

TAMANHO DE PARCELA PARA ENSAIOS DE MILHO VERDE*

Sueli Martins de Freitas-Alves¹

José Carlos Seraphin¹

Francisco José P. Zimmermann²

Álvaro Eleutério da Silva³

RESUMO

Para obter informações sobre o tamanho de parcela para ensaios de avaliação de milho verde, utilizaram-se dados provenientes de dois ensaios de milho verde, nos quais todas as linhas da parcela foram avaliadas separadamente. Com estes dados foi possível estimar o coeficiente de correlação intraclasse e, posteriormente, a partir dele, determinou-se que o número de linhas úteis necessárias para minimizar a variância da média de um tratamento variou de 2 a 4 e o número de repetições, de 4 a 5, conforme a variável estudada.

Palavras-chave: efeito de bordadura, coeficiente de correlação intraclasse.

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, UFG, Goiânia, 1999, Brasil.

¹ Instituto de Matemática e Estatística/UFG. Caixa Postal 131 CEP 74001-970. Goiânia – GO.

² Embrapa Arroz e Feijão. Caixa Postal 179 CEP 75375-000. Santo Antônio de Goiás –GO.

³ Agência Rural - Diretoria de Pesquisa, Caixa Postal 331 ,CEP 74610-060, Goiânia – GO.

ABSTRACT**PLOT SIZE FOR GREEN CORN TRIALS**

In order to get information about optimum plot size in green corn variety trials, two experiments were analysed. Having in view the intraclass correlation coefficient, and Pimentel-Gomes (1984) method to solve this problem, in the case of one or two guard rows, from two to four inner rows of corn plants are recommended.

Key words: guard rows, intraclass correlation coefficient, plot size.

INTRODUÇÃO

Na maioria das áreas de estudo, são conduzidos experimentos com vários objetivos, entre eles obter informações sobre um processo em particular ou para comparar efeitos de determinadas condições sobre um fenômeno qualquer. Em particular, na experimentação agrícola o objetivo básico é identificar, entre os tratamentos testados, os que apresentam maior retorno biológico, agrônômico e econômico (Duarte, 1996). Em todos os experimentos, os resultados e conclusões dependem em grande parte da maneira pela qual os dados foram obtidos. Para que um experimento seja bem conduzido é necessário que seja realizado o seu planejamento, com idéia clara do que será estudado, de como os dados serão obtidos e um mínimo de conhecimento de como serão analisados. As hipóteses a serem testadas dependem do modo como os dados foram obtidos, e dessa forma, o planejamento de um experimento e a análise dos resultados estão intimamente relacionados (Montgomery, 1976; Banzatto & Kronka, 1992).

O pesquisador, ao planejar seu experimento, deve considerar parcela de tamanho tal que permita diminuir ao máximo o erro experimental, que, caso existam diferenças entre os tratamentos, possam elas ser comprovadas (Bertolucci, 1990). Frequentemente, a precisão desejada não é

obtida devido a tamanho reduzido de parcela e/ou um número insuficiente de repetições (Hallauer, 1964).

O tamanho da parcela experimental para diversas culturas, tem sido tema de discussão e estudo por parte de numerosos pesquisadores. Métodos estatísticos têm sido propostos para estimar o tamanho mais conveniente de parcela, seja a partir de ensaios de uniformidade, seja com ensaios executados com outros objetivos, isto é, ensaios que incluem efeitos de tratamentos.

Dentre os métodos propostos para estimar tamanho de parcela a partir do aproveitamento de dados experimentais de ensaios com efeito de tratamentos, pode-se citar o método proposto por Pimentel-Gomes (1984). Este método, relativamente simples, foi discutido inicialmente para o problema de tamanho de parcela em ensaios com árvores, porém toda a teoria se aplica a outras culturas, desde que se considere, em vez de árvores, as linhas ou subparcelas (Pimentel-Gomes, 1984). Os dados coletados dessa maneira permitem que seja calculado o coeficiente de correlação intraclasses e, a partir dele, que se determine o número ideal de linhas necessárias para minimizar a variância da média de um tratamento (Bueno & Pimentel-Gomes, 1983). Um fato que merece ser destacado é que este método leva em consideração também o uso de outra técnica experimental de grande importância que é o número de linhas de bordadura lateral a serem empregadas no ensaio. O uso de bordadura lateral em experimentos de campo, muitas vezes, se torna necessário, não só para estimar parâmetros com maior precisão, mas também para evitar seleção inadequada de cultivares, conforme verificado por Freitas-Alves (1998). Informações sobre quantas linhas de bordadura são necessárias para cada cultura, são de grande importância, pois, além de evitar que a comparação entre os tratamentos seja afetada (Probst, 1943; Gomez, 1972; Freitas-Alves, 1998), contribuem para a definição do tamanho total da parcela.

O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de parcela para ensaios de milho verde, usando o método proposto por Pimentel-Gomes (1984).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho provêm de dois ensaios de milho verde. O primeiro foi instalado em maio de 1995 (época 1), e o segundo, em agosto do mesmo ano (época 2), na estação experimental da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no Município de Santo Antônio de Goiás - GO. Nas duas épocas houve necessidade de irrigação suplementar, porém a época 1 foi mais crítica quanto a este aspecto, pois foi necessária a irrigação durante todo o ciclo da cultura. Os ensaios foram conduzidos no mesmo local, em áreas adjacentes

Usaram-se quatro blocos completos casualizados. As parcelas experimentais eram compostas de 6 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas entre si de 0,90m, com densidade de 5 plantas por metro. Nestes ensaios todas as linhas de cada parcela foram avaliadas separadamente para altura de plantas (ALTPL), em cm, e para peso de espigas com palha (PEP), em kg/ha, e somente as duas linhas centrais da parcela para peso de espigas sem palha PESP, em kg/ha. As linhas da parcela foram avaliadas separadamente para permitir a análise proposta neste estudo.

Estabeleceram-se 3 etapas para este trabalho.

1ª ETAPA - ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Admitindo-se um ensaio em que cada parcela tinha K subparcelas, ou seja, cada linha útil foi considerada uma subparcela e levando-se em consideração o coeficiente de correlação entre as linhas de cada parcela, a análise de variância de cada época foi feita conforme o esquema apresentado na Tabela 1.

2ª ETAPA - ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE

Para determinação do coeficiente de correlação intraclassa (ρ),

Tabela 1. Esquema de análise de variância considerando o coeficiente de correlação intraclasse na determinação da esperança do quadrado médio (E(QM)).

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	E(QM)
Blocos	J-1		
Tratamentos	I-1		
Resíduo (a)	(J-1)(I-1)	V_1	$[1+(K-1)\rho]\sigma^2$
Resíduo (b)	IJ(K-1)	V_2	$(1-\rho)\sigma^2$

utilizaram-se os componentes de variância apresentados na Tabela 1. Do esquema da análise de variância apresentado tem-se que a estimativa do coeficiente de correlação intraclasse é dada pela expressão:

$$\hat{\rho} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + (K-1)V_2}$$

3ª ETAPA — ESTIMATIVA DO TAMANHO DE PARCELA

Para determinar o número de unidades básicas por parcela, deve-se obter o número de linhas necessárias para minimizar a variância da média de um tratamento, dada pela expressão:

$$V(\hat{m}) = \frac{\sigma^2}{Kr} [1 + (K-1)\hat{\rho}] \quad (1)$$

Como este método leva em conta o número de linhas de bordadura na parcela, consideraram-se dois casos a partir dos resultados obtidos em estudos realizados anteriormente para a época 1 e para a época 2 por

Freitas-Alves (1998 e 1999), respectivamente. No primeiro caso, considerou-se uma linha de bordadura de cada lado da parcela, ou seja, duas linhas de bordadura por parcela, e, no segundo caso, duas linhas de bordadura de cada lado, ou seja, 4 linhas de bordadura por parcela.

Nestas condições, a variância da média de um tratamento é obtida pela expressão:

$$V(\hat{m}) = \sigma^2 \frac{K + 2L}{NK} [1 + (K - 1)\hat{\rho}] \quad , \quad (2)$$

onde

N: número total de linhas por tratamento, dado por $N = r(K + 2L)$;

r: número de repetições;

K: número de linhas úteis na parcela;

L: número de linhas de bordadura de cada lado da parcela.

Derivando (1) em relação a K e igualando a derivada a zero, o número de linhas úteis necessárias por parcela para minimizar a variância da média de um tratamento é dado pela expressão:

$$K = \sqrt{\frac{2L(1 - \hat{\rho})}{\hat{\rho}}} = \sqrt{2L\left(\frac{1}{\hat{\rho}} - 1\right)} \quad (0 < \hat{\rho} \leq 1)$$

Fica claro que K é função decrescente de $\hat{\rho}$, com $(0 < \hat{\rho} \leq 1)$.

No caso de $\hat{\rho} < 0$, a variância $V(\hat{m})$, dada pela expressão (1), é função decrescente de K, mas, como se exige $V(\hat{m}) \geq 0$, há duas restrições (Pimentel-Gomes, 1984):

a. Devemos ter $1 + (K - 1)\hat{\rho} \geq 0$;

b. Deve haver um número de repetições $r \geq 2$, que permita obter número razoável de graus de liberdade para o resíduo (em geral, pelo menos 10 G.L.).

4ª ETAPA - DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE REPETIÇÕES

Considerando que o número de total de linhas por tratamento é constante, ou seja, para uma área fixa, o número de repetições será dado pela expressão

$$r = \frac{N}{K + 2L}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como este método leva em consideração o número de linhas de bordadura utilizadas em cada ensaio, considerou-se, neste trabalho, o uso de duas linhas de bordadura em cada lado da parcela, para a época 1 e de uma linha para a época 2, isto é, $K = 4$, conforme recomendação de Freitas-Alves (1998 e 1999), respectivamente.

Fez-se a análise de variância (Tabela 2) com o objetivo de estimar o coeficiente de correlação intraclassa ρ e, posteriormente, estimar também o número de linhas úteis necessárias para reduzir ao mínimo a variância da média de um tratamento (Tabela 3).

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação intraclassa para as variáveis ALTPL, PEP e PESP para os ensaios da época 1 e 2. Os coeficientes mais altos revelam maior correlação entre as linhas na parcela, o que indica maior homogeneidade dentro da parcela. Quando essa maior homogeneidade dentro da parcela é verificada, é possível utilizar

um número menor de linhas úteis, K. No caso da época 2, o tamanho de parcela deve ser maior, pois os coeficientes de correlação intraclasse mais baixos indicam menor uniformidade no comportamento entre as linhas internas da parcela. Para a variável PEP as estimativas de ρ foram de 0,53 e 0,19 para as épocas 1 e 2, respectivamente. Verifica-se que para a época 2 a correlação entre as linhas da parcela foi bem mais baixa do que na época 1. Como já se esperava, há uma relação inversa entre ρ e K, ou seja, para maiores valores de $\hat{\rho}$, menor é o número de linhas indicado para a área útil da parcela. Os valores de K apresentados na Tabela 3 foram arredondados para o número inteiro superior.

Tabela 2. Resumo das análises de variância de 20 genótipos de milho verde, para as variáveis altura de plantas (ALTPL), em cm, peso de espigas com palha (PEP), em kg/ha, peso de espigas sem palha (PESP), em kg/ha.

F.V.	Época 1 (Q.M.)				Época 2 (Q.M.)		
	G.L.	ALTPL	PEP	PESP	G.L.	ALTPL	PEP
Blocos	3	3397,96**	65339461**	14608539**	3	694,25**	25035487**
Genótipos	19	968,85**	2393969**	12406936**	19	2459,35**	51284327**
Resíduo (a)	57	348,79	9284440	2402345	57	167,88	5407206
Resíduo (b)	80	132,75	2850839	1144136	240	103,24	2766212

** $p < 0,01$

Considerando que o número total de linhas de cada tratamento foi fixado em 24, o número de linhas úteis necessárias para reduzir a média de um tratamento variou entre 3 e 4 e levando-se em consideração o número de linhas de bordadura de cada lado da parcela, recomendam-se entre 4 e 5 repetições conforme Tabela 3.

É oportuno destacar que mesmo para ensaios desenvolvidos no mesmo ano, as estimativas de ρ obtidas devem ser consideradas como aproximações, uma vez que podem variar de ano para ano (Lin & Binns,

Tabela 3. Coeficiente de correlação intraclasse, $\hat{\rho}$, número de linhas úteis, **K**, e número de repetições, **r**, recomendado para a cultura de milho verde, pelo método de Pimentel-Gomes (1984).

Variáveis	Época 1				Época 2			
	L	$\hat{\rho}$	K	r	L	ρ	K	r
ALTPL	2	0,45	3	4	1	0,14	4	4
PEP	2	0,53	2	4	1	0,19	3	5
PESP	2	0,35	3	4	Não foi estudado			

L = número de linhas de bordadura utilizadas de cada lado da parcela.

1984). O coeficiente de correlação intraclasse pode variar também de experimento para experimento, indicando assim uma dificuldade para obter um coeficiente único e generalizado, conforme observado por Bueno & Pimentel-Gomes (1983).

Para verificar a influência das linhas de bordadura na estimativa do coeficiente de correlação intraclasse, considerando-se todas as linhas da parcela, calculou-se ρ a partir da análise de variância apresentada na Tabela 4. Observaram-se, para a variável PEP, estimativas de ρ de 0,14 e 0,10 para as épocas 1 e 2, respectivamente. Através da comparação de ambos os resultados (com e sem bordadura), percebe-se que quando o efeito de competição entre plantas de parcelas adjacentes é mais acentuado e este efeito não é controlado, há baixa correlação entre as linhas da parcela ocasionado pela falta de uniformidade na produção. Quando este efeito de competição é minimizado, há aumento na uniformidade entre as linhas na parcela. Para a época 2 percebe-se que a baixa correlação entre as linhas se mantém mesmo quando se eliminam as linhas de bordadura, indicando que a falta de uniformidade entre as linhas permanece. Segun-

do Bueno & Pimentel-Gomes (1983), vários fatores podem contribuir para um baixo coeficiente de correlação intraclasse, entre os quais podem-se citar: materiais geneticamente desuniformes; diferenças no número de plantas por linha; variabilidade na fertilidade do solo e aplicação desuniforme de fertilizantes. Verifica-se que nos dois ensaios houve grande diversidade de materiais, ou seja, população, variedade, híbrido simples, híbrido duplo e híbrido triplo. Quanto ao número de plantas por linha na parcela, nos dois ensaios não foram detectadas diferenças significativas entre as linhas e nem tampouco interação significativa entre tratamentos e linhas, para a variável estande final. Assim sendo, este último não deve ser considerado um dos fatores que contribuíram para a falta de uniformidade entre as linhas dentro da parcela.

Tabela 4. Resumo das análises de variância, de 20 genótipos de milho verde, para a Variável peso de espigas com palha (PEP), considerando a área total da parcela.

F.V.	Época 1 (Q.M.)		Época 2 (Q.M.)	
	G.L.	PEP	G.L.	PEP
Bloco	3	204240454**	3	49409738**
Genótipos	19	50765097**	19	74872844**
Resíduo (a)	57	9836494	57	8376026
Resíduo (b)	400	4948951	400	5135963

**P<0,01

CONCLUSÕES

1. O número K de linhas úteis que minimiza a variância da média de um tratamento é função decrescente de $\hat{\rho}$.
2. O tamanho ótimo da parcela varia conforme a variável estudada.
3. Para a cultura de milho verde, considerando-se a variável peso de espigas com palha (PEP), o número recomendado de linhas úteis por parcela varia entre 2 e 3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FREITAS-ALVES, S.M. 1998. **Diferentes Arranjos Para Estudo de Bordadura Lateral em Parcelas Experimentais de Milho Verde**. Goiânia: UFG. 39 p. (monografia).
- FREITAS-ALVES, S.M. 1999. **Bordadura Lateral e Tamanho de Parcela para Ensaio de Avaliação de Genótipos de Milho Verde**. Goiânia; UFG. 95 p. (Dissertação de Mestrado).
- BANZATTO, D.A. & S.N. KRONKA. 1992. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: UNESP.247 p.
- BERTOLUCCI, F.L.G. 1990. **Novas Alternativas de Tamanho e Forma da Parcela Experimental Para Avaliação de Progenies do Feijoeiro**. Lavras: ESAL, 150 p. (Tese Mestrado)
- BUENO, A. & F. PIMENTEL-GOMES. 1983. Estimativa do Tamanho de Parcela em Experimentos de Mandioca. **Rev. Bras. de Mandioca**. 2(2):39-44.
- DUARTE, J.B. 1996. **Introdução aos Delineamentos Mais Usados em Experimentação Agrícola**. Goiânia: UFG 37 p. (monografia)
- FEHR, W.R. 1987. Field-Plot Techniques. In: NORMAN, A G.(ed). **Principles of Cultivar Development**. New York: Mac Millan, Cap.19, 261-286.
- GOMEZ, K.A. 1972. Border Effects in Rice Experimental Plots. II. Varietal Competition. **Exp. Agric.**, 8: 295 - 8,

- HALLAUER, A.R. 1964. Estimation of Soil Variability and Convenient Plot Size From Corn Trials. **Agronomy Jour.** 56:493-497.
- LIN, C.S. & M.R. BINNS. 1984. Working Rules for Determining the Plot Size and Numbers of Plots per Block in Field Experiments. **Jour. Sci. Camb.** 103:11-15.
- MONTGOMERY, D.C. 1976. **Design and Analysis of Experiments.** New York: John Wiley, 417 p.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1984. O Problema do Tamanho de Parcelas em Experimentos com Plantas Arbóreas. **Pesq. Agropecuária Brasileira.** Brasília, 19(12): 1507-1512.
- PROBST, A.H. 1943. Border Effect in Soybean Nursery Plots. **Jour. American Society of Agronomy.** 35(8):662-666.
- STEEL, R.G.D. & J.H. TORRIE. 1980. **Principies and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach.** McGraw-Hill, 2 ed. 633 p.
- STORCK, L. 1979. **Estimativa do Tamanho e Forma de Parcela e Número de Repetições para Experimentos com Milho (*Zea mays* L.).** UFRGS. 90 p. (Tese de Mestrado).
- VIEIRA, N.E. 1996. **Tamanho e Forma de Parcela Experimental para Avaliação de Genótipos de Arroz (*Oryza sativa* L.) de Sequeiro.** Goiânia: UFG. 98 p. (Tese de Mestrado).