



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Brum, Betânia; Lopes, Sidinei José; Storck, Lindolfo; Santos, Valdecir José dos; Benz, Vilson; Lovato, Cláudio

Tamanho ótimo de parcela para ensaios com sorgo granífero em duas épocas de semeadura

Ciência Rural, vol. 38, núm. 2, março-abril, 2008, pp. 315-320

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33138203>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Tamanho ótimo de parcela para ensaios com sorgo granífero em duas épocas de semeadura.

Optimal plot size for experiments whit grains sorghum in two times of sowing

Betânia Brum¹ Sidinei José Lopes^{1*} Lindolfo Storck¹
Valdecir José dos Santos¹ Vilson Benz¹ Cláudio Lovato¹

RESUMO

O planejamento experimental é de fundamental importância quando se deseja precisão e qualidade dos resultados. Neste contexto, a escolha correta do tamanho e da forma de parcela em função da cultura e do tipo de ambiente merece atenção especial. O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho ótimo de parcela e a precisão experimental, na avaliação do rendimento de grãos de sorgo, em duas épocas de semeadura. Avaliaram-se dados de um experimento com sorgo granífero, cultivar "BR 304", conduzido em duas épocas de semeadura, durante o ano agrícola 2005/2006, na Universidade Federal de Santa Maria. Três áreas de sorgo foram semeadas em duas épocas (dezembro de 2005 e janeiro de 2006). Cada área foi constituída por quatro fileiras espaçadas em 0,5m, com 36 plantas por fileira. Estas 144 plantas foram tomadas como unidades básicas para a simulação de diferentes tamanhos de parcela. Conclui-se que, para experimentos de avaliação da produtividade de grãos de sorgo granífero, o tamanho ótimo de parcela é de oito plantas ou, aproximadamente, um metro linear de plantas, e que maior precisão pode ser obtida ao se aumentar o número de repetições, independentemente do número de tratamentos e da época de semeadura.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L., unidade básica, planejamento experimental

ABSTRACT

Good experimental planning is essential in order to obtain reliable and good results. In this context, the correct choice of plot size and form, which depends on the kind of crop and environment, deserves special attention. This research was aimed at estimating the optimal plot size as a function of the experimental precision, in a sorghum yield (variety 'BR 304') experiment in two sowing seasons. Data of the experiment were studied during the 2005/2006 growing season at the Universidade Federal de Santa Maria. Three areas were sown in two dates, (12/7/2005 and 01/05/2006) in a completely

randomized design with three replications. Each area was formed by four rows 0.5 m apart, totaling 36 plants per row. These 144 plants were considered as basic units in order to simulate different plot sizes. It was concluded that for sorghum yield experiments, the optimal plot size is formed by eight plants or approximately one linear meter of row and greater precision can be obtained by increasing the number of replications regardless the number of treatments and sowing dates.

Key words: *Sorghum bicolor* L., basic unit, experiment planning.

INTRODUÇÃO

O planejamento dos experimentos de avaliação da produtividade de grãos de sorgo granífero e de outras culturas é importante para qualificar os resultados de pesquisas, conseqüentemente, possibilitar o retorno econômico de quem se beneficia desses resultados. O planejamento envolve a escolha adequada da área experimental, do tamanho da parcela, do delineamento e do número de repetições, assunto amplamente relatado na literatura sobre experimentação (STEEL et al., 1977; GOMEZ & GOMEZ, 1984; RAMALHO et al., 2000).

Durante a fase de planejamento, o pesquisador estabelece o nível de precisão desejado. Para tal, deve considerar os diversos fatores que induzem ao erro experimental, dentre eles, destacam-se: as heterogeneidades do solo e do material experimental, as competições intraparcelar e interparcelar, amostragem na parcela, dentre outros. O erro experimental gerado pela heterogeneidade das

¹Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: sjlopes@ccr.ufsm.br. *Autor para correspondência.

unidades experimentais pode ser controlado através da adoção de algumas práticas, tal como a execução de experimento em branco para adequar a área experimental ao delineamento, ao tamanho e forma de parcela, ao número de repetições e de tratamentos, com a precisão desejada. Estas combinações consistem no principal modo de se contornar os efeitos aleatórios que contribuem para a heterogeneidade e maximizar a qualidade das informações obtidas na área experimental disponível (STORCK et al., 2000).

Entre os vários fatores que determinam o tamanho e a forma da parcela ideal para cada experimento, o principal é a heterogeneidade do solo (STORCK, 1979). Assim, a determinação dos mesmos deve ser feita para cada cultura e local em que as condições climáticas e de solo forem diferentes das que já tenham sido determinadas (OLIVEIRA & ESTEFANEL, 1995). Outro fator de grande importância é a espécie cultivada, porque as diferentes culturas possuem necessidades fisiológicas próprias e, por isso, respondem diferentemente às variações ambientais (BERTOLUCCI, 1991).

As variações ambientais existentes entre diferentes épocas de semeadura e anos podem resultar em diferentes valores de tamanho de parcela. Para verificar se as estimativas do tamanho ótimo de parcela são consistentes de ano para ano, devem ser realizados plantios das culturas por anos consecutivos nas áreas consideradas (LIN & BINNS, 1986). Em experimentos com milho, HALLAUER (1964) observou que, em plantios realizados em 15 locais, durante nove anos, houve variação considerável de ano para ano em alguns locais, enquanto que, em outros, praticamente, não existiu variação nas estimativas obtidas.

Existem vários métodos que estudam a relação entre o tamanho da parcela e a precisão experimental. O método precursor (SMITH, 1938) relaciona o tamanho ótimo de parcela com o índice de heterogeneidade do solo e o método de HATHEWAY (1961) com o número de repetições e a precisão desejada.

Na cultura do sorgo granífero, LOPES et al. (2005) constataram disparidade nos valores de tamanho de parcela estimados pelo método da máxima curvatura modificada (MEIER & LESSMAN, 1971) e pelos métodos da máxima curvatura em função da variância da unidade básica e da máxima curvatura em função do coeficiente de variação (THOMAS, 1974). Neste caso, os métodos da máxima curvatura em função da variância da unidade básica e em função do coeficiente de variação apresentaram estimativas de tamanho de

parcela que não condizem com os resultados normalmente encontrados nem com tamanhos de parcela utilizados na prática. Resultados semelhantes foram observados com as culturas de: milho (MARTIN et al. 2005), batata (STORCK et al., 2006), trigo (NETO et al., 2004) e mandioca (VIANA et al., 2002).

Pesquisas com relação ao plano experimental mais adequado para a cultura de sorgo ainda são escassas. O tamanho de parcela utilizado em experimentos com sorgo granífero, normalmente, seguem as informações relativas à cultura de milho. Na literatura brasileira, existe apenas um trabalho desenvolvido por LOPES et al. (2005), que descreve a influência do arranjo de plantas no tamanho ótimo de parcela, para a variável produtividade de grãos de sorgo. Nesse trabalho, foi estimado um tamanho de parcela para a cultura do sorgo granífero de 3,2m² e verificado que este não varia com o espaçamento, mas, ao se aumentar o número de plantas na linha, pode-se usar parcelas menores.

Diante da expressiva importância que a cultura do sorgo granífero representa na produção brasileira de grãos, estudos de metodologias para se aumentar a precisão dos experimentos são essenciais. Esses estudos estão intimamente relacionados ao uso de métodos para se determinar parcelas com tamanho e forma ótimos. O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho ótimo de parcela e a precisão experimental como função das variações no número de tratamentos e de repetições e na avaliação do rendimento de grãos de sorgo, em duas épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se um experimento com sorgo granífero, cultivar “BR 304”, conduzido em duas épocas de semeadura, durante o ano agrícola 2005/2006, na Universidade Federal de Santa Maria. O município de Santa Maria caracteriza-se por apresentar relevo plano ondulado e o solo classificado como Brunizem Hidromórfico (EMBRAPA, 1999). A adubação foi realizada segundo as recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

Três áreas de sorgo foram semeadas em duas datas (7 de dezembro de 2005 e 5 de janeiro de 2006). Cada área foi constituída por quatro fileiras espaçadas em 0,5m, com 36 plantas por fileira. Avaliou-se a produção de grãos de sorgo de cada planta, com a

identificação da planta pelo número de ordem da fileira (1 até 4) e o número da planta dentro da fileira (1 até 36). Utilizando-se as 144 (4 fileiras x 36 plantas) plantas como unidades básicas em cada uma das seis áreas, simularam-se diferentes tamanhos de parcela, formadas por X_1 plantas de comprimento (colunas) e X_2 fileiras de largura (fileiras). Os tamanhos de parcelas foram simulados pelo agrupamento de plantas contíguas, de modo que $X_1 \times X_2 = X$, sendo X o tamanho da parcela em número de plantas. Os tamanhos ($X_1 \times X_2$) simulados foram: 1*1, 2*1, 3*1, 4*1, 6*1, 12*1, 1*2, 2*2, 3*2, 4*2, 6*2 e 12*2. Assim, para parcelas de X plantas, tem-se o número de repetições limitado em $N(x)=144/X$. Considerando-se $Y(x)_i$ o total do rendimento de grãos na parcela simulada com X plantas, na repetição i variando de 1 até $N(x)$, foram calculadas as seguintes estatísticas: $M(x) = \sum_i^{N(x)} Y(x)_i / N(x)$, média das parcelas com X plantas;

$$V(x) = \sum_i^{N(x)} [Y(x)_i - M(x)]^2 / [N(x) - 1]$$

variância entre as parcelas com X plantas;

$VU(x) = V(x) / X^2$, variância por planta calculada entre as parcelas de X plantas; e,

$CV(x) = 100 \sqrt{V(x)} / M(x)$, coeficiente de variação entre as parcelas de X plantas.

Com o cálculo dessas estatísticas, para cada uma das seis áreas do experimento, foi estimado o índice de heterogeneidade “b”, segundo a relação empírica $VU(x)=V_1/X^b$ de SMITH (1938) para o rendimento de grãos. O valor de “b” foi estimado como um coeficiente de regressão linear, através da logaritimização da função $VU(x)=V_1/X^b$, sendo a estimação ponderada pelos graus de liberdade (GL), associados a cada um dos 12 tamanhos de parcelas simulados, pois o número de repetições ou GL depende do tamanho da parcela (STEEL et al., 1997). Neste modelo, V_1 é o parâmetro para estimar a variância entre as parcelas de uma planta. Também foram estimados, usando-se a transformação logarítmica e a ponderação pelos GL, os parâmetros da função $CV(x)=A/X^b$.

Para comparar as duas datas de semeadura, foi usada a função $CV(x)=A/X^b$, cuja transformação logarítmica resulta no modelo $Y = \alpha_k + \beta_k X + \varepsilon$, estimada de forma conjunta para as três áreas, para k variando de 1 a 2. Foi usado o teste de paralelismo ($H_{01} : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K$) mesma origem ($H_{02} : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_K$) e coincidência ($H_{03} : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_K, \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K$) entre as duas datas de semeadura (SEBER, 1976). Para testar estas hipóteses, foram calculadas as estatísticas

$$F_c = \frac{(SQE_{Ho} - \sum_k^K SQE_k) / (K - 1)}{\sum_k^K SQE_k / (n - 2K)}$$

para H_{01} e H_{02} e

$$F_c = \frac{(SQE_{Ho} - \sum_k^K SQE_k) / (2K - 2)}{\sum_k^K SQE_k / (n - 2K)}$$

para H_{03} , em que SQE_{Ho} é a Soma de Quadrado (SQ) dos erros conjuntos (usando três áreas e duas datas nos 12 tamanhos de parcelas); é a soma das SQ dos erros das duas datas de semeadura (três áreas em 12 tamanhos de parcela); K é o número de datas ($K=2$); n é o número total de observações (tamanho de parcelas e número de áreas).

Utilizando-se das estimativas dos parâmetros das funções $VU(x)=V_1/X^b$ e $CV(x)=A/X^b$, foram obtidas as estimativas do tamanho ótimo de parcela pelo método de máxima curvatura modificada (MEIER & LESSMAN, 1971),

$$X_o = \exp \left\{ \left[\frac{1}{2B+2} \right] \ln \left[\frac{A^2 B^2 (2B+1)}{B+2} \right] \right\}$$

e a estimativa da diferença entre médias de tratamentos, expressos em percentagem da média (D), pelo método de HATHEWAY (1961), cuja fórmula é:

$$D = \sqrt{2(t_1 + t_2)^2 A^2 / r X_o^b}$$

Na expressão de D , r é o número de repetições, X_o é o tamanho ótimo de parcelas, em números de plantas, A e b são estimativas obtidas nas funções $CV(x)=A/X^b$ e $VU(x)=V_1/X^b$, t_1 é o valor tabelado de t para testes de significância (bilateral a 5%) e t_2 é o valor tabelado de t correspondente a um erro de $2(1-P)$, sendo $P=0,80$ a probabilidade de se obter resultados significativos. Os valores tabelados da distribuição t -student foram obtidos com GL graus de liberdade, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, ou seja, $GL=I(r-1)$. O número de tratamentos (I) foi arbitrado em 6, 12 e 18 e o número de repetições (r) foi arbitrado em 3, 5, 8 e 12.

As análises foram realizadas com o auxílio dos pacotes estatísticos: software científico - NTIA, desenvolvido pelo Centro Tecnológico para Informática (EMBRAPA, 1997), e um programa em linguagem Fortran (ABOU-EL-FITTOUH et al., 1974) com algumas modificações, específico para calcular as médias e as variâncias das parcelas de diferentes tamanhos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na colheita, o espaçamento médio entre as plantas dentro das fileiras foi igual a 12,8cm ou o equivalente a 156.250 plantas por hectare (espaçamento entre fileiras de 0,5m). Considerando-se a produção média de grãos de todas as plantas de 35,06g planta⁻¹ (Tabela 1), estima-se um rendimento equivalente a 5.478kg de grãos por hectare, sendo este superior à média do Estado do Rio Grande do Sul na safra 2002/03, que foi de 2.237kg ha⁻¹ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA, 2003). Assim, as condições do plantio parecem ser favoráveis para o estudo da variabilidade da área e o planejamento de experimentos, pois, conforme SANTOS (2003), o potencial de rendimento do sorgo granífero varia de sete a 10t ha⁻¹, quando em plantios favoráveis de verão e em sucessão, respectivamente.

A média do rendimento de grãos da segunda época foi menor, mas este fato não é relevante para o planejamento de experimentos, pois não afeta as estimativas do tamanho ótimo de parcelas. Pode-se supor que o menor rendimento, obtido na segunda época, ocorreu em função das altas temperaturas do ar e da radiação solar deste período, que provavelmente provocaram redução no ciclo da cultura e, conseqüentemente, do acúmulo de fotoassimilados e do enchimento de grãos.

O coeficiente de determinação das funções $CV(x)=A/X^b$ e $VU(x)=V_1/X^b$ foi alto (Tabela 1), revelando um bom ajuste das funções e estimativas confiáveis dos parâmetros. Observou-se, também, pouca variação do coeficiente de variação e índice de heterogeneidade entre as repetições e entre as épocas de semeadura, o que significa variabilidade semelhante entre repetições e épocas.

O índice de heterogeneidade foi alto, próximo da unidade, independentemente da época e da repetição e, nestes casos, conforme estudos de LIN & BINNS (1986), os experimentos devem ser estruturados com parcelas maiores e menor número de repetições. Contudo, parcelas experimentais grandes tornam o trabalho difícil e oneroso (STORCK et al. 1979). Um alto índice de heterogeneidade indica que as parcelas vizinhas localizam-se em ambientes contrastantes. Assim, ao se aumentar o tamanho de parcela, busca-se aumentar a homogeneidade entre as parcelas que receberam diferentes tratamentos. Em estudos recentes com sorgo, LOPES et al. (2005) também encontraram índices de heterogeneidade acima de 0,7.

Considerando-se a pouca variação das estimativas dos parâmetros (A e B) da função $CV(x)=A/X^b$, com a qual se estima o tamanho ótimo de parcela, já é previsível que o tamanho de parcela (X_o) também tenha pouca variação entre repetições e entre as épocas de semeadura. Os testes de hipóteses referentes ao paralelismo, mesma origem e coincidência indicaram não existirem diferenças significativas ($P>5\%$) entre as

Tabela 1 - Estimativas do rendimento de grãos do sorgo granífero (g) por planta (M(1)), dos parâmetros das relações $CV(x)=A/X^b$ e $VU(x)=V_1/X^b$, coeficiente de determinação (R^2) e do tamanho ótimo de parcela (X_o), para cada uma das três áreas e no conjunto das três áreas, em duas datas de semeadura e no geral (seis áreas) e médias. Santa Maria 2005/2006.

área	M(1)	A	B	V_1	b	R^2	X_o
07 de dezembro 2005							
1	40,61	66,00	0,699	718,38	1,399	0,93	9,21
2	32,52	47,16	0,365	235,33	0,730	0,99	7,17
3	41,80	49,25	0,562	446,42	1,156	0,89	7,89
Média	38,31	54,14	0,542	466,71	1,095	-	8,39
Conjunto	38,31	51,00	0,513	422,71	1,095	0,84	8,05
05 de janeiro 2006							
1	29,25	41,62	0,453	148,16	0,906	0,82	6,92
2	33,65	60,66	0,641	416,29	1,281	0,95	8,90
3	32,52	44,70	0,484	211,58	0,969	0,93	7,34
Média	31,81	48,99	0,526	258,67	1,052	-	7,85
Conjunto	31,81	49,20	0,537	247,82	1,083	0,88	7,88
Geral ⁺	35,06	50,09	0,525	315,31	1,073	0,77	7,97

⁺ Geral: as duas datas de semeadura têm funções com a mesma origem, são paralelas e coincidentes, em 5% de significância.

épocas de semeadura, pois não apresentaram diferenças entre os índices de heterogeneidade, ou seja, com mesma variação entre plantas. Assim, o plano experimental, quanto ao tamanho de parcela e número de repetições, não depende da época de semeadura.

Tal resultado indica que as duas épocas de semeadura proporcionam condições semelhantes quanto ao tamanho de parcela obtido, ou seja, as mudanças ambientais entre as épocas não são suficientes para alterar o CV, segundo a metodologia adotada e, por conseguinte, o tamanho de parcela. Dessa forma, o número de repetições, bem como o tamanho de parcela, pode ser o mesmo para as duas épocas avaliadas.

Considerando-se, portanto, o tamanho de parcela geral, obtido com todas as plantas nas duas épocas (Tabela 1), o tamanho ótimo de parcela é em torno de oito plantas, equivalendo a uma fileira de 102,4cm (12,8cm x 8 plantas), ou 1 metro de comprimento, ou 0,5 metro quadrado. Tamanho ótimo de parcela igual a 0,5m² é bem menor que os 3,2m² encontrados por LOPES et al. (2005), que utilizaram unidade básica igual a 0,5m de linha e ressaltaram a possibilidade de influência do tamanho da unidade básica no tamanho ótimo de parcela. Portanto, ratificam-se os resultados nos ensaios com batata, em que o tamanho da unidade básica afeta a estimativa do tamanho ótimo de parcela, sem alterar a precisão experimental, independentemente do número de tratamentos (OLIVEIRA et al., 2005).

Embora o tamanho da unidade básica não interfira na precisão, deve-se atentar para o fato de que a utilização de uma planta como sendo uma unidade básica possibilita detectar a competição existente entre

as plantas vizinhas e, desse modo, diminuir a heterogeneidade das unidades básicas, o tamanho ótimo de parcela e os custos relacionados.

Considerando-se o valor de A, da função $CV(x)=A/X^b$, igual a 50%, e a estimativa de b, da função $VU(x)=V_1/X^b$, próximo à unidade e ao tamanho ótimo da parcela igual a 8 (tamanho ótimo) e 16 plantas, observaram-se variações da precisão de experimentos nesta área, com pouca variação da precisão com relação ao número de tratamentos e uma variação importante quanto ao número de repetições (Tabela 2). No entanto, aumentar o tamanho das parcelas é mais eficiente na redução do valor de D (precisão experimental) com o uso de um menor número de repetições, comprovando os estudos de LIN & BINNS (1986). LOPES et al. (2005) também obtiveram um coeficiente de variação elevado (52,76%) entre as repetições e tratamentos em experimento com a cultura do sorgo granífero, indicando aumento no tamanho de parcela à medida que se eleva o CV.

Portanto, o pesquisador poderá, usando os dados de precisão da tabela 2, configurar experimentos mais adequados quanto à precisão, não esquecendo as limitações de área experimental, de recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis.

CONCLUSÕES

Para experimentos de avaliação da produtividade de grãos de sorgo granífero, o tamanho ótimo de parcela é de oito plantas ou, aproximadamente, de 1 metro linear de plantas. Além disso, maior precisão pode ser obtida ao se aumentar o número de repetições, independentemente do número de tratamentos e da época de semeadura.

Tabela 2 - Diferença entre médias de tratamentos (D) em percentagem da média para experimentos com variação no número de tratamentos (I) e no número de repetições (r), usando-se parcelas de 8 e 16 plantas, coeficiente de variação igual a 50% e índice de heterogeneidade igual a um. Santa Maria 2005/2006.

Tamanho de parcela	Número de tratamentos	Número de repetições (r)			
		3	5	8	12
8	6	44,04	32,66	25,35	20,52
8	12	42,16	31,97	25,05	20,38
8	18	41,57	31,75	24,97	20,38
16	6	31,14	23,09	17,93	14,51
16	12	29,81	22,61	17,72	14,41
16	18	29,39	22,45	17,65	14,41

REFERÊNCIAS

- ABOU-EL-FITTOUH, H.A. et al. A program for studying the optimum plot size in field experiments on the computer. **Agricultural Research Review**, v.52, p.85-90, 1974.
- BERTOLUCCI, F.L.G. et al. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v.15, p.295-305, 1991.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 4.ed. Passo Fundo: SBCC, 2004. 224p.
- EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: manual do usuário - ferramental estatístico**. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2.ed. New York: John Wiley, 1984. 680p.
- HALLAUER, A.R. Estimation of soil variability and convenient plot size from corn trials. **Agronomy Journal**, v.56, p.493-497, 1964.
- HATHEWAY, W.H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, v.53, p.279-280, 1961.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA. Rio Grande do Sul: **lavoura temporária**. 2003. Capturado em 23 de out de 2006. Online. Disponível na internet <http://www.ibge.gov.br/estadossat/tema.php>.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. Relative efficiency of two randomized block designs having different plot size and numbers of replications and of plots per block. **Agronomy Journal**, v.78, p.531-534, 1986.
- LOPES, S.J. et al. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.525-530, 2005.
- MARTIN, T.N. et al. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.35-40, 2005.
- MEIER, V.D.; LESSMAN, K.J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* hordnt. **Crop Science**, v.11, n.5, p.648-650, 1971.
- NETO, D.H. et al. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.517-524, 2004.
- OLIVEIRA, P.H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, v.25, p.205-208, 1995.
- OLIVEIRA, S.J.R. et al. Plot size and experimental unit relationship in exploratory experiments. **Scientia Agricola**, v.62, n.6, p.585-589, 2005.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: EDUEFLA, 2000. 326p.
- SANTOS, F.G. **Cultivares de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 3p. (Comunicado Técnico, 77).
- SEBER, G.A.F. **Linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 465p.
- SMITH, H.F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, n.28, p.1-23, 1938.
- STEEL, R.G.D. et al. **Principles and procedures of statistics**. 3.ed. Nova York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.
- STORCK, L. **Estimativa do tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.)**. 1979. 90f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.
- STORCK, L. et al. Dimensões dos ensaios e estimativas do tamanho ótimo de parcela em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.903-909, 2006.
- THOMAS, H.L. Relationship between plot size and plot variance. **Agricultural Research Journal of Kerala**, v.12, p.178-189, 1974.
- VIANA, A.E.S. et al. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.58-63, 2002.