

## DENSIDADE DE BORDADURA E SEGMENTAÇÃO DA PARCELA EM EXPERIMENTO DE MILHO

CLÁUDIO LOVATO<sup>1</sup>, JORGE N. TREVISAN<sup>2</sup>, GUSTAVO A.K.MARTINS<sup>2</sup>, WALTER J.S. BUZATTI<sup>2</sup>, DANTON C. GARCIA<sup>2</sup>, CÉSAR A.M. MOREIRA<sup>3</sup>

**RESUMO** – O experimento teve como objetivos principais avaliar o efeito de densidades de bordadura sobre o rendimento de parcelas de milho, da segmentação da parcela sobre a precisão do experimento e homogeneidade das variâncias. O experimento foi realizado em Santa Maria, RS, no ano agrícola de 1995/96, usando quatro densidades de bordadura e duas populações nas parcelas, as quais foram divididas em três segmentos. Houve efeito da densidade de bordadura no rendimento de grãos das parcelas, tendo ele sido igual para as duas populações de plantas. Não houve efeito consistente da variação da densidade de bordadura na homogeneidade das variâncias. A segmentação das parcelas permitiu aumentar a precisão do experimento. Houve diferença entre os rendimentos obtidos por amostragem de seus componentes e os valores obtidos diretamente.

*Palavras-chave:* densidade, bordadura, segmentação, rendimento de grão, milho.

### BORDER ROW DENSITY AND PLOT SEGMENTATION IN CORN EXPERIMENT

**ABSTRACT** – The objective of this experiments was to evaluate the effect of border row densities on grain yield and homogeneity of variances in corn experiment as well as segmentation of the plots as a mean to increase experiment precision. It was conducted in Santa Maria, RS, during the 1995/96 growing season using four border row densities and two plant populations and the plot was divided in three segments. There was effect of border row densities on grain yield of the plots and this effect was equal for both populations used. No consistent effect of border row densities on the homogeneity of variances was observed. Segmentation of the plots resulted in an increase in the precision of the experiment. Differences between yields based on yield components and yields obtained directly were found.

*Key words:* density, border row, segmentation, grain yield, corn.

## INTRODUÇÃO

Muitos experimentos de campo com diversas espécies agrícolas apresentam valores relativamente elevados para o coeficiente de variação, indicando baixa precisão. Baixa precisão experimental resulta de desuniformidade das condições experimentais, que pode ser devida a vários fatores, entre os quais se inclui o efeito de bordadura. Chama-se efeito de bordadura a diferença de comportamento entre as plantas mais externas e as plantas mais internas das parcelas. Tal diferença resulta de áreas não plantadas ou de tratamentos diferentes nas vizinhanças das parcelas. O efeito de bordadura pode não ser o mesmo sobre todos os tratamentos, implicando desuniformidade experimental.

A obtenção de informações, em agricultura, por intermédio de experimentos de campo, exige que se cumpram certos requisitos para que determinada

informação seja suficientemente confiável. Uma circunstância contra a qual se deve ter cautela é a competição entre parcelas dispostas lado a lado.

Em geral, cada parcela deve ser protegida por bordaduras, ou seja, por faixas ou fileiras de plantas que, apesar de tratadas do mesmo modo que aquelas usualmente denominadas de “úteis”, não são utilizadas para a obtenção de informação das variáveis estudadas por serem, muitas vezes, influenciadas pelo tratamento das parcelas adjacentes. Nos ensaios com inclusão das bordaduras, aumenta o tamanho das parcelas sem modificar a área experimental, o que, em geral, aumenta a precisão das estimativas.

O objetivo é demonstrar a existência ou não de competição e de efeito de bordadura. Se existem, deve-se procurar aumentar a eficiência dos experimentos; se não existem, desperdiça-se cinquenta por cento ou mais dos recursos, usando áreas extras para proteger as parcelas.

1. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/Brasil.

2. Eng. Agr. - Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciência Rurais da UFSM.

3. Aluno do Curso de Agronomia - Centro de Ciências Rurais UFSM.

Recebido para publicação em 24/10/1996.

A disponibilidade cada vez menor de recursos requer que seu uso seja mais eficiente a fim de se obter a maior quantidade possível de informações. Isto é, se não existe competição, as bordaduras podem ser eliminadas reduzindo-se a área total usada por experimento, e seu custo.

LIMA e SILVA et al. (1991) avaliaram o efeito de bordadura nas extremidades das parcelas de ensaios comparativos de milho irrigado e verificaram que as duas plantas mais externas produziram 23 por cento a mais do que as plantas internas; porém, o efeito de bordadura não influenciou a uniformidade experimental. Em outro experimento, LIMA e SILVA et al. (1994), visando avaliar os efeitos de bordadura lateral em experimentos de milho, observaram efeito significativo de bordaduras para rendimento, quando estas eram constituídas de diferentes variedades que diferiam em altura de planta. MONZON et al. (1972) concluíram ser desnecessário filas de bordadura em ensaios de cultivares de soja, havendo, entretanto, necessidade de usar duas ou mais plantas nas extremidades. VARADY (1969), estudando o efeito de bordaduras sobre o rendimento de trigo, observou que sua intensidade é maior naquelas plantas situadas nas extremidades do bloco, mediana a fraca naquelas situadas mais internamente, e que o efeito de compensação também depende da capacidade de afilhamento da cultivar.

Os objetivos deste experimento foram avaliar o efeito de quatro densidades de bordadura sobre o rendimento de grãos e seus componentes em duas populações de milho; verificar a uniformidade das parcelas através de sua segmentação; determinar o efeito de bordaduras sobre a homogeneidade das variâncias; determinar a contribuição dos componentes; e, comparar os rendimentos obtidos com rendimento calculado a partir dos componentes amostrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, em solo pertencente à unidade de mapeamento Vacacaf, classificado como Planossolo.

O experimento foi um fatorial 2<sup>4</sup> conduzido em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas eram constituídas de uma linha com populações correspondentes a 40.000 e 60.000 plantas por hectare e medindo 11,00 m de comprimento. Os tratamentos impostos sobre estas parcelas foram quatro densidades de bordaduras : 20.000, 30.000, 40.000 e 60.000 plantas por hectare. O espaçamento entre linha foi de 1,00m. Utilizou-se o híbrido Cargill 501 e a data de semeadura foi em 13/11/95. Como adubação utilizou-se 300 kg/ha da fórmula 5-20-20 e 21 dias após a emergência, quando executados os desbastes para as densidades planejadas, foi também realizada a adubação de cobertura com Nitrogênio na dosagem de 135 kg/ha. O controle de plantas daninhas e de pragas foi de acordo com as recomendações para a cultura (ALMEIDA, 1991; BIANCO, 1991). Na colheita, eliminou-se 1,00 m de cada extremidade e a parcela foi dividida em três segmentos iguais para fins de avaliações. Para determinar o número de grãos por espiga de cada segmento tomaram-se cinco espigas ao acaso e para peso de 1.000 grãos utilizou-se uma amostra de 500 sementes. Para o rendimento de grãos as espigas foram mecanicamente debulhadas e os grãos pesados com umidade corrigida para 14%.

Os dados foram submetidos a três análises de variância: uma de toda a parcela útil, incluindo os três segmentos; uma segunda, considerando cada segmento individualmente; e, uma terceira, somente dos dois segmentos mais uniformes, escolhidos por apresentarem menor coeficiente de variação. Também procedeu-se análise de regressão múltipla e análise

**TABELA 1 – Médias de rendimento e de componentes do rendimento determinados para duas populações de milho em Santa Maria, RS, 1995/96**

Determinações	População (plantas/ha)		Média
	-40.000	60.000	
Rendimento (kg/ha)	5.960 b*	6.877 a	6.419
Espigas (nº/segmento de 3,0 m)	13,1 b	16,6 a	14,86
Grãos/espiga (nº)	494,3 a	465,6 a	479,96
Peso de 1.000 grãos (g)	298,5 a	284,9 b	291,76

\*Determinações com médias não seguidas de mesma letra na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

de trilha (CRUZ e REGAZZI, 1994). Com a variância entre os segmentos da parcela, para a variável rendimento, verificou-se a hipótese de homogeneidade das variâncias para as diferentes densidades de bordadura pelo teste de Bartlett (STEEL e TORRIE, 1960). O rendimento calculado a partir dos componentes do rendimento amostrados também foi submetido a análise da variância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que houve diferenças significativas para as médias de rendimento das populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha e para as médias dos componentes do rendimento.

A inclusão dos três segmentos da parcela resultou num rendimento médio de grãos de 6.288 kg/ha e coeficiente de variação de 15,8%. A exclusão do terceiro segmento aumentou o rendimento médio para 6.419 kg/ha e baixou o coeficiente de variação para 11,42%.

A diminuição observada no coeficiente de variação do experimento, quando se excluiu o terceiro segmento, deveu-se à eliminação da parte da parcela que apresentou desempenho inferior aos demais devido ao excesso de chuvas durante parte da estação de crescimento, e de drenagem deficiente, em virtude da área ser quase plana, duas dentre as múltiplas causas que podem prejudicar a uniformidade de parcelas em experimentos de campo. Dadas as modernas facilidades de análises proporcionadas pela informática, a segmentação das parcelas, para fins de amostragens e análise, poderia, em certos casos, aumentar a precisão de experimentos.

Neste experimento, o maior rendimento, observado na população de 60.000 plantas/ha, deveu-se ao fato de a produção de espigas/área ter sido 27% maior. Isto mais que compensou as reduções em 6 e

5%, respectivamente, no número de grãos por espigas e maior peso de 1.000 grãos, comparativamente aos valores observados na população de 40.000 plantas/ha. O pequeno ajuste destes dois componentes sugere que o híbrido testado teria respondido a populações maiores do que as usadas neste experimento, nas condições em que foi conduzido.

A Tabela 2 e a Figura 1 mostram o efeito da variação das densidades de bordadura sobre o rendimento de grãos nas duas populações estudadas.

À medida que aumentaram as densidades de bordadura diminuiu o rendimento médio de grãos em 12,85% entre a maior e menor densidades de bordadura. A ausência de interação entre densidades de bordadura e populações da parcela indica que as primeiras afetaram igualmente o rendimento das últimas. Também não houve interação para os componentes do rendimento.

A maior ou menor densidade de bordadura afetou o rendimento das parcelas, porém, não houve interação entre densidades de bordadura e população das parcelas. Este efeito de bordadura pode ser atribuído à competição por recursos, principalmente por luz (OTTMAN e WELCH, 1988). Embora os efeitos unitários da variação das bordaduras fossem relativamente pequenos, o alto coeficiente de determinação obtido aconselharia o ajuste dos rendimentos, quando observadas grandes diferenças entre as densidades de bordadura e parcela.

O formato da curva de regressão pode ser atribuído, em parte, às relações inversas entre densidades de plantas com matéria seca e área foliar (TETIO KAGHO e GARDNER, 1988), isto é, aumento ou diminuição das densidades de bordadura foram parcialmente compensados pela diminuição ou aumento da matéria seca e área foliar de cada planta individualmente.

**TABELA 2 – Rendimentos médios obtidos e calculados através da equação de regressão para densidades de bordadura e duas populações de milho em Santa Maria, RS, 1995/96**

Densidades de bordadura (plantas/ha)	Rendimento (kg/ha)					
	40.000 plantas/ha		60.000 plantas/ha		Média	
	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado
20.000	6.561	6.573	7.417	7.600	6.989	7.087
30.000	5.939	5.535	7.494	7.004	6.716	6.417
40.000	5.537	5.559	6.224	6.591	5.880	6.074
60.000	5.803	5.799	6.374	6.316	6.089	6.056
Coef. de determinação	0,9973		0,6954		0,8576	

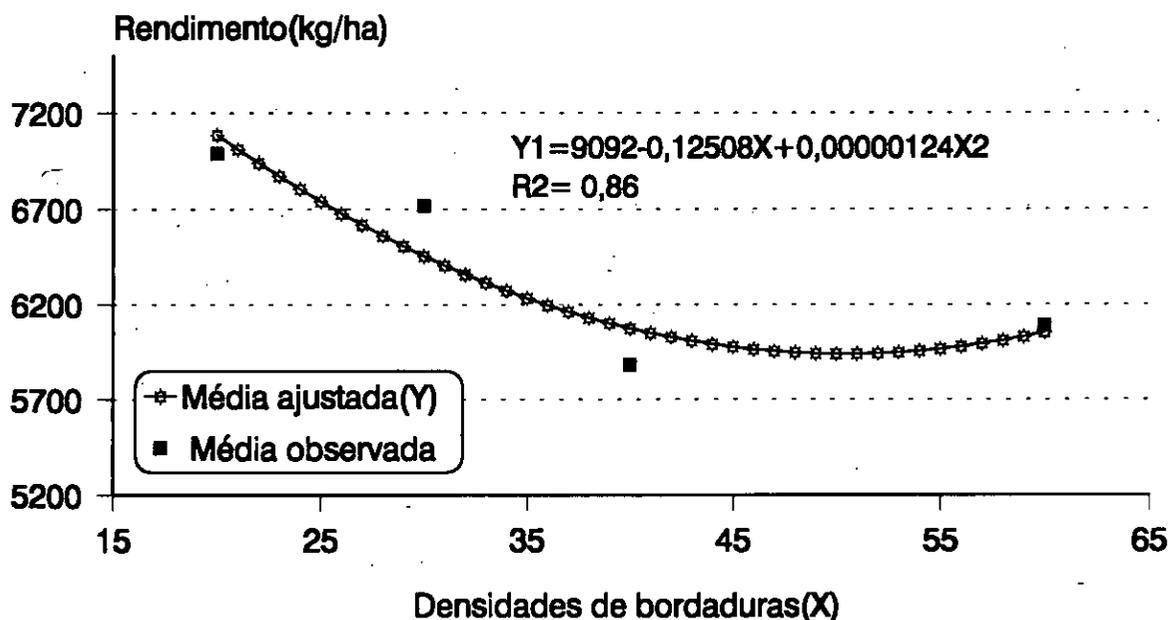


FIGURA 1 – Relação entre densidades de bordaduras e rendimento da parcela útil para a média de duas populações de milho (40.000 e 60.000 plantas/ha)

-O ponto de máxima inflexão ocorreu com bordaduras de 50.000 plantas/ha, quando se observou o rendimento médio mínimo e 5.950 kg/ha. A equação  $Y = 9.092 - 0,12508x + 0,00000124x^2$  representa o efeito das densidades de bordadura sobre a média dos rendimentos, sendo que 86% da variação observada no rendimento de grãos poderia ser explicada pela variação nestas densidades.

A análise de trilha (Tabela 3) mostra que o número de espigas (NE) foi o componente que maior influência teve no rendimento. No entanto, este componente teve efeito indireto negativo via número de grãos/espiga (NGE) e peso de mil grãos (PMG).

O segundo componente mais importante foi o PMG, que apresentou efeito indireto negativo via NE. O componente NGE mostrou pouca relação com o

TABELA 3 – Coeficientes de trilha de componentes do rendimento sobre a produção por área em duas populações de milho, Santa Maria, RS, 1995/96

Relações	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
Efeito direto de NE (1)	0,765	0,546
Efeito indireto de NE via NGE (2)	-0,020	-0,011
Efeito indireto de NE via PMG (3)	-0,113	-0,088
Total dos efeitos diretos e indiretos (1-2-3)	0,631	0,447
Efeito indireto de grão via NE	0,131	-0,111
Efeito indireto de grãos via PMG	0,094	0,139
Total dos efeitos diretos e indiretos	0,082	0,084
Efeito direto via PMG	0,440	0,479
Efeito indireto PMG via NE	-0,197	-0,100
Efeito indireto PMG via NGE	0,026	0,016
Total dos efeitos diretos e indiretos	0,268	0,395
Coeficientes de determinação	0,611	0,438

NE = Número de espigas/área; NGE = Número de grãos/espiga; PMG = Peso de mil grãos.

rendimento, porque esteve negativamente relacionado ao componente NE. Ao mostrar que o componente mais importante na variação do rendimento foi o número de espigas por área, e que os efeitos indiretos foram relativamente pequenos, esta análise novamente sugere que as populações empregadas não foram suficientemente altas para que houvesse um maior efeito de compensação, principalmente com o componente número de grãos por espiga.

O teste de Bartlett, para o exame de homogeneidade das variâncias dos tratamentos, rejeitou a hipótese de homogeneidade e mostrou resultados discordantes entre

Objetivando avaliar a precisão das amostragens foram calculados os rendimentos de grãos e outros parâmetros estatísticos. A Tabela 5 indica que as amostragens dos componentes do rendimento superestimaram o rendimento real em 13,3 e 1,5%, respectivamente, para as populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha. Também foram superestimados os erros-padrão e os coeficientes de variação.

A comparação de rendimentos obtidos e rendimentos calculados a partir dos componentes mostrou diferenças relativamente grandes, apesar de terem sido amostrados, em média, 34% das espigas

**TABELA 4 – Teste de Bartlett para homogeneidade das variâncias de quatro densidades de bordadura sobre duas populações de milho**

Bordaduras (plantas/ha)	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
20.000	245.260 b	708.322 a
30.000	372.547 a	378.659 a
40.000	978.559 a	861.295 a
60.000	515.596 a	237.765 b

\*Determinações com médias não seguidas de mesma letra na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Bartlett em nível de 5% de probabilidade.

as populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha, como mostra a Tabela 4.

Na população menor, a bordadura de menor densidade apresentou a menor variância. Na população de 60.000 plantas/ha a menor variância foi observada com a bordadura de maior densidade. Em ambas as populações não houve coerência hierárquica entre densidades de bordadura e magnitude da variância dos tratamentos, indicando que variações na densidade de bordaduras em nada contribuíram para a precisão do experimento.

de cada segmento para a determinação do número de grãos. Os rendimentos, superestimados em até 13,3%, juntamente com outros parâmetros estatísticos, indicam que a amostragem de componentes pode implicar em erros, quando tomados como base para calcular o rendimento real.

A maior ou menor densidade de bordadura afetou o rendimento das parcelas, porém, não houve interação entre densidades de bordadura e população das parcelas. Este efeito de bordadura pode ser atribuído à competição por recursos, principalmente

**TABELA 5 – Rendimentos de grãos obtidos, rendimentos calculados e outros parâmetros em duas populações de milho**

Efeitos	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
Rendimento obtido (kg/ha)	5.960	6.877
Rendimento calculado (kg/ha)	6.738	6.983
Diferença de rendimento (kg/ha)	+778	+106
Acréscimo de rendimento (%)	13,3	1,5
Erro padrão do rendimento obtido (kg/ha)	352	406
C.V. do rendimento obtido (%)	13,2	13,3
C.V. do rendimento calculado (%)	17,3	17,4

por luz (OTTMAN e WELCH, 1988). Embora os efeitos unitários da variação das bordaduras fossem relativamente pequenos, o alto coeficiente de determinação obtido aconselharia o ajuste dos rendimentos, quando observadas grandes diferenças entre as densidades de bordadura e parcela.

### CONCLUSÕES

Deste trabalho conclui-se que:

1. A segmentação de parcelas permite determinar a variabilidade dentro da parcela, e a exclusão de segmentos prejudicados aumenta a precisão do experimento.
2. A densidade de bordadura afeta o rendimento de grãos da parcela e este efeito é igual para populações diferentes de plantas.
3. A variação de densidade de bordadura por não ter efeito consistente sobre a homogeneidade das variâncias não contribui para aumentar a precisão do experimento.
4. As amostras de componentes para determinar o rendimento de grãos pode levar a diferenças em relação aos valores obtidos diretamente.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALMEIDA, F.S. de. Plantas daninhas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina, 1991. (Circular, 68).
- BIANCO, R. Pragas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina, 1991. (Circular, 68).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J., Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390 p.
- LIMA e SILVA, P.S.; SOUZA, P.G.; MONTENEGRO, E.E. Efeito de bordadura na extremidade de parcelas de milho irrigado. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 38, n. 216, p.101-107, 1991.
- LIMA e SILVA et al. Efeito de bordadura lateral em experimento de variedades de milho. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 235, p. 277-287, 1994.
- MONZON, D.; PACHECO, J.J.; MARTINEL, O. Efecto de competencia y bordadura en ensayos de varidade. I. soya. *Agronomía Tropical*, Maracay, v. 22, n. 1, p. 67-74, 1972.
- OTTMAN, M.J.; WELCH, L.F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients, and yield of field grown corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 80, n. 4, p. 619-625, 1988.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.
- TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agronomy Journal*, Madison, v. 38, n. 6, p. 935-940, 1988.
- VARADY, C. Effets de lignes manquantes sur parcelles experimentales de blé. *Recherche Agronomique en Suisse*, Bern, v. 38, n. 3/4, p. 364-371, 1969.