

AMOSTRAGEM E TAMANHO DA AMOSTRA NA ESTIMAÇÃO DE CARACTERES DA ESPIGA DO MILHO¹

JAEVESON DA SILVA², PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA³ e RAIMUNDO DE PONTES NUNES⁴

RESUMO - O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das amostragens aleatória e não-aleatória e de tamanhos da amostra sobre as estimativas do número de grãos/espiga (NGE), comprimento (CS) e peso (PS) do sabugo, de dez cultivares de milho, e sobre a análise de variância dos dados. Na amostragem aleatória (A) as espigas foram selecionadas com o auxílio de uma tabela de dígitos aleatórios. Na amostragem não-aleatória (NA), o amostrador procurou ser "aleatório" sem usar, no entanto, nenhum mecanismo de sorteio. Como tamanhos amostrais foram usados 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15 espigas, de um total de 26 espigas produzidas na área útil de cada parcela. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. Os resultados da aplicação do teste F para comparar cultivares são concordantes com os métodos A e NA, quanto a NGE. Nos outros dois caracteres ocorreram discordâncias entre os dois métodos de amostragem, com alguns tamanhos amostrais. Somente houve diferenças entre tamanhos amostrais em relação a PS. Entre métodos de amostragem ocorreram diferenças quanto a NGE e PS. Para estimar os referidos caracteres, é necessário o uso de pelo menos 11 espigas por parcela, a fim de se obterem estimativas com boa precisão experimental, economia de tempo, e recursos financeiros.

Termos para indexação: *Zea mays*, grão, sabugo.

SAMPLING AND SAMPLE SIZE IN THE ESTIMATION OF MAIZE EAR TRAITS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of random and non-random sampling and sample size on estimates and variance analysis for number of grains/ear (NGE), cob length (CL) and cob weight (CW) of ten cultivars. In the random sampling the plants were selected with the aid of a random number table. In the non-random sampling, the sampler tried to be random, but no random mechanism was used. The sample sizes studied were 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 and 15 ears for 26 ears harvested in each plot. The experiment was arranged in a randomized block design with five replications. F-test results for both sampling methods were in agreement for NGE, but not for CL and CW. There were differences between sampling methods for NGE and CW. It was concluded that at least 11 ears must be selected for estimation of the mentioned traits. This number of plants can be easily handled and requires much less labor input than sample sizes.

Index terms: *Zea mays*, grain, cob.

INTRODUÇÃO

O número de grãos por espiga é um caráter importante do milho (*Zea mays* L.), por sua associação com a produtividade. O diâmetro e o comprimento do sabugo estão entre os descritores adotados pelo Centro Internacional de Melhoramento do

¹ Aceito para publicação em 7 de abril de 1998.

² Eng. Agr., Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Caixa Postal 137, CEP 59625-900 Mossoró, RN. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., Dr., ESAM.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Caixa Postal 162, CEP 60356-001 Fortaleza, CE.

Milho e Trigo (CIMMYT) e pelo Conselho Internacional para Recursos Genéticos Vegetais (IBPGR) (International Board for Plant Genetic Resources, 1991). A avaliação dos três referidos caracteres é muito demorada. Assim, o procedimento adotado é a estimativa através de amostragem. No caso em questão, trata-se evidentemente de amostragem em população finita.

A amostragem aleatória ou probabilística requer, usualmente, a numeração das unidades amostrais e posterior sorteio das que vão ser amostradas, com o uso de algum mecanismo aleatório confiável (uma tabela de dígitos aleatórios, por exemplo). Esse tipo de amostragem é o único que evita parcialidades ou tendenciosidades, e permite a estimação de parâmetros e testes de hipóteses, tópicos essenciais da inferência estatística. Todavia, para reduzir o tempo e o trabalho com numeração das unidades amostrais e com consultas a tabelas de dígitos aleatórios, muitos pesquisadores freqüentemente empregam a amostragem a esmo. Nessa amostragem, as unidades amostrais são tiradas sem a prática do sorteio (Costa Neto, 1977). O amostrador procura, apenas, isentar-se de preferências.

Poucos estudos foram encontrados na literatura consultada tratando de métodos de amostragem em parcelas experimentais de milho. Os trabalhos encontrados sobre o assunto (Silva & Sousa, 1991; Conceição et al., 1993; Silva et al., 1993) apresentaram informações 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 somente o erro de amostragem diminui à medida que o tamanho da amostra aumenta. Isto ocorre até certo tamanho, a partir do qual unidades amostrais adicionais praticamente não o afetam. Erros de outra natureza têm efeitos iguais, seja a amostra pequena ou grande. Conseqüentemente, o coeficiente de variação experimental tende a diminuir até certo tamanho de amostra, e, a partir deste ponto, praticamente não é afetado por observações adicionais. Mas o problema da determinação do tamanho da amostra tem implicações que vão além da precisão. Quanto maior o tamanho amostral, 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 permitam "boa" precisão com economia de tempo e recursos. Em milho, o tamanho da amostra foi determinado para altura da planta (Dias, 1978; Silva & Sousa, 1991; Conceição et al., 1993; Silva et al., 1993), altura de inserção da espiga e número de ramificações do pendão (Silva & Sousa, 1991; Conceição et al., 1993), pesos de 50 grãos e de espigas (Dias, 1978), rendimento de grãos (Henry et al., 1942), taxa de perda de umidade da espiga (Magari et al., 1996), porcentagem de grãos infectados com *Fusarium moniliforme* (Scott & King, 1984) e matéria seca da parte aérea da planta (Wolkowski et al., 1988).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da amostragem aleatória e não-aleatória e de tamanhos da amostra sobre as estimativas do número de grãos por espiga, comprimento e peso do sabugo, de dez cultivares de milho, e sobre a análise de variância dos dados desses caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), em solo Podzólico Vermelho-Amarelo rico em K, mas pobre em P e matéria orgânica, preparado com duas gradagens. A adubação de plantio foi feita com 40 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 30 kg K_2O , por hectare. Os adubos foram aplicados manualmente, em sulcos situados ao lado e abaixo das sementes. Uma adubação em cobertura foi realizada aos 20 e outra aos 41 dias após o plantio, com 40 kg/ha de N (sulfato de amônio) em cada uma.

A semeadura foi realizada manualmente em 20/04/95, utilizando-se cinco sementes/cova, no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m. O desbaste foi efetuado aos 20 dias após o plantio, deixando-se duas plantas/cova, ficando o experimento com uma densidade populacional correspondente a 50 mil plantas/ha. Para o controle de invasoras realizaram-se duas capinas com a enxada, aos 13 e 45 dias após o plantio. No controle de pragas, realizado aos 15 dias após o plantio, utilizou-se pulverização com deltamethrin (300 mL/ha).

Além das cultivares Centralmex-0, Centralmex-I e Centralmex-II, foram avaliados os seguintes

híbridos produzidos pela Sementes Cargill Ltda.: C-145, C-435, C-435B, C-505, C-606, C-805 e C-808. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por três fileiras com 6 m de comprimento. Como área útil, considerou-se a ocupada pela fileira central, eliminando-se uma cova de cada extremidade. Portanto, a área útil de cada parcela (1,0 x 5,0 m) foi ocupada por 26 plantas.

O milho foi colhido 120 dias após o plantio. Após a colheita, as espigas (uma de cada planta, desde que não ocorreram plantas prolíficas), foram colocadas ao sol (despalhadas) por um período de cinco dias, para uniformização do teor de umidade dos grãos e sabugo.

As espigas de cada parcela foram, então, numeradas seqüenciadamente e colocadas no "saco de colheita" (um saco de pano com capacidade para 50 a 60 kg). Assim preparadas, as espigas foram submetidas a dois métodos de amostragem: a esmo e aleatório. No método a esmo, um mesmo funcionário de campo, procurando isentar-se de preferências, retirava as espigas dos sacos de colheita, sem observar o interior do saco. O número da espiga era então registrado em tabela adequada. No método aleatório, o número das espigas amostradas era indicado por uma tabela de dígitos aleatórios e também registrado em tabela adequada. Como tamanhos amostrais, fo-

ram utilizados 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15 espigas. Após a extração das amostras, todas as espigas foram submetidas às seguintes avaliações: número de grãos/espiga, e comprimento (usando-se régua milimetrada) e peso (usando-se balança com precisão de décimo de grama) do sabugo.

Em cada método de amostragem e tamanho amostral, realizou-se uma análise de variância. Nos casos em que o tamanho amostral foi superior a uma espiga, a análise de variância foi efetuada com as médias das espigas. Realizou-se, também, uma análise conjunta, considerando-se cada combinação tamanho amostral x métodos de amostragem como um experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores do coeficiente de variação (CV) dos três caracteres avaliados em função do método de amostragem e tamanho da amostra. Quanto aos três caracteres, nos dois métodos de amostragem, houve uma tendência de o CV diminuir com o aumento do tamanho da amostra. Apesar desta tendência, em alguns casos os valores do CV obtidos com determinados tamanhos de amostra foram menores que os correspondentes obtidos com amostras maiores. Por exemplo, com relação a número de grãos/espiga, com cinco espigas, o CV foi de 13,89, e com sete espigas, o CV foi

TABELA 1. Estimativas dos coeficientes de variação (CV) para número de grãos/espiga, comprimento e peso do sabugo em função do tamanho da amostra e do método de amostragem. Mossoró, RN, 1995.

Tamanho da amostra (Nº de espigas)	Número de grãos/espiga		Comprimento do sabugo		Peso do sabugo	
	Aleatório	Não-aleatório	Aleatório	Não-aleatório	Aleatório	Não-aleatório
	(%)					
1	28,16	28,90	17,84	20,23	33,90	34,30
3	17,49	18,54	10,30	9,75	20,90	19,90
5	13,89	10,97	8,75	8,39	21,00	15,70
7	15,22	11,55	7,39	8,19	14,40	14,00
9	14,99	9,51	7,66	7,66	16,30	12,90
11	11,31	10,03	5,89	5,64	11,20	12,40
13	11,43	11,00	6,50	4,94	11,60	10,10
15	10,21	9,55	5,85	5,85	12,70	12,10
CV da população (%)	8,90		4,93		10,20	

de 15,22, usando-se o método aleatório. Com o método não-aleatório, no referido caráter, fato semelhante ocorreu com nove e onze a quinze espigas. Também quanto a comprimento e peso do sabugo foram feitas observações semelhantes. É possível que valores maiores referentes ao CV ocorram, com maiores amostras, por mero acaso ou erro de amostragem.

Resultados semelhantes aos observados neste trabalho foram encontrados por Wolkowski et al. (1988) avaliando o rendimento de matéria seca do milho, por meio de amostras de 5, 10, 15, 20, 25 e todas as plantas da parcela, e por Kittock et al. (1986) avaliando a altura da planta do algodoeiro em 12 parcelas, usando amostras de 1, 2, 4, 8 e 16 plantas/parcela. É possível que diminuições nos valores do CV, com aumentos no tamanho da amostra, somente ocorram de maneira consistente com tamanhos de amostra relativamente grandes. Rossetti et al. (1986) verificaram decréscimo no valor do CV a cada aumento no tamanho da amostra quanto a altura da planta (decréscimo de 6,80% para 2,40%) e diâmetro do caule (decréscimo de 7,05% a 2,49%) da seringueira. Eles usaram tamanhos de amostra de 4 a 32 plantas, com intervalos de 4 plantas.

Constatou-se que, no que diz respeito a alguns tamanhos de amostra, a diferença entre os valores do CV com uso do método aleatório e o método a esmo foi relativamente "grande". Isto ocorreu em número de grãos/espiga (tamanhos amostrais de 5, 7 e 9 espigas)

e comprimento (tamanho amostral de 1 espiga) e peso do sabugo (tamanhos amostrais de 5 e 9 espigas).

Os valores do teste F, referentes a cultivares, obtidas nas análises individuais de variância, nos três caracteres, estão apresentados na Tabela 2. Quanto a número de grãos/espiga, houve concordância no resultado do referido teste, adotando-se o método aleatório ou o não-aleatório. Isto é, o valor de F foi não-significativo, nos dois métodos de amostragem, em todos os tamanhos amostrais. Nos outros dois caracteres, isto não ocorreu. No comprimento do sabugo, com amostra de uma espiga, o valor do F foi significativo com o uso do método aleatório, mas não o foi com o método não-aleatório. Com relação a peso do sabugo, divergências semelhantes ocorreram com as amostras de uma, três e cinco espigas. Assim, se for considerado que o método estatisticamente correto de amostragem é o aleatório, a adoção do método não-aleatório pode levar a conclusões incorretas na análise de variância, pelo menos em relação a alguns caracteres, com determinados tamanhos amostrais. Em algodoeiro, Sabino et al. (1975) observaram concordância nos resultados do teste F entre cinco métodos de amostragem quanto a algumas das seis características avaliadas no fruto.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias do número de grãos/espiga e do comprimento e peso do sabugo em função do tamanho da amostra e do método de amostragem.

TABELA 2. Valores calculados para o "Teste F" para comparar tratamentos quanto a número de grãos/espiga, comprimento e peso do sabugo em função do tamanho da amostra e do método de amostragem. Mossoró, RN, 1995.

Tamanho da amostra (Nº de espigas)	Número de grãos/espiga		Comprimento do sabugo		Peso do sabugo	
	Aleatório	Não-aleatório	Aleatório	Não-aleatório	Aleatório	Não-aleatório
1	1,78 ^{ns}	1,91 ^{ns}	3,87 ^{**}	1,81 ^{ns}	3,99 ^{**}	1,30 ^{ns}
3	1,12 ^{ns}	1,09 ^{ns}	2,22 [*]	3,25 ^{**}	2,05 ^{ns}	3,61 ^{**}
5	1,15 ^{ns}	0,62 ^{ns}	3,92 ^{**}	3,28 ^{**}	2,00 ^{ns}	4,00 ^{**}
7	0,54 ^{ns}	1,41 ^{ns}	7,40 ^{**}	5,92 ^{**}	5,31 ^{**}	5,35 ^{**}
9	0,66 ^{ns}	1,47 ^{ns}	6,31 ^{**}	5,06 ^{**}	4,04 ^{**}	6,84 ^{**}
11	0,35 ^{ns}	1,56 ^{ns}	7,92 ^{**}	7,65 ^{**}	8,93 ^{**}	6,39 ^{**}
13	1,98 ^{ns}	1,12 ^{ns}	9,36 ^{**}	13,62 ^{**}	7,55 ^{**}	12,41 ^{**}
15	1,62 ^{ns}	1,50 ^{ns}	10,44 ^{**}	7,87 ^{**}	6,76 ^{**}	7,03 ^{**}
População	1,38 ^{ns}		11,88 ^{**}		10,4 ^{**}	

^{ns}, ^{*}, ^{**} Não-significativo, significativo a 5%, e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 3. Médias para o número de grãos/espiga, comprimento e peso do sabugo de cultivares de milho em função do tamanho da amostra e do método de amostragem. Mossoró, RN, 1995¹.

Tamanho da amostra (Nº de espigas)	Número de grãos/espiga			Comprimento do sabugo			Peso do sabugo		
	Aleatório	Não-aleatório	Média	Aleatório	Não-aleatório	Média	Aleatório	Não-aleatório	Média
				------(cm)-----			------(g)-----		
1	337	347	342a	14,3	15,0	14,7a	20,4	20,3	20,4a
3	328	339	334a	14,2	14,9	14,6a	18,7	20,4	19,6ab
5	329	347	338a	14,0	14,4	14,2a	18,1	19,6	18,9ab
7	331	347	339a	14,0	14,5	14,3a	18,4	19,6	19,0ab
9	339	351	345a	14,3	14,6	14,5a	19,2	19,9	19,6ab
11	338	344	341a	14,4	14,4	14,4a	18,8	19,3	19,1ab
13	331	344	338a	14,1	14,3	14,2a	18,4	18,9	18,7b
15	335	342	339a	14,1	14,2	14,2a	18,5	18,7	18,6b
Média	334B	345A		14,2A	14,5A		18,8B	19,6A	

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

todo de amostragem. Quanto ao número de grãos/espiga, não ocorreram diferenças significativas entre tamanhos amostrais, mas com o uso do método aleatório a estimativa referente a esse caráter foi, em média, significativamente inferior à estimativa obtida com o método não-aleatório. Não houve efeito significativo de tamanho amostral ou de método de amostragem sobre o comprimento do sabugo. Foram verificados efeitos significativos de tamanho amostral e de método de amostragem, em relação ao peso do sabugo. A estimativa desse caráter com um só sabugo foi superior, estatisticamente, às estimativas com 13 ou 15 sabugos. A explicação para a superestimação observada com amostras menores parece residir no maior erro amostral, teoricamente esperado, e no fato de apenas uma amostra para cada tamanho amostral ter sido estudada. No caso de amostragem sem reposição, seriam possíveis C^2_{26} amostras. Existiria a possibilidade, então, de algumas amostras subestimarem ou mesmo iguarem as estimativas obtidas com outros tamanhos amostrais. Não existem dados na literatura que possam apoiar uma discussão mais aprofundada sobre o assunto. Conforme se observa pela Tabela 3, a estimativa do peso do sabugo com o método aleatório foi inferior à obtida com o método não-aleatório. É possível que exista uma tendência geral, para o amostrador com o uso do método não-aleatório, de selecionar as maiores espigas. Isto explicaria as maiores estimativas observadas com a adoção do método não-aleatório, em comparação com as obti-

das com o método aleatório quanto ao número de grãos e ao peso do sabugo.

O fato de o resultado do teste F com o uso do método aleatório nem sempre concordar com o uso do método não-aleatório (Tabela 2), assim como o fato de que o método não aleatório pode superestimar a estimativa de alguns caracteres (Tabela 3), recomenda a utilização do método aleatório, que estatisticamente é o mais correto. Na Tabela 1 observa-se, quanto aos três caracteres, que não ocorreram grandes decréscimos no valor do CV, com amostras superiores a 11 espigas, usando-se o método aleatório. Assim, amostras com 11 espigas parecem ser adequadas para avaliação dos três referidos caracteres. Fernandes (1994) verificou que os tamanhos ideais de amostra aleatória relativa a diâmetro e comprimento da espiga e número de grãos/espiga estão entre 9 e 11 espigas.

CONCLUSÕES

1. A precisão experimental aumenta com o aumento do tamanho da amostra, com as amostragens aleatória ou não-aleatória.

2. Os métodos aleatório e não-aleatório podem produzir resultados discordantes na análise de variância.

3. Para estimar os caracteres avaliados é necessário o uso de pelo menos 11 espigas por parcela, amostradas pelo método aleatório.

REFERÊNCIAS

- CONCEIÇÃO, M.M. da; SILVA, P.S.L.; MACHADO, A. de A. Efeitos de bordadura e amostragem em experimento de híbridos de milho. *Ciência Agrônômica*, v.24, p.63-69, 1993.
- COSTA NETO, P.L. de. *Estatística*. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 1977. 264p.
- 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: USP-ESALQ, 1978. 80p. Dissertação de Mestrado.
- FERNANDES, E.N. *Tamanho da amostra e métodos de amostragem para caracteres da espiga do milho*. Mossoró: ESAM, 1994. 55p. Monografia de graduação em agronomia.
- HENRY, G.G.; DOWN, E.E.; BATEN, W.D. An adequate sample of corn with reference to moisture and shelling percentage. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.34, p.777-781, 1942.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. *Descriptors for maize*. Rome: CIMMYT/IBPGR, 1991. 88p.
- KITTOCK, D.L.; CAIN, C.J.; SELLEY, R.A.; TAYLOR, B.B. Samples needed for estimation of plant height of pima cotton. *Agronomy Journal*, v.78, p.546-547, 1986.
- MAGARI, R.; KANG, M.S.; ZHANG, Y. Sample size for evaluating field ear moisture loss rate in maize. *Maydica*, v.41, p.19-24, 1996.
- ROSSETTI, A.G.; PERREIRA, A.V.; PIMENTEL-GOMES, F. A amostragem na experimentação em viveiro de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, n.8, p.837-841, 1986.
- SABINO, N.P.; LAZZARINI, J.F.; GRIDÍ-PAPP, I.L.; FUZZATTO, M.G.; GROSSI, J.M.M. Estudo de amostragem de capulhos em canteiros experimentais de algodão. *Bragantia*, v.34, p.163-169, 1975.
- SCOTT, G.E.; KING, S.B. Sample size to detect genotypic differences in maize to kernel infection by *Fusarium moniliforme*. *Maydica*, v.29, p.151-160, 1984.
- SILVA, P.S.L. e; SILVA, G.S. da; RODRIGUES, M.V.; MACHADO, A. de A. Métodos de amostragem e tamanho da amostra para alguns caracteres de milho. *Ciência Agrônômica*, v.24, p.5-10, 1993.
- SILVA, P.S.L. e; SOUSA, R.P. de. *Técnicas experimentais para o milho*. Mossoró: Fund. Guimarães Duque/ESAM, 1991. 192p. (Coleção Mossoroense, Série C, 655).
- WOLKOWSKI, R.P.; REISDORF, T.A.; BUNDY, L.G. Field plot technique comparison for estimating corn grain and dry matter yield. *Agronomy Journal*, v.80, p.278-280, 1988.