,40) e diâmetro do caule (decrécimo de 7,05 para 2,49) da seringueira. Eles usaram tamanhos de amostras de 4 a 32 plantas, com intervalos de 4 plantas.

Os valores calculados pelo teste F para testar cultivares quanto aos dois caracteres, nas análises individuais de variância, estão listados no Quadro 2. Houve concordância nos resultados de aplicação do referido teste com os métodos aleatório e não-aleatório para cada tamanho de amostra, isto é, para todos os tamanhos de amostra estudados, o teste F não indicou efeito significativo de cultivares, seja com o método aleatório, seja com o não-aleatório. Em algodoeiro, SABINO *et alii* (8) observaram concordância nos resultados de aplicação do teste F, em cinco métodos de amostragem, para algumas das seis características avaliadas no fruto.

As médias para as alturas da planta dos cultivares avaliados em função do tamanho da amostra estão apresentadas no Quadro 3. Em média, a altura da planta estimada em duas plantas (média de 184 cm) foi superior, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, às alturas da planta estimadas

QUADRO 2 - Valores calculados pelo teste F, para testar cultivares quanto às alturas da planta e de inserção da espiga, estimadas por dois métodos de amostragem e sete tamanhos de amostra

Tamanho da amostra (Nº de plantas)	Altura da planta		Altura da espiga	
	Métodos de amostragem Aleatório	Métodos de amostragem Não-aleatório	Métodos de amostragem Aleatório	Métodos de amostragem Não-aleatório
2	1,27 ns	1,50 ns	1,14 ns	1,55 ns
5	2,07 ns	0,97 ns	1,85 ns	1,12 ns
8	1,47 ns	1,29 ns	1,90 ns	1,43 ns
11	1,20 ns	0,99 ns	1,38 ns	1,29 ns
14	1,37 ns	1,26 ns	1,69 ns	1,43 ns
17	1,19 ns	1,15 ns	1,29 ns	1,28 ns
20	1,41 ns	1,18 ns	1,58 ns	1,40 ns

ns = não-significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 3 - Médias da altura da planta de cultivares de milho em função do tamanho da amostra (médias de dois métodos de amostragem e quatro repetições)¹

Tamanho da amostra (nº de plantas)	Cultivares								Médias	
	AG-106	AG-122	AG-301	AG-404	AG-510	AG-514	AG-612	C-O		C-II
2	181	170	181	179	182	164	188	206	205	184 A
5	177	163	176	179	178	163	176	202	192	178 B
8	179	166	177	170	179	160	178	202	199	179 B
11	182	165	181	174	178	165	181	199	197	180 B
14	180	166	179	175	181	164	181	202	199	181 B
17	178	165	179	175	180	164	180	199	199	180 B
20	180	166	177	173	180	163	180	200	298	180 B
Médias	180 d	166 d	179 c	175 c	180 ^b	163 d	181 b	201 a	198 a	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

com os demais tamanhos amostrais, as quais não diferiram entre si (média de 180 cm).

Para alturas de inserção da espiga, os resultados obtidos foram semelhantes aos obtidos para altura da planta (Quadro 4), ou seja, as alturas de inserção da espiga estimadas em cinco a 20 plantas (média de 91 cm) não diferiram entre si e foram inferiores à altura estimada em apenas duas plantas (média de 94 cm), pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verifica-se, portanto, que o uso de duas plantas como tamanho de amostra superestimou as estimativas das alturas da planta (Quadro 3) e de inserção da espiga (Quadro 4), em relação às estimativas obtidas com os outros tamanhos amostrais. Não existe uma explicação aparente para a superestimação observada. Para cada tamanho amostral foi retirada apenas uma amostra, embora, para o caso de amostragem com reposição, fossem possíveis C_{26}^n amostras. Para $n = 2$, o número de amostras possíveis de duas plantas seria de 325. Existiria a possibilidade, então, de algumas amostras subestimarem ou mesmo se igualarem às estimativas obtidas com outros tamanhos amostrais. Não existem muitos dados sobre o assunto na literatura, que possam apoiar uma discussão mais aprofundada. Alguns trabalhos sobre amostragem (5, 7, 8) não forneceram dados sobre as estimativas das características avaliadas. WOLKOWSKI *et alii* (12) apresentaram dados sobre os efeitos do comprimento da fileira da parcela e do tamanho da amostra sobre a estimativa do peso da matéria seca do milho. O rendimento da matéria seca diminuiu quando o comprimento da parcela aumentou. Segundo esses autores, essa tendência foi evidente em um ano e significativa para a maioria dos tamanhos amostrais no ano seguinte. Para eles, a explicação seria a maior contribuição de plantas maiores mais próximas às "ruas" entre blocos nas parcelas mais curtas.

SILVA *et alii* (10) estudaram os efeitos de três métodos de amostragem ("covas", "plantas" e "misto") e cinco tamanhos de amostra (duas a 10 plantas) sobre os mesmos caracteres avaliados no presente artigo. Com base nos valores do CV, constataram que, para avaliação das alturas da planta e de inserção da espiga, deveriam ser tomadas pelo menos oito plantas pelo método "plantas" (amostragem de plantas de covas diferentes). Os métodos "covas" (amostragem de plantas da mesma cova) e "misto" (amostragem de plantas da mesma cova ou de covas diferentes) produziram maiores valores para o CV que o método "plantas". CONCEIÇÃO *et alii* (2), usando parcelas de duas fileiras úteis, concluíram que pelo menos 10 plantas deveriam ser amostradas pelo método "fileira dupla" (plantas das duas fileiras) para amostragem das alturas da planta e de inserção da espiga.

Vários fatores, incluindo os ambientais, cultivares, métodos de amostragem e tamanhos amostrais, devem explicar algumas discordâncias

QUADRO 4 - Médias da altura de inserção da espiga de cultivares de milho em função do tamanho da amostra (médias de dois métodos de amostragem e quatro repetições)¹

Tamanho da amostra (nº de plantas)	Cultivares										Médias
	AG-106	AG-122	AG-301	AG-404	AG-510	AG-514	AG-612	C-O	C-II		
2	93	77	93	90	93	78	96	113	117	117	94 A
5	91	73	86	87	90	76	92	111	103	103	90 B
8	93	74	92	81	90	74	89	111	107	107	91 B
11	95	75	92	84	90	77	93	109	109	109	99 B
14	92	74	92	85	91	76	91	111	109	109	91 B
17	91	76	92	85	91	78	91	109	109	109	91 B
20	92	75	91	84	91	76	92	109	109	109	91 B
Médias	92 b	75 d	91 b	85 c	91 b	76 d	92 b	111 a	109 a	109 a	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

entre dados da literatura ou entre estes e os resultados obtidos neste trabalho. Contudo, parece razoável admitir que, na avaliação das alturas da planta e de inserção da espiga, levando em conta os resultados da literatura e do presente estudo, o uso de cinco a 10 plantas eleitas por algum método aleatório possibilitará “boa” precisão experimental, em associação à economia de tempo e de recursos financeiros.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da amostragem não-aleatória e de tamanhos da amostra (2, 5, 8, 11, 14, 17, e 20 plantas) sobre as estimativas e a análise de variância das alturas da planta e de inserção da espiga. Na amostragem aleatória, as plantas foram selecionadas com o auxílio de uma tabela de dígitos aleatórios. No método não-aleatório, as plantas foram escolhidas “aleatoriamente”, sem nenhum mecanismo efetivo de sorteio. Os dados foram obtidos de um experimento em blocos ao acaso, com cinco repetições e nove cultivares. Foram utilizadas parcelas com três fileiras de 6 m de comprimento (30 plantas em 15 covas). Em cada uma, foram amostradas as 26 plantas da área útil da fileira central. Para cada método de amostragem e tamanho de amostra, realizou-se uma análise de variância. Efetuou-se também uma análise conjunta, considerando cada combinação método de amostragem-tamanho amostral como um experimento. Não ocorreram efeitos significativos de métodos de amostragem sobre os dois caracteres. Os valores do coeficiente de variação e do teste F nas análises individuais foram, no geral, concordantes nos dois métodos. Para estimar os referidos caracteres, parece ser necessário o uso de pelo menos cinco plantas por parcela, para se obterem estimativas com boa precisão experimental em associação à economia de tempo e de recursos financeiros.

5. SUMMARY

(EFFECTS OF NON-RANDON SAMPLING AND SAMPLE SIZE ON THE ESTIMATION OF TWO MAIZE TRAITS)

The objective of this study was to evaluate the effects of nonrandom sampling and sample size (2, 5, 8, 11, 14, 17 and 20 plants) on estimates and analysis of variance for plant height and ear height. In the random sampling, the plants were selected with the aid of a random number table. In the non-random sampling, the plants were selected “casually” without an effective random mechanism. The data were obtained from a

9- cultivar comparative experiment carried out in Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil. The experiment was arranged in a randomized block design, with five replications. Plots with three 6 m-long rows (15 hills/row, with 2 plants/hill) were utilized. Twenty six plants from center row were evaluated. A variance analysis was performed of each sampling method-sample size combination. Also a joint variance analysis was performed considering each sampling method-sample size combination as an experiment. No significant effect was detected concerning the sampling methods for the traits studied. The coefficients of variation values for random sampling and non-random samplings were of the same magnitude. F-test results for both sampling methods were in agreement. The effect of sample size was significant for both plant height and ear height. Considering the results from both individual (CV values and F test) and joint analysis of variance it was concluded that at least 5 plants must be selected for estimation of the mentioned traits. This number of plants can be easily handled and requires much less labor input than large sample size.

6. LITERATURA CITADA

1. CARMO FILHO, F. do & OLIVEIRA, O. F. de. *Mossoró: um município semi-árido nordestino*. Mossoró, ESAM/Fundação Guimarães Duque, 1989. 62 p (Col. Mossoroense, nº 672, Série B).
2. CONCEIÇÃO, M. M. da; SILVA, P.S.L. e & MACHADO, A. de A. Efeitos de bordadura e amostragem em experimento de híbridos de milho. *Ciência Agrônômica*, 24: 63-69, 1993.
3. DIAS, J.F.S. *O tamanho da amostra para estudo dos caracteres peso de 50 grãos, peso de espiga e altura da planta em quatro grupos de cultivares de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1978 80 p. (Dissertação de Mestrado).
4. HENRY, G.F.; DOWN, E.E. & BATEN, W.D. An adequate sample of corn with reference to moisture and shelling percentagem. *Journal of the American Society of Agronomy*, 34: 777-781, 1942.
5. KITTOCK, D.L; CAIN, C.J.; SELLERY, R.A. & TAYLOR, R.B. Samples need for estimation of plant height of Pima cotton. *Agronomy Journal*, 78:546-547, 1986.
6. PATERNIANI, E; ZINSLY, J.R. & MIRANDA FILHO, J.B. de Populações melhoradas de milho obtidos pelo Instituto de Genética. In *Relatório Científico do Departamento de Genética*. Piracicaba, ESALQ, 1977. p. 108-117.
7. ROSSETTI, A.G.; PEREIRA, A.V. & GOMES, F.P. A amostragem na experimentação em viveiro de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21:837-841, 1986.
8. SABINO, N.P.; LAZZARINI, J.F.; GRIDI-PAPP, I.L.; FUZATTO, M.G. & GROSSI, J.M.M. Estudo de amostragens de capulhos em canteiros experimentais de algodão. *Bragantia*, 34:163-169, 1975.
9. SCOTT, G.E. & KING, S.B. Sample size to detect genotypic differences in maize to kernel infection by *Fusarium moniforme*. *Maydica*, 29:151-160, 1984.

10. SILVA, P.S.L. e; SILVA, G.S. da; RODRIGUES, M.V. & MACHADO, A. Métodos de amostragem e tamanho da amostra para alguns caracteres do milho. *Ciência Agromômica*, 24:5-10, 1993.
11. SILVA, P.S.L. & SOUSA, R.P. de *Técnicas experimentais para o milho*. Mossoró, Fundação Guimarães Duque/ESAM, 1991. 192 p. (Col. Mossoroense, nº 655, Série C).
12. WOLKOWSKI, R.P.; REISDORF, T.A. & BUNDY, L.G. Field plot technique comparison for estimating corn grain and dry matter yield. *Agronomy Journal*, 80:278-280, 1988.