

METODOLOGIA E TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

METODOLOGIA EXPERIMENTAL PARA RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO DE ESPAÇO ⁽¹⁾

THOMAS NEWTON MARTIN ^(2*); ADILSON JAUER⁽³⁾; LUIZ MARCELO COSTA DUTRA ⁽³⁾;
ANTÔNIO LUÍS SANTI ⁽³⁾; LUCIO ZABOT ⁽⁴⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o planejamento experimental (tamanho de parcela e número de repetições) para a cultura da soja, em experimentos com restrições de área para o rendimento de grão, a fim de minimizar a área experimental. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria, no ano agrícola 2000/2001, utilizando o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos, as duas variedades cultivadas de soja (BRS137 e Fepagro RS10). Cada repetição foi constituída por 18 fileiras de 8 m de comprimento, no espaçamento de 44 cm. A colheita foi efetuada em unidades básicas (ub) de 1 m de fila (0,44 m²), totalizando 144 ub. O tamanho da parcela e a diferença verdadeira entre duas médias de tratamentos foram estimados pelo método de Hatheway, em três situações de números de repetições (4, 8 e 16), a fim de verificar na variável rendimento de grãos qual a combinação que pode minimizar a área experimental para a cultura da soja. Pode-se utilizar o mesmo tamanho de parcela para as diferentes variedades cultivadas de soja, mantendo-se fixo o grau de precisão e o número de repetições. É possível otimizar o experimento utilizando maior número de repetições e reduzindo o tamanho da parcela.

Palavras-chave: *Glycine max* L, área experimental limitada, tamanho de parcela e precisão experimental.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL METHODOLOGY IN CONDITIONS OF RESTRICTION OF SPACE FOR SOYBEAN

The aim of this research was to optimize experimental planning for soybean crop in experiments with restrictions for grain yield, in order to reduce experimental plot size. The experiment was carried out at Santa Maria Federal University, in the agricultural year of 2000/2001, using a randomized block design, with three replicates, and two soybean cultivars (BRS137 and Fepagro RS10) used as treatments. Each replication was constituted by 18 rows of 8-m long and 44 cm of spacing between rows. Harvest was performed in basic units (ub) of 1 m of row (0.44 m²), totaling 144 ub. Plot size and true difference between treatment means were estimated by Hatheway method, with three different numbers of replications (4, 8 and 16) to verify, in the grain yield variable, which combination would minimize experimental area for soybean crop. The same plot size can be used for different soybean cultivars, keeping constant precision degree and number of replicates. Experiments can be optimized using larger number of replications and reducing plot size.

Key words: *Glycine max* L, limited experimental area, plot size and experimental precision.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 29 de junho de 2004 e aceito em 28 de fevereiro de 2007.

⁽²⁾ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, Caixa Postal 157, 85660-000 Dois Vizinhos (PR). E-mail: thomas.martin@hotmail.com (*) Autor para correspondência.

⁽³⁾ Doutorando PPG-Produção Vegetal/CCR/UFMS, Faixa de Camobi, km 9, Campus Universitário, Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul. Bolsista CAPES. E-mail: ajauer@ibest.com.br; santial@mail.ufsm.br; marcelo@ccr.ufsm.br

⁽⁴⁾ Estudante de Agronomia/CCR/UFMS. Bolsista CNPq.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as áreas experimentais estão sendo utilizadas de modo intensivo pelos pesquisadores, a fim de maximizar recursos financeiros, logísticos e de pessoal, para obter resultados mais rápidos e com maior confiabilidade. O tamanho e a forma das parcelas experimentais influenciam diretamente o tamanho total da área a ser utilizada para o experimento, bem como a quantidade de materiais duráveis e não duráveis, e a utilização de recursos humanos no manejo dos experimentos. Para que as áreas experimentais possam ser manejadas de forma mais intensiva, a fim de produzir maior quantidade de resultados com qualidade em um menor período de tempo é importante o planejamento experimental adequado, para que os experimentos sejam menores e mais eficientes quanto à precisão e aos custos. A ampliação das áreas experimentais não tem sido uma constante nos centros de pesquisas públicas ou privadas, no entanto, a necessidade de informação, juntamente com o treinamento de recursos humanos, tem crescido anualmente, gerando inúmeras pesquisas as quais demandam por áreas experimentais que possuam qualidades adequadas para a realização dos experimentos.

Alguns experimentos possuem tratamentos que podem causar heterogeneidade nas áreas experimentais e outros podem comprometer a utilização da área experimental para a realização de experimentos futuros, provocando alterações no erro experimental. Dentre os principais fatores que interagem com o tamanho e a forma de parcelas experimentais e conseqüentemente com o erro experimental estão a área disponível, a qualidade do terreno, os objetivos dos experimentos, os tratamentos culturais, o tipo de planta cultivada, o número de tratamentos, o número de repetições, os recursos econômicos e o grau de precisão desejada, entre outros (DE LA LOMA, 1955 e LE CLERG et al., 1962).

O aumento do tamanho da parcela, no sentido do comprimento e/ou da largura, provoca um decréscimo no coeficiente de variação devido à correlação entre as parcelas vizinhas (RAMPTON e PETERSEN, 1962; MARKUS, 1974; RAMALHO et al., 1977). Mesmo assim, recomenda-se usar o menor tamanho de parcela compatível com os trabalhos previstos no manejo do experimento e obter a precisão desejada através do aumento do número de repetições (STORCK et al., 2000).

Em experimentos com amostragem, independentemente da magnitude do erro entre ou dentro de parcelas, o aumento do número de repetições sempre diminui a estimativa da variância da média estimada. Porém, quando o erro dentro das

parcelas for muito maior do que o erro entre as parcelas, pode-se diminuir a variância com maior eficiência aumentando-se também o número de indivíduos por parcela (BARBIN, 1993). Portanto, a melhoria da precisão de experimentos pode ser obtida com o aumento da área experimental.

Além dos fatores já citados, a variação genética entre as plantas ou cultivares distintas, deve ser considerada na determinação do tamanho de parcela experimental. Trabalhando com a cultura do milho, com quatro bases genéticas diferentes MARTIN (2003) verificou que a variabilidade genética entre os materiais estudados influenciou na determinação do tamanho ótimo de parcela e no número de repetições para que os experimentos possuíssem a mesma precisão experimental. Na avaliação de famílias de meio-irmãos de milho, PALOMINO et al. (2000) verificaram que existe a necessidade de maior número de plantas por parcela, para assim melhorar a precisão experimental. Ressaltam que o benefício é maior quando as parcelas são constituídas por duas ou três linhas do que por uma linha, para o mesmo número de plantas, o que acarretará em uma menor competição intergenotípica. Para a cultura do eucalipto, na determinação do número de plantas de meio-irmãos que devem compor a parcela, ARRIEL et al. (1993) verificaram a necessidade de três plantas para as avaliações, mas ressaltam que se deve levar em conta a variação genética que poderá ampliar o número de plantas e a área do experimento para que as inferências tenham validade.

Atualmente, a maioria das informações referentes ao planejamento experimental para a cultura da soja é oriunda de pesquisas realizadas em outros países. Dessa forma, os resultados não condizem com as condições brasileiras, devido a diferentes épocas de execução dos experimentos e diversas condições experimentais empregadas. Como primeiros resultados, estudos referentes ao tamanho de parcela em soja descritos na literatura, são apresentados por ODLAND e GARBER (1928). Esses autores observaram que o melhor tamanho de parcela possui área de 4,88 m² e sulcos distanciados de 0,76 m. WEBER e HORNER (1957) verificaram resultados semelhantes (4,50 m²), ou seja, parcelas de 3,1 unidades básicas, de 8 por 2 plantas. Esses resultados foram inferiores àqueles conseguidos por BRIM e MASON (1959), que observaram o tamanho ótimo de parcela para a cultura da soja de 7,81 m² (3 x 8 plantas). Para as condições do Rio Grande do Sul, PIGNATARO e GONÇALVES (1972) obtiveram em um experimento de uniformidade desenvolvido no Rio Grande do Sul, que o melhor tamanho de parcela corresponde a 1,80 m²,

que pode ser estendido até 3,6 m², sem perda de precisão. Mais recentemente, MARTIN et al. (2005) concluem que para duas diferentes cultivares o número de repetições que confere precisão adequada é igual a sete e o tamanho ótimo de parcela é de 3,96m².

O objetivo deste trabalho foi determinar o planejamento experimental (tamanho de parcela e número de repetições) para a cultura da soja, em experimentos com restrições de área para o rendimento de grão, a fim de minimizar a área experimental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Fitotecnia, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria (RS), região climática da Depressão Central, situada a uma altitude de 95 m, latitude 29° 42' 24" S e longitude 53° 48' 42" W. O clima da região, de acordo com a classificação climática internacional de Köppen, citado por MORENO (1961) é do tipo Cfa - temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico. O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico.

A adubação e calagem do solo foram realizadas conforme as recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina da Comissão ... (1995), para a cultura da soja, utilizando-se 4,8 t ha⁻¹ de calcário PRNT 100%, aplicado quatro meses antes da semeadura e 350 kg ha⁻¹ da formulação 0-25-25 na semeadura.

O experimento foi desenvolvido no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, conforme STORCK et al. (2000), sendo os tratamentos constituídos por duas variedades cultivadas de soja, BRS137 (ciclo semiprecoce) e Fepagro RS10 (ciclo tardio). A semeadura foi realizada em 19 de dezembro de 2000, na densidade de 400.000 plantas ha⁻¹. Foram executadas todas as práticas culturais recomendadas para obtenção do máximo controle de insetos, doenças e plantas daninhas, garantindo que o experimento ocorresse sem nenhuma interferência desses fatores.

Cada parcela ou unidade experimental foi constituída de 18 filas, de 8 metros de comprimento, distanciadas 0,44 metros entre si. No momento da colheita, as parcelas foram

subdivididas em 144 unidades básicas de um metro linear. Utilizou-se bordadura no entorno do experimento de 4 metros.

O rendimento de grão obtido em cada unidade básica de um metro linear (0,44m²) foi corrigido para umidade de 13%. A verificação das pressuposições do modelo matemático (aleatoriedade dos erros estimados, homogeneidade da variância dos erros estimados entre os genótipos, aditividade do modelo matemático e normalidade da distribuição dos erros estimados), para o rendimento de grãos, foi executada conforme MARQUES (1999).

Em cada uma das seis parcelas experimentais (dois genótipos x três repetições), foram planejadas 15 diferentes tamanhos de parcela, formadas pela combinação de X₁ fileiras de largura (o número de linhas ou fileiras variando de 1 a 18) e X₂ colunas de comprimento (comprimento de um metro linear, variando de 1 a 8) e cada uma das 18 fileiras de largura (X₁) foi subdividida em 8 colunas de comprimento. Os tamanhos de parcela foram formados pelo agrupamento de unidades contíguas, de modo que X₁ x X₂ correspondem a X (tamanho da parcela em número de unidades básicas). Dessa maneira, o número de repetições de cada tipo de parcela formado ficou limitado pela área total da parcela principal. Os 15 tipos de parcela relacionando (X₁ x X₂) planejados foram: 1x1, 1x2, 1x4, 2x1, 2x2, 2x4, 3x1, 3x4, 4x1, 6x1, 6x2, 6x4, 9x1, 9x2 e 9x4.

Estabeleceram-se os parâmetros: N é o número de parcelas planejadas, com X unidades básicas (UB) de tamanho calculado por $N = 144/X$; $M(x)$ é a média do rendimento de grãos das parcelas com X UB de tamanho; $V(x)$ é a variância entre parcelas de X UB de tamanho; $VU(x)$ é a variância por UB, calculada por $VU(x) = V(x)/X^2$ e $CV(x)$ é o coeficiente de variação entre as parcelas de X unidades básicas de tamanho. Com base nessas estatísticas, estimou-se o índice de heterogeneidade do solo (b) segundo a relação empírica $VU(x) = V_1/X^b$ de SMITH (1938) para rendimento de grãos. O valor do índice de heterogeneidade do solo (b) foi estimado como um coeficiente de regressão linear, através da transformação logarítmica da função $VU(x) = V_1/X^b$, e ponderação pelo número de graus de liberdade, associados aos tipos de parcelas (Steel et al., 1997). Nesse modelo, V_1 é o parâmetro que estima a variância entre as parcelas de uma UB. Do mesmo modo, foram avaliados os parâmetros A e B, da função de $CV(x) = A/X^B$, em que A é a estimativa do CV para X igual a uma UB. Os parâmetros das duas funções foram estimados para o conjunto das três repetições de cada genótipo.

As diferenças entre duas médias de tratamentos (d), expressas em porcentagem da média, foram estimadas conforme Hatheway (1961), utilizando a fórmula $d^2 = 2(t_1 + t_2)^2 A^2 / (rX^b)$, em que é o número de repetições (4, 8 e 16) requerido para detectar diferenças de d unidades; A é a estimativa do coeficiente de variação em porcentagem; t_1 é o valor crítico da distribuição de t para testes de significância (bilateral a 5%); t_2 é o valor crítico da distribuição de t correspondente a um erro de $2(1-P)$; P é a probabilidade de se obter resultados significativos (0,80); X é o tamanho das parcelas planejadas em unidades básicas, o qual variou de 1 a 36 e, b é a estimativa do índice de heterogeneidade do solo.

Através da análise da variância que considerou os 15 tipos de parcelas planejados e três repetições para os genótipos, têm-se 43 graus de liberdade para os testes de hipóteses e para os valores de t_1 e t_2 . Assim, o valor de t_1 é igual a 2,017 e $t_2=0,849$. As estimativas do tamanho das parcelas (X_0), em número de unidades básicas, considerando uma diferença para a diferença entre duas médias de tratamento igual a 20% (d) em relação à média geral, considerando o nível de precisão, conforme descrito anteriormente e citado por Hatheway (1961) e os diferentes números de repetições (4, 8 e 16), foram obtidas utilizando-se da expressão $X_0 = \exp\{\ln[2(t_1 + t_2)^2 A^2 / rd^2] / b\}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle de plantas daninhas e pragas foi eficiente, o que permitiu o crescimento e o desenvolvimento das plantas tenha sido satisfatório. Quanto aos pressupostos do modelo matemático, esses não foram violados, garantindo assim, a aplicação correta dos testes de hipótese e uma adequada qualidade da análise dos dados (STORCK et al., 2000).

Utilizando-se uma diferença em porcentagem da média (d) igual a 20%, a qual é aceitável se compararmos, mesmo que aproximadamente, com os resultados observados em LÚCIO (1997), que classificou os experimentos com diferença mínima significativa (DMS) entre 9% a 25%, como de precisão alta. Dessa forma, os resultados expressos na figura 1, permitem inferir sobre as variedades, em um mesmo nível de precisão, em diferentes condições de número de repetições. Pela figura 1, é possível visualizar que para obter uma diferença de rendimento entre dois tratamentos de $d = 20\%$, com 16 repetições, o número de unidades básicas para as variedades BRS137 e RS10 está entre 6 e 7. Para oito repetições esse valor variou em torno de 11,5 e 10,5 respectivamente, e quando o número de repetições foi de 4 o número de unidades básicas esteve em torno de 21 UB e 20 UB para ambas as variedades.

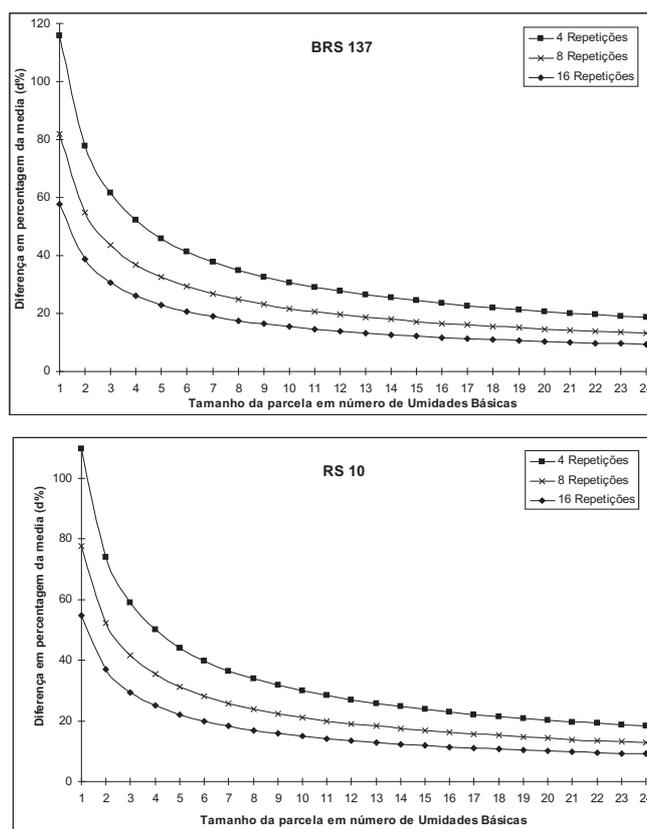


Figura 1. Relação da diferença entre duas médias, em porcentagem, do rendimento de grãos de soja a ser estatisticamente rejeitada, em função do tamanho da parcela em número de unidades básicas, em três diferentes números de repetição para as duas variedades de soja (BRS137 e Fepagro RS10). Santa Maria (RS), 2002.

Na tabela 1, estão expressos os parâmetros das funções de $VU(x)=V_1/X^b$ e $CV(x)=A/X^B$, verificando-se que os valores de V_1 , b , A e B são semelhantes entre si. Em particular, o valor do índice de heterogeneidade do solo (b), que reflete a heterogeneidade entre parcelas vizinhas é elevado para as duas variedades cultivadas, indicando grandes variações na área experimental. Dessa forma, alguns pesquisadores como LUGO (1977) e MARTIN (2003) observam que as parcelas experimentais devam ser maiores para evitar que um determinado tratamento localize-se em um local muito diferente dos outros, o que vai inflacionar o erro experimental. Assim, as variações no tamanho da área experimental decorrem, principalmente, da heterogeneidade do solo (DE LA LOMA, 1955; LE CLERG et al., 1962 e GOMEZ e GOMEZ, 1984) e das bases genéticas (MARTIN, 2003). Como o índice de heterogeneidade do solo, nas duas variedades estudadas é maior que a unidade (alta heterogeneidade) a taxa de aumento na precisão ocorre de forma mais acentuada para valores de

menores variações no tamanho da parcela (início da curva). Ou seja, a partir de parcelas experimentais com oito unidades básicas, o incremento em precisão experimental pouco se altera, o que muitas vezes não compensa o aumento do tamanho da parcela (em número de unidades básicas).

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros das funções $VU(x)=V_1/X^b$ e $CV(x)=A/X^B$, para os dois genótipos de soja, considerando a diferença (d) entre duas médias de tratamentos igual a 20%. Santa Maria (RS), 2002

Estatísticas	Cultivares	
	BRS 137	RS 10
V1	2,52	2,15
b	1,15	1,13
A	54,19	51,32
B	0,57	0,56

A variação do número de unidades básicas (tamanho da parcela) é pequena, quando se avaliam os genótipos em um mesmo número de repetições, fixando-se a diferença da percentagem da média em 20%. Por meio desses resultados, é possível, para um mesmo nível de precisão e número de repetições, a utilização de tamanhos de parcela semelhantes para as duas variedades cultivadas (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa do tamanho de parcela em número de unidades básicas, área necessária por parcela (m²) e área por tratamento (m²) para as duas variedades cultivadas de soja, para diferente número de repetições. Santa Maria (RS), 2002

Estatísticas	Cultivares	
	BRS 137	RS 10
4 repetições		
Tamanho da parcela	19,34	18,50
Área por parcela (m ²)	8,51	8,14
Área por tratamento (m ²)	34,04	32,56
8 repetições		
Tamanho da parcela	10,58	14,46
Área por parcela (m ²)	4,66	4,41
Área por tratamento (m ²)	37,28	35,28
16 repetições		
Tamanho da parcela	5,79	5,43
Área por parcela (m ²)	2,55	2,39
Área por tratamento (m ²)	40,8	38,24

Verificou-se que aumentando o número de repetições, a exigência do tamanho de parcela tende a ser menor, o que reduz também a área necessária por parcela; essa constatação também foi realizada por STORCK et al. (2000). A partir dos resultados da tabela 2, verificam-se nas duas variedades estudadas comportamentos semelhantes quanto à área ocupada por tratamento (com mesmo número de repetições e diferença da porcentagem da média) posto que a variabilidade resultante do material experimental é baixa.

Com o acréscimo no número de repetições de quatro para oito, a área experimental por tratamento, reduziu 45,24% para a variedade BRS137 e 45,82% para RS10. Quando se passou de quatro repetições para 16 a redução da área experimental foi de 70,04% e 70,63% para as cultivares BRS137 e RS10 respectivamente. LUGO (1977) relata que em solos com elevado grau de heterogeneidade, as parcelas experimentais devem ser maiores, e o inverso também é verdadeiro, ocasionando redução na variância entre as parcelas. Quando as parcelas experimentais são maiores, existe maior capacidade de homogeneização dos resultados experimentais, reduzindo a variância entre as parcelas (GOMEZ e GOMEZ, 1984).

No planejamento de experimentos de soja, nos quais se tem limitação quanto à área experimental, a cultivar a ser utilizada pouco influencia na área total dos experimentos, comparando-se com a variação no número de repetições, dentro de um mesmo nível de precisão. Esses resultados concordam com DE LA LOMA (1955) quando cita que, ao se ter limitações financeiras ou espaciais, indica-se a redução do tamanho de parcela e desse modo, aumento do número de repetições para que os resultados possam ser confiáveis.

Em virtude da semelhança dos resultados das cultivares BRS137 e RS10, podem-se padronizar procedimentos utilizados nos experimentos por meio do uso dos resultados da variedade com os maiores valores. No caso, essa variedade foi a BRS137, em que se observaram, para o mesmo nível de precisão (d = 20%), valores levemente superiores à variedade cultivada RS10; com essa metodologia, haverá uma proteção estatística aos resultados, garantindo assim maior confiabilidade aos resultados.

4. CONCLUSÕES

1. Pode-se utilizar o mesmo tamanho de parcela para as diferentes cultivares de soja, mantendo-se fixo o grau de precisão e o número de repetições.

2. É possível otimizar o experimento, utilizando maior número de repetições e reduzindo o tamanho da parcela.

REFERÊNCIAS

- ARRIEL, N. H. C.; RAMALHO, M. A. P.; Andrade, H. B. Número de repetições e influência da seleção em progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.7, n.2, p.213-223, 1993.
- BARBIN, D. **Componentes de variância: teorias e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 120p. 1993.
- BRIM, C.A.; MASON, D.D. Estimates of optimum plot size for soybean yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.331-334, 1959.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCC – Núcleo Regional Sul, EMBRAPA/CNPT, 1995. 223p.
- DE LA LOMA, J. L. **Experimentación Agrícola**. México: Hispano Americana, 1955. 500p.
- 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.
- HATHEWAY, W. H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, n.4, p.279-280, 1961.
- LE CLERG, E. L.; LEONARD W. H.; CLARK. A. G. **Field plot technique**. Minneapolis: Burgess publishing, 1962. 373p.
- LÚCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1997.
- LUGO, F. C. Tamaño de parcela experimental y su forma. **Revista de la Facultad Agronomía**, La Plata, v.9, n.3, p.55-74, 1977.
- MARKUS, R. **Elementos de estatística aplicada**. Porto Alegre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1974. 329p.
- MARQUES, D. G. **As pressuposições e a precisão dos ensaios de competição de cultivares de milho no estado do Rio Grande do Sul**. 1999, 42f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- MARTIN, T. N. **Contribuição das bases genéticas de milho para o plano experimental**. 2003, 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2003.
- MARTIN, T.N., DUTRA, L.M.C., JAUER, A. et al. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.271-276, 2005.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- ODLAND, T.E.; GARBER, R.J. Size of plot and number of replication in field experiments with soybeans. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.20, p.93-108, 1928.
- PALOMINO, E.C.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Tamanho da amostra para avaliação de famílias de meios-irmãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1433-1439, 2000.
- PIGNATARO, I.A.B.; GONÇALVES, H.M. Estimativa de melhor tamanho de parcela para experimentos de soja. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.8, n.2, p.153-159, 1972.
- RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. S.; SILVEIRA, J. V. Estimativas do tamanho ideal da parcela para experimentos com a cultura do feijão. **Revista Ciência e Prática**, Lavras, v.1, n.1, p.5-12, 1977.
- RAMPTON, H. H.; PETERSEN, R. G. Relative efficiency of plot sizes and number of replications as indicated by yields of Orchardgrass Seed in a uniformity test. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, n.3, p.247-249, 1962.
- SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, Camberra, v.28, p.1-23, 1938.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics**. 3. ed. Nova York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.
- STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000, 198p.
- WEBER, C.R.; HORNER, T.W. Estimates of cost and optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, p.444-449, 1957.