

## BORDADURA EM ENSAIOS DE COMPETIÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO RELACIONADOS À PRECISÃO EXPERIMENTAL

### USE OF BORDER IN YIELD TRIALS WITH COMMON BEAN RELATED TO EXPERIMENTAL PRECISION

Nerinéia Dalfollo Ribeiro<sup>1</sup> Lindolfo Storck<sup>2</sup> Rodrigo Machado Mello<sup>3</sup>

#### RESUMO

Vinte genótipos de feijoeiro comum foram avaliados a campo, nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/00, em Santa Maria, RS, com o objetivo de verificar se o uso de linhas de bordaduras melhoraram a precisão do ensaio regional de feijoeiro. O delineamento usado foi o de blocos ao acaso com três repetições, e as parcelas foram compostas de quatro linhas, com quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,5m, com densidade de 15 sementes por metro linear. A área útil da parcela constou das duas linhas centrais, nas quais foi desprezado 0,5m nas extremidades. Conclui-se que a utilização de linhas de bordaduras, somadas à área útil, não melhora a precisão do ensaio regional de feijoeiro, haja vista que os quadrados médios do erro para rendimento de grãos são homogêneos; a média geral do rendimento de grãos, o coeficiente de variação e a diferença mínima significativa são semelhantes e a correlação linear é significativa, nos dois anos agrícolas, quando se considera rendimento de grãos na área útil e na área total.

**Palavras-chave:** precisão experimental, feijão, unidade experimental

#### SUMMARY

Twenty genotypes of common beans were evaluated in trial fields, in 1998/99 and 1999/2000 seasons, in Santa Maria, RS, Brazil, in order to verify the necessity of the utilization of border rows to improve the precision of regional bean trial. A completely randomized design with split plot with three replications was used. Plots contained four rows with 4m and the row spacing was 0.5m, with density of 15 seeds per meter. Useful plot size was two central rows discarding 0.5m in border. It was concluded that border utilization, with the useful plot size, does not improve the precision of the regional bean trial, because the error means squares of yield are homogeneous, common mean of the yield, coefficient of variation and the least significant differences are similar and the linear correlation coefficient is

significant, in the two crop seasons, when yield in the useful area and the total area were considered.

**Key words:** experimental precision, common bean, experimental unity.

#### INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) representa, na dieta alimentar da população brasileira, uma importante fonte de proteínas. O Brasil produz 17% do feijão mundial, ou 2,9 milhões de toneladas por ano, em cinco milhões de hectares, com produtividade média nacional de 580kg.ha<sup>-1</sup> (UNESP RURAL, 1999). A baixa produtividade é reflexo de uma cultura voltada ao mercado interno, sendo produzida na sua maior parte por pequenos agricultores (COIMBRA *et al.*, 1999).

Através de programas de melhoramento genético, novas cultivares de feijão mais produtivas e adaptadas a adversidades ambientais são disponibilizadas. Para que se possa recomendar essas cultivares aos produtores, são necessárias avaliações de produtividade, em diferentes condições de clima e de solo, por alguns anos, para se conhecer o comportamento dos genótipos. No Rio Grande do Sul, é conduzido o Ensaio Regional de Feijão, em oito locais, coordenados pela EMBRAPA – Pelotas. Com base nos dados obtidos nesses experimentos, na média de dois anos agrícolas, em ensaios com coeficiente de variação de no máximo 20%, registra-se

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Asssistente Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: nerineia@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, UFSM. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM.

novas cultivares de feijoeiro (CEPEF, 2000). Como resultado desse esforço, novas cultivares têm sido lançadas e outras poderão ser registradas.

Nesses ensaios, são usadas como unidade experimental quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,50m. Na avaliação do rendimento de grãos, consideram-se apenas as duas linhas centrais, desprezando-se 0,50m de suas extremidades (área útil de 3m<sup>2</sup>), descartando-se as linhas de bordadura.

As linhas de bordadura são as mais externas das unidades experimentais e não são aproveitadas na obtenção dos dados experimentais. Elas servem para evitar a influência mútua entre as unidades experimentais adjacentes, fato que ocorre quando as linhas externas sofrem concorrência ou a exercem, caracterizando uma interferência interparcelar ou competição entre parcelas adjacentes (COSTA & ZIMMERMANN, 1998). Essas linhas servem também para evitar misturas de genótipos por cruzamentos entre genótipos próximos ou por colheita de vagem de outra linha.

Segundo VALENTINI *et al.* (1988), as linhas de bordadura são, geralmente, evitadas por serem plantas que podem ter sido influenciados por aquelas da parcela vizinha, o que pode aumentar a heterogeneidade entre as unidades experimentais ou pelo aumento do tamanho do bloco e, com isso, maior erro experimental. Normalmente, as plantas que se desenvolvem nas bordaduras ou nas extremidades de fileiras são mais vigorosas e mais produtivas do que as que crescem no interior das unidades experimentais, devido ao menor efeito de competição entre plantas. Ademais, a execução do experimento torna-se mais caro e dispendioso, quando se avalia toda a unidade experimental, haja vista a maior área experimental utilizada nos vários locais de condução desses ensaios.

Em feijão, trabalhos têm mostrado ser necessária a utilização de bordaduras para melhorar a precisão experimental (DAVIS *et al.*, 1981; COSTA & ZIMMERMANN, 1998). No entanto, outros autores têm demonstrado ser desnecessária sua utilização, pois não encontraram efeito da utilização de bordaduras (ARRUDA, 1959; VIEIRA, 1964; VALENTINI *et al.*, 1988). As diferenças encontradas por esses autores se justificam pelas diferenças genéticas dos materiais avaliados, principalmente quanto ao hábito de crescimento e período para a floração.

Em relação aos materiais genéticos de feijoeiro desenvolvidos para o estado do Rio Grande do Sul, não se conhece se há ou não efeito da utilização de linhas de bordaduras para melhorar a precisão experimental dos ensaios conduzidos para

fins de recomendação de cultivares. A baixa precisão experimental observada em alguns ensaios de feijão (LÚCIO *et al.*, 1999) pode ser causada por vários fatores, entre os quais se inclui o efeito de bordadura.

Este trabalho teve como objetivo verificar se o uso de linhas de bordaduras, somadas à área útil, melhoram a precisão dos ensaios de feijão, conduzidos em Santa Maria, RS, nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em área do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/00, em solo da Unidade de Mapeamento Santa Maria (Brunizem Hidromórfico).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de 20 genótipos de feijoeiro, variáveis nos dois anos, do ensaio regional, coordenado pela EMBRAPA. No ano de 1998/99, os genótipos corresponderam a 15 linhagens avançadas e cinco cultivares testemunhas (Diamante Negro, TPS Nobre, Macotaço, Carioca e Pérola) (Tabela 1). No ano 1999/00, usaram-se 16 linhagens e quatro cultivares testemunhas (TPS Nobre, Macotaço, Carioca e Pérola) (Tabela 2). A unidade experimental constou de quatro linhas, com quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,50m, com densidade de 15 sementes por metro linear. A área útil da unidade experimental constou de duas linhas centrais, desprezando-se ainda 0,50m nas extremidades, totalizando 3m<sup>2</sup>. Para a área total, consideraram-se as linhas de bordadura (duas linhas laterais e 0,50m das extremidades das duas linhas centrais) somadas à área útil.

As sementeiras foram realizadas em 14/10/98 e em 22/09/99. A adubação foi realizada no sulco de sementeira de acordo com a análise química do solo, segundo as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995), sendo a adubação nitrogenada realizada em dois momentos: 1/3 da recomendação de nitrogênio aplicada na sementeira e os 2/3 restantes em cobertura, 25 dias após a emergência.

Para o controle de plantas invasoras, foram aplicados os herbicidas Fusilade 125, na dose de 0,85ℓ.ha<sup>-1</sup>, e o Basagran, na dose de 1,2ℓ.ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se o inseticida Metamidofós Fersol, na dose de 0,75ℓ.ha<sup>-1</sup>, para controle, principalmente, da vaqui-

Tabela 1 - Rendimento de grãos e número de plantas de feijoeiro na área útil e na área total das unidades experimentais de genótipos de feijoeiro, média, coeficiente de variação (CV%), quadrado médio do erro (QME), graus de liberdade do erro (GLE), diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ( $\Delta$ ), amplitude entre as médias e coeficiente de correlação para experimento realizado na safra 1998/99. Santa Maria, UFSM, RS, 2000.

Genótipo	Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> )		Número de plantas.m <sup>-2</sup>	
	Útil	Total	Útil	Total
TB95-02	3326a*	2874	21,4ab	18,8ab
SM89153	3038ab	2732	19,3abcd	17,0abc
Carioca	2930ab	2694	15,3 efghi	13,3 de
TPS Nobre	2770abc	2709	21,1abc	18,9ab
TB94-09	2717abc	2672	15,4 defgh	15,4 cd
M8985-2	2705abc	2889	22,4a	20,2a
TB95-01	2684abc	2861	19,6abcd	18,2abc
M91-012	2644abc	2641	11,8 hi	10,7 e
D. Negro	2639abc	2979	21,1abc	19,3ab
Pérola	2595abc	2565	18,6abcde	17,5abc
FPGCF101	2584abc	2428	11,9 hi	11,4 e
TB94-20	2434abc	2546	16,4 defg	15,2 cd
MT95202057	2424abc	2506	17,8 bcdef	18,4abc
Macotaço	2365abc	2279	14,6 efghi	12,9 de
M89148-2	2352abc	2569	18,8abcde	17,7abc
FPGCF058	2323abc	2233	13,6 fghi	13,1 de
TB94-08	2214abc	2393	12,7 ghi	13,0 de
TB94-06	2207abc	2261	12,8 ghi	11,5 e
TB95-03	1968 bc	2154	16,7 cdefg	16,7 bc
FE821732	1627 c	2039	10,7 i	10,6 e
Média	2527	2551	16,6	15,5
CV (%)	16,2	18,7	8,6	6,9
QME	168764	227589	2,06	1,13
GLE	38	38	38	38
$\Delta$	1277	1483	4,46	3,30
100 $\Delta$ /Média	50,5	58,1	26,9	21,3
Amplitude	1699	940	11,8	9,6
Coef. Correlação	0,62 <sup>+</sup>		0,93 <sup>+</sup>	

\* Médias de genótipos não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

+ Correlação significativa (1%).

nha verde amarela (*Diabrotica speciosa*). Esses controles e as irrigações foram realizados sempre que necessários, visando a não comprometer o desenvolvimento normal da cultura.

Os dados do rendimento de grãos e do número de plantas, separadamente, da área útil e da área total, das unidades experimentais, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade do erro. Antes da análise, os dados foram submetidos a uma análise de resíduos (aleatoriedade dos erros estimados; homogeneidade da variância dos erros estimados entre as cultivares; aditividade

do modelo matemático; e, normalidade da distribuição dos erros estimados) conforme aplicações de MARQUES (1999). Os quadrados médios do erro da área útil e área total foram comparados pelo teste F para verificar a homogeneidade entre os mesmos. Foram estimados, para cada situação, a estatística diferença mínima significativa pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) expressa em percentagem da média (DMS) e o coeficiente de correlação linear entre os dados da área útil e área total.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pressuposições do modelo matemático, necessárias para os testes de hipóteses, não foram violadas para as variáveis rendimento de grãos e número de plantas, nas áreas útil e total, nos dois anos de ensaio, com exceção da falta de aditividade no modelo da variável rendimento na área total (ensaio 1998/99) e da falta de aleatoriedade do número de plantas na área total (ensaio 1999/00). A transformação de dados sugerida (potência 1,5) pelo teste de aditividade de Tukey (SNEDECOR & COCHRAN, 1967) não é usual e, por isso, não foi adotada, tendo em vista que a violação da pressuposição de aditividade do modelo ocorre em menos de 10% dos casos de ensaios com milho, sendo a transformação, indicada pelo teste, não eficiente para reduzir o erro experimental (MARQUES, 1999). Assim, os testes de hipóteses podem ser aplicados sem maiores restrições de validade.

A hipótese da homogeneidade das variâncias do erro experimental (QME) entre a área útil e a área total foi rejeitada pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro, apenas para a variável número de plantas no experimento 1998/99 (Tabela 1). Dessa forma, a DMS igual a 26,9% é significativamente superior na área útil comparada com a área total da unidade experimental (DMS = 21,3%).

Para rendimento de grãos, variável mais importante na avaliação de um experimento, as variâncias do erro experimental entre a área útil e a área total não foram heterogêneas nos dois anos de experimentos. Assim, a precisão com ou sem o uso das linhas de bordadura é a mesma e, por isso, os CV e DMS não diferem entre si. Os coeficientes de variação para rendimento de grãos oscilaram de 9,5% a 18,7%, conferindo boa precisão às estimativas deste ensaio, pois são considerados médios os CV entre 15,5% e 27% (LÚCIO *et al.*, 1999).

Tabela 2 - Rendimento de grãos e número de plantas de feijoeiro na área útil e na área total das unidades experimentais de genótipos de feijoeiro, média, coeficiente de variação (CV%), quadrado médio do erro (QME), graus de liberdade do erro (GLE), diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ( $\Delta$ ), amplitude entre as médias e coeficiente de correlação para experimento realizado na safra 1999/00. Santa Maria, UFSM, RS, 2000.

Genótipo	Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> )		Número de plantas.m <sup>-2</sup>	
	Útil	Total	Útil	Total
LM92204153	3299a*	3541a	17,3ab	19,1ab
TPS Nobre	3152ab	3365ab	117,3ab	18,1abc
SM89-15	3133ab	3150abc	18,2ab	18,4abc
Carioca	3108ab	3119abc	16,8ab	17,9abc
LM932042173	3047ab	3125abc	14,8ab	14,7 bc
TB95-01	2873ab	2860abc	16,9ab	18,0abc
SM97-08	2791ab	2636 bc	20,2a	19,5ab
M8990	2789ab	3149abc	19,1a	21,7a
TB97-07	2776ab	3132abc	13,9ab	16,6abc
TB94-01	2710ab	2870abc	15,3ab	16,5abc
TB97-13	2640ab	2801abc	20,2a	22,2a
LM95102835	2604ab	2730abc	17,8ab	17,5abc
SM97-04	2481ab	2811abc	17,3ab	19,3ab
TB96-08	2459ab	2528 bc	111,4 b	12,0 c
TB95-02	2412ab	2630 bc	17,4ab	21,3ab
SM89153	2367ab	2448 c	16,4ab	17,5abc
Pérola	2364ab	2539 bc	15,7ab	16,4abc
M8985-2	2340ab	2750abc	15,8ab	17,5abc
Macotaço	2330ab	2520 c	19,0a	20,1ab
MT95202057	2231 b	2581 bc	18,2ab	18,0ab
Média	2695	2859	17,0	18,2
CV (%)	12,3	9,5	14,2	11,8
QME	110799	73772	5,82	4,61
GLE	38	38	38	38
$\Delta$	1035	844	7,50	6,67
100 $\Delta$ /Média	38,4	29,5	44,1	36,7
Amplitude	1069	1093	8,8	10,2
Coef. correlação	0,86 <sup>+</sup>		0,67 <sup>+</sup>	

\* Médias de genótipos não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

+ Correlação significativa (1%).

Há diferença significativa entre os genótipos para as variáveis rendimento de grãos (área útil nos dois experimentos e área total no experimento 1999/00) e número de plantas (área útil e total, nos dois anos) (Tabela 1 e 2). No experimento de 1998/99, para a variável rendimento de grãos na área útil, observou-se que dois genótipos do grupo preto, TB 95-02 (3326kg.ha<sup>-1</sup>) e SM 89153 (3038kg.ha<sup>-1</sup>) superaram a testemunha TPS Nobre em 20% e 10%, aproximadamente, apesar de não terem diferido

entre si. Com relação aos genótipos do grupo carioca (Pérola, Carioca e M91-012), não ocorreu diferença entre eles, destacando todos com boa produtividade. Por sua vez, quando se considerou a área total da unidade experimental, não foi possível diferenciar os melhores genótipos, pois não houve diferença significativa, apesar do rendimento de grãos ter variado de 2979kg.ha<sup>-1</sup> (Diamante Negro) a 2039kg.ha<sup>-1</sup> (FE 821732), o que representa uma redução de 46% em relação à testemunha Diamante Negro, percentual menor do que a DMS (58,1%). O rendimento médio de grãos, na área útil (2527kg.ha<sup>-1</sup>), foi bastante semelhante ao valor obtido na área total (2551kg.ha<sup>-1</sup>). Se considerarmos, também, a homogeneidade dos QME ou a semelhança das DMS, quando se considera rendimento de grãos na área útil e na área total, pode-se inferir que a utilização de linhas de bordaduras, acrescentadas à área útil (área total) não melhorou a precisão do ensaio regional de feijão.

Os números médios de plantas colhidas na área útil (16,6) e na área total (15,5) foram bastante similares no ensaio de 1998/99 (Tabela 1). Através do teste de Tukey, foi possível estratificar de forma bastante semelhante os genótipos, na área útil e na área total, devido à correlação linear significativa (em nível de 5% de erro) existente entre os valores observados nas unidades experimentais úteis e total (r=0,93).

No experimento de 1999/00 (Tabela 2), o rendimento médio de grãos na área útil foi de 2695kg.ha<sup>-1</sup> e observou-se uma variação de 47,9% entre a linhagem de maior produção (LM 92204153) e a linhagem de menor produção (MT 95202057). Observaram-se diferenças não significativas para os valores da média, CV, QME, DMS e amplitude obtidos para a área útil e a área total. Essa constatação confirma os resultados encontrados no ano agrícola 1998/99 e sugere que não há necessidade de se incluir as linhas de bordadura, haja vista que não melhorou a precisão do ensaio.

Esses resultados concordam com os obtidos por ARRUDA (1959), VIEIRA (1964) e VALENTINI *et al.* (1988). ARRUDA (1959), utilizando as produções de onze cultivares de feijoeiro avaliadas em Ribeirão Preto (SP), observou que as linhas de bordadura eram desnecessárias. Nesse ensaio, as parcelas constavam de quatro linhas de 10m de comprimento, sendo duas de bordadura com a mesma cultivar das linhas centrais. VIEIRA (1964), usando parcelas de quatro linhas de 5,0m, espaçadas de 0,5m, sendo as linhas externas usadas como bordadura, para avaliar treze cultivares, constatou que as linhas de bordaduras foram desnecessárias para melhorar a precisão do ensaio,

apesar das cultivares apresentarem diferentes hábitos de crescimento e ciclos vegetativos. Segundo VALENTINI *et al.* (1988), um dos fatores responsáveis pelo efeito de bordadura lateral é o fato de as plantas mais vigorosas sombrearem as de menor porte. Estes, usando cultivares de diferentes hábitos de crescimento, não observaram efeito significativo de bordaduras sobre o rendimento e população final de plantas de feijoeiro. Esperavam que cultivares arbustivas (Tipo I) fossem mais afetadas no desenvolvimento e produtividade, se sombreadas por bordaduras laterais de cultivares com guia e mais agressivas (Tipo III).

Considerando o fato de que o uso ou não de linhas de bordadura nas unidades experimentais não altera a precisão dos ensaios de cultivares e linhagens de feijoeiro, pode-se inferir que o uso de unidades menores, equivalentes à área útil, mantenha a mesma precisão. Assim, com a mesma área experimental, pode-se usar maior número de repetições e obter, conseqüentemente, maior precisão (menor DMS).

## CONCLUSÕES

O descarte dos resultados das linhas de bordaduras nas unidades experimentais, para avaliar o rendimento de grãos e número de plantas, não reduz a precisão na comparação de cultivares e linhagens de feijoeiro do ensaio regional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, H.V. Sobre a necessidade de fileiras de bordadura, em experiências de campo. **Bragantia**, Campinas, v.18, n.1, p.101-106, 1959.
- CEPEF - COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. **Feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul**. Santa Maria : Pallotti, 1998. 80 p.
- COIMBRA, J.L.M., GUIDOLIN, A.F., CARVALHO, F.I.F. Parâmetros genéticos do rendimento de grãos e seus componentes com implicações na seleção indireta em genótipos de feijão preto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.1-6, 1999.
- COSTA, J.G.C., ZIMMERMANN, F.J.P. Efeitos de bordaduras laterais e de cabeceira no rendimento e altura de plantas de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1297-1304, 1998.
- DAVIS, J.H.C., AMÉZQUITA, M.C., MUNOZ, J.E. Border effects and optimum plot sizes for climbing beans (*Phaseolus vulgaris*) and maize association and monoculture. **Experimental Agriculture**, London, v.17, p.127-135, 1981.
- LÚCIO, A.D., STORCK, L., BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n.1, p.99-103, 1999.
- MARQUES, D.G. **As pressuposições e a precisão dos ensaios de competição de cultivares de milho no estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 1999. 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 6.ed. Ames : Iowa State University, 1967. 593p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3 ed. Passo Fundo: SBCS, 1995. 223p.
- UNESP RURAL. Semente de qualidade e plantio de inverno proporcionam produtividade. **Unesp Rural**, Jaboticabal, v.3, n.16, p.26-27, 1999.
- VALENTINI, L., VIEIRA, C., CONDÉ, A.R., *et al.* Fileiras de bordadura em ensaios de competição entre variedades de feijão. **Ciência e Cultura**, Viçosa, v.40, n.10, p.1002-1007, 1988.
- VIEIRA, C. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) no Estado de Minas Gerais. I. Ensaios comparativos e de variedades realizados no período de 1956 a 1961. **Experientiae**, Viçosa, v.4, n.1, p.1-68, 1964.