

Qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares em função da variabilidade de variáveis morfológicas

A. D. LÚCIO, L. STORCK, L. H. LORENTZ, T. N. MARTIN & T. HINNAH

Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Depto Fitotecnia/CCR/UFSM, Campus Universitário, Camobi (97105-900), Santa Maria – RS, Brasil. E-mail: adlucio@ccr.ufsm.br

LÚCIO, A. D., L. STORCK, L. H. LORENTZ, T. N. MARTIN & T. HINNAH. 2004. Qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares em função da variabilidade de variáveis morfológicas. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 11-17.

O objetivo do trabalho foi verificar a relação entre a diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS%) da variável rendimento de grãos, com a média e erro experimental das características morfológicas observadas no decorrer do experimento, ciclo dos cultivares estudadas e número de tratamentos adotados. Com os dados dos ensaios estaduais de competição de cultivares de milho no estado do Rio Grande do Sul, utilizou-se a análise de trilha, tendo como variável principal a DMS% e como variáveis explicativas as demais variáveis observadas nos experimentos, mostrando que variáveis como rendimento de grãos, altura da planta, altura de inserção da primeira espigas e número final de plantas, com valores mais homogêneos dentro de cada experimento, proporcionam um menor quadrado médio do erro, fazendo com que a precisão do experimento seja melhorada.

Palavras-Chave: precisão experimental, análise de trilha, Zea mays, correlação, regressão múltipla.

LÚCIO, A. D., L. STORCK, L. H. LORENTZ, T. N. MARTIN & T. HINNAH. 2004. Experimental quality in the experiments of competition of hybrid in function of the variability in morphologic variables. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 11-17.

A study was performed to verify the relationship between the least significative difference in mean percentage (LSD%) of the variable grain yield and the mean and experimental error of the morphological characteristics observed throughout the experiment cultivar cycle, and the number of treatments in corn. Using data from a net of corn cultivars trials in the Rio Grande do Sul State, a pathy analysis was carried out, with LSD% as the main variable and as explaining variables some other variables measured in the trials. The results showed that variables such as grain yield, plant height, height of the ear and the final number of plants in corn, with more homogeneous values inside each trial, lead to a smaller mean square error, which reproved the experimental precision.

Key words: experimental precision, pathy analysis, Zea mays, correlation, multiple regression.

INTRODUÇÃO

Devido à importância econômica da cultura do milho, pesquisas são realizadas para que se explore todo o potencial produtivo desta cultura. A Fundação de Pesquisa Agropecuária

do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO) coordena os Ensaio Estaduais de Competição de Cultivares de Milho, tendo como objetivo a avaliação de cultivares de milho em comercialização ou em vias de lançamento pelas empresas privadas e públicas, universi-

dades e institutos de pesquisa, sendo seus resultados utilizados como suporte para elaboração de uma lista de cultivares de milho para as diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul - BR. Lúcio (1997) avaliando os resultados destes ensaios, verificou a existência de experimentos com precisão inadequada, resultando em discriminações ineficientes entre os híbridos testados, induzindo conclusões incompletas.

Na experimentação agrônômica, a qualidade indica a confiabilidade dos resultados obtidos em um experimento, ou grupo destes, e é usualmente avaliada pela magnitude do erro experimental, definido por Steel & Torrie (1960) como sendo a variação devida ao efeito dos fatores não controlados ou que ocorrem ao acaso, de forma aleatória. Esse tipo de erro interfere diretamente na análise e conclusão de experimentos, pois quanto maior este, as diferenças entre tratamentos poderão não ser detectadas com o auxílio da estatística *F*, as médias de tratamentos serão erroneamente discriminadas (Federer, 1977; Storck *et al.*, 2000).

Segundo autores como Steel & Torrie (1960), Neter & Wasserman (1974), Federer (1977), Hinkelmann & Kempthorne (1994), Banzatto & Kronka (1995) e Storck & Lopes (1997), o uso dos princípios básicos da experimentação no planejamento, condução e análise de experimentos, são fundamentais para se manter o erro experimental em níveis aceitáveis. Outras formas de minimizar o efeito do erro experimental são o uso de maior número de repetições, combinado com parcelas menores (Gomes, 1994; Conagin *et al.*, 1995 e Storck & Lopes, 1997) e, a realização o mais uniforme possível dos tratamentos culturais inerentes à cultura, no decorrer do experimento (Lopes, 1993; Lopes & Storck, 1995 e Lúcio, 1997).

A avaliação da magnitude do erro experimental dá-se via estatísticas como coeficiente de variação (CV%), índice de variação (IV%) e diferença mínima significativa em percentagem

da média do experimento (DMS%). A maior precisão será obtida com menores valores destas estatísticas e menores diferenças entre estimativas de médias aparecerão como significativas. Lúcio *et al.* (2001a) trabalhando com experimentos em rede de ensaios nacionais, mostraram que para estimar os valores do quadrado médio do erro (QMe) e da DMS% via equação de regressão, as variáveis significativas foram a variância do peso de espiga, para o QMe, e o número de tratamentos e média do peso de espigas, para a DMS%. Já Lúcio *et al.* (2001b) mostraram que para se obter menores valores do QMe em experimentos em rede de ensaios nacionais de milho no Brasil, deve-se utilizar híbridos mais homogêneos em relação ao peso de espigas, rendimento de grãos, altura da planta e de inserção da primeira espiga, independente do ciclo dos materiais avaliados.

Assim, o objetivo do trabalho foi estabelecer o grau de dependência entre a diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS%) e a média e quadrado médio do erro (QMe) das variáveis morfológicas observadas em experimentos de competição de cultivares de milho, com as análises de regressão linear múltipla, de correlação e de trilha.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado refere-se aos resultados de 87 experimentos da Rede de Ensaios Estaduais, Preliminares e Recomendados de Cultivares de Milho, realizados na safra 97/98, para materiais de ciclo normal (NN), precoce (PC) e superprecoce (SP). Estes resultados foram obtidos junto à Fundação de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO).

Em cada experimento, foram coletadas as informações: tipo de ensaio em função de seu grau de importância na rede de ensaios estaduais de milho (estadual = 1, preliminar = 2 e recomendado = 3); ciclo (normal = 880 UC,

precoce = 830 UC e superprecoce = 800UC, onde UC = unidades calóricas =

$$\frac{\text{temp. máxima} + \text{temp. mínima}}{2} - \text{temp. base}$$

sendo temp. base = 10°C.); número de tratamentos (I); número de repetições (J); média (\bar{X}) e quadrado médio do erro (QMe) das variáveis rendimento de grãos (rend), altura da planta (ap), altura da espiga (ae), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (q), estande final (pf) e número de espigas (ne). Com os valores da média e QMe do rendimento de grãos, calculou-se os valores da DMS%=

$$100 \times \frac{\Delta \text{ de Tukey}}{\bar{X}}$$

onde

$$\Delta \text{ de Tukey} = q_{\alpha(I;gle)} \sqrt{\frac{QMe}{J}}$$

com $q_{\alpha(I;gle)}$ = amplitude total estudentizada do teste de Tukey, tabelado em função do nível $\alpha = 0,05$ de erro, para I tratamentos e gle graus de liberdade do erro.

O modelo de regressão linear múltipla utilizado é definido por Draper & Smith (1966) como:

$$Y_j = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{ij} + \varepsilon_j$$

onde: Y_j = diferença mínima significativa em porcentagem da média; α = coeficiente linear; β_i = coeficientes de regressão linear das variáveis independentes X_i ; X_{ij} = variável independente X_i na repetição j ; ε_j = erro aleatório. A estimação dos parâmetros das equações de regressão linear múltipla foi baseada no método Stepwise, tendo como variável dependente a DMS% do peso de grãos e como independentes, as demais variáveis.

Para uma melhor compreensão do grau de relação direta entre a DMS% e a média e QMe

das características avaliadas nos ensaios, e entre essas características, foi realizada a análise de correlação de Pearson. Este coeficiente é de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências de fatores, mas não dá a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos das variáveis independentes sobre a dependente, ou seja, existindo uma correlação entre X e Y, não se pode afirmar que Y é determinado ou causado por X, ou vice-versa, pois a correlação é apenas uma medida de associação (Costa Neto, 1977). Assim, realizou-se uma análise de Trilha (Vencovsky & Barriga, 1992 e Cruz & Regazzi, 1994), estudando os efeitos diretos e indiretos das variáveis utilizadas, sobre a variável dependente DMS%, através das estimativas e interpretações dos coeficientes de trilha.

Este coeficiente é definido como a relação entre o desvio padrão do efeito (DMS%), devido a uma dada causa (variáveis observadas no experimento), e o desvio padrão total do efeito (DMS%), medindo a influência direta de uma variável sobre a outra, independente das demais variáveis (efeito direto) e através delas (efeito indireto). Desta forma, essa análise foi realizada para verificar a relação direta e indireta de cada variável observada, em um experimento em rede de ensaio de milho, sobre a DMS% do rendimento de grãos, mostrando sua interferência na precisão experimental. Para isto utilizou-se o software *Genes* (Cruz, 1997).

Na interpretação dos efeitos, avaliam-se os valores do coeficiente de correlação de Pearson e do efeito direto e, quando estes forem iguais ou semelhantes, em magnitude e sinal, esta correlação direta explica a verdadeira associação existente. Se o coeficiente de correlação de Pearson for positivo mas o efeito direto for negativo ou desprezível, a correlação será causada pelos efeitos indiretos, sendo estes considerados na análise. Com o coeficiente de correlação de Pearson desprezível e o efeito direto apresentando-se po-

sitivo e alto, os efeitos indiretos é que são responsáveis pela falta de correlação, merecendo a mesma atenção na análise. Finalmente, com a correlação de Pearson negativa e efeito direto positivo e alto, deve-se eliminar os efeitos indiretos da análise e aproveitar somente os diretos (Vencovsky & Barriga, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa da equação de regressão múltipla obtida foi:

$$\text{DMS\%} = 125,14 - 9,91 \text{ Mrend} + 13,66 \text{ Vrend} - 1,14 \text{ Mpf} + 0,54 \text{ Vne}$$

onde verifica-se que as relações, inversa da média (Mrend) e direta do QMe (Vrend), do rendimento de grãos com a DMS% são definidas pela fórmula de cálculo da estatística DMS%, com a sua magnitude expressa pela equação de regressão, que foram mantidas na equação de regressão para reduzir o erro de ajuste do modelo matemático. Para média do estande final (Mpf) e QMe do número final de espigas (Vne), a relação mostra-se clara, sendo que para obter menores valores da DMS%, proporcionando maior precisão experimental, os experimentos deverão apresentar maiores valores da média final do estande de plantas e menores variâncias no número final de espigas, ou seja, experimentos apresentando realmente a densidade adequada de plantas e com estas não prolíferas, favorecendo a comparação entre materiais, dentro de cada ciclo, pois estarão sempre com o mesmo padrão estabelecido pela recomendação de cultivo.

Apesar das baixas correlações de Pearson apresentadas (Tabela 1), o desdobramento destas em efeito direto e indireto mostrou algumas relações de interesse, levando em conta alguns pontos essenciais da relação entre o coeficiente de correlação de Pearson, do fator causal e o caráter final (DMS%), e o

seu efeito direto.

Estas relações comprovam o grau de correlação existente entre Mrend, Vrend, Mpf e Vne com a DMS% (Tabela 1), mas também mostram que a DMS% não sofre interferência do tipo de ensaio, ciclo do material e número de tratamentos, sendo que o número de repetições possui relação negativa com a DMS%, observada via fórmula de cálculo da estatística, resultados estes que concordam com os obtidos por Lúcio *et al.* (2001a, b), quando trabalharam com os experimentos em rede de ensaios nacionais.

Outras variáveis mostraram-se também correlacionadas diretamente com a DMS%, como as médias da altura da planta e da inserção da primeira espiga (Map e Mae), sendo que quanto maior esta e menor aquela, menores valores da DMS% serão obtidos. Assim, percebe-se que para experimentos mais precisos, deve-se dar preferência para materiais de porte menor, com espigas mais próximas ao pendão, confirmados pelos efeitos indiretos da Map na DMS%, via Mae e vice-versa. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que para se obter menores erros experimentais no rendimento, a espiga deverá apresentar-se sadia e, a maior altura de inserção desta favorece um melhor secamento dos grãos, devido maior exposição à ação do sol e de ventos, combinado com um menor porte da planta, não favorecendo assim o sombreamento dentro do experimento, não formando ambiente propício para o ataque de patógenos.

O tipo de ensaio, ciclo dos materiais, número de tratamentos e de repetições não interferiram na magnitude da DMS%, mostrando que a escolha de quais e quantos híbridos que compõem os experimentos, a definição do número de repetições e qual o tipo de ensaio onde serão avaliados (preliminares, estadual ou recomendados), não interfere na precisão experimental geral dos ensaios, sendo estes fatores dependentes apenas do planejamento experimental, podendo então ser

Tabela 1. Efeitos diretos, indiretos e coeficiente de correlação linear de Pearson (*r*), entre a variável diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS%), com o tipo de ensaio, ciclo das cultivares, número de repetições (J) e de tratamentos (I), médias (M) e quadrado médio do erro (V) das variáveis rendimento de grãos (rend), altura da planta (ap), altura de inserção da primeira espiga (ae), estande final (pf), número de plantas acamadas mais quebradas (q) e número de espigas (ne).

Direct and indirect effects and Pearson linear coefficient (*r*) between the variable least significant difference in mean percentage (LSD%), with the type of trial, cultivars cycle, number of replicates (J) and the treatments (I), means (M) and error means square (V) of the grains yield variables (rend), plants height (ap), height of the first ears of corn (ae), final number of plants (pf), number of lodge plants (q) and number of ear of corn (ne).

	Tipo	Ciclo	J	I	Mrend	Vrend	Map	Vap	Mae	Vae	Mpf	Vpf	Mq	Vq	Mne	Vne
Efeito direto																
	-0,039	-0,049	-0,129	-0,022	-0,465	0,755	0,500	-0,017	-0,444	-0,029	-0,188	-0,043	-0,069	0,170	-0,149	0,224
Efeito indireto via																
Tipo	—	-0,001	0,026	-0,027	0,002	0,002	0,003	-0,004	0,004	-0,007	-0,002	0,004	-0,006	-0,004	0,001	0,010
Ciclo	-0,001	—	-0,003	0,012	0,003	0,001	-0,007	-0,010	-0,011	-0,006	0,025	0,001	0,006	0,006	0,005	0,005
J	0,087	-0,007	—	0,074	0,012	0,004	-0,039	0,000	-0,037	0,009	0,032	-0,011	0,028	0,032	-0,049	-0,057
I	-0,016	0,005	0,013	—	0,002	-0,003	0,003	-0,001	0,003	-0,003	-0,001	0,002	-0,002	-0,001	0,001	0,005
Mrend	0,019	0,027	0,042	0,035	—	0,013	-0,087	0,062	-0,102	0,076	-0,122	0,096	-0,083	-0,192	-0,058	0,098
Vrend	-0,029	-0,014	-0,025	0,105	-0,021	—	0,072	-0,076	0,099	-0,078	-0,085	0,008	-0,116	-0,120	0,054	0,057
Map	-0,039	0,072	0,151	-0,061	0,093	0,048	—	0,118	0,488	0,104	-0,006	-0,189	0,110	0,106	0,408	0,107
Vap	-0,002	-0,003	0,000	-0,001	0,002	0,002	-0,004	—	-0,002	-0,013	0,001	0,001	0,003	0,003	-0,003	0,001
Mae	0,045	-0,099	-0,126	0,068	-0,097	-0,059	-0,433	-0,062	—	-0,045	0,024	0,176	-0,103	-0,102	-0,335	-0,069
Vae	-0,005	-0,004	0,002	-0,004	0,005	0,003	-0,006	-0,023	-0,003	—	-0,002	0,003	0,005	0,003	-0,004	0,000
Mpf	-0,008	0,096	0,046	-0,012	-0,049	0,021	0,002	0,016	0,010	-0,012	—	0,053	-0,092	-0,097	-0,017	0,009
Vpf	0,004	0,001	-0,004	0,004	0,009	0,000	0,016	0,003	0,017	0,005	0,012	—	0,017	0,012	0,011	-0,019
Mq	-0,010	0,008	0,015	-0,006	-0,012	0,011	-0,015	0,013	-0,016	0,012	-0,034	0,027	—	-0,480	-0,012	0,012
Vq	0,018	-0,021	-0,043	0,008	0,070	-0,027	0,036	-0,026	0,039	-0,018	0,088	-0,049	0,117	—	0,027	-0,032
Mne	0,004	0,015	-0,057	0,004	-0,019	-0,010	-0,121	-0,022	-0,112	-0,020	-0,014	0,037	-0,026	-0,023	—	-0,053
Vne	-0,057	-0,023	0,098	-0,052	-0,047	0,017	0,048	-0,013	0,035	-0,003	-0,011	0,098	-0,040	-0,042	0,080	—
Pearson	-0,029	0,003	0,006	0,125	-0,512*	0,778*	-0,032	-0,030	-0,032	-0,032	-0,283*	0,214*	-0,251*	-0,729*	-0,040	0,298*

* significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

avaliados os níveis de erro da mesma forma.

Em função dos resultados obtidos, verifica-se que para experimentos de competição de cultivares de milho, nos ensaios preliminares, estaduais e recomendados, para os ciclos normal, precoce e superprecoce, plantas de menor porte, com espigas mais próximas ao pendão, não prolíferas, e experimentos com estande final mais próximo à densidade de plantas recomendada por ciclo, apresentam menores valores da diferença mínima significativa em percentagem da média, proporcionando maior precisão experimental. Esta afirmativa não possui caráter prático quando se conduz ou analisa um experimento, pois ao realizar tais tarefas os resultados já foram obtidos, mas a grande importância prática desse resultado é na fase do planejamento dos experimentos em rede de ensaios, onde para se obter melhor precisão experimental, deve-se optar em utilizar híbridos semelhantes em relação à altura, da planta e de inserção de espiga, ao estande final de plantas, ou seja, caracterizar bem os materiais a serem empregados, em função da recomendação da cultura.

Outra indicação importante, baseada nos resultados obtidos, é que ao se conduzir os experimentos de competição de cultivares, as diferenças entre materiais genéticos será sempre evidenciada, pois se avaliam nestes ensaios, materiais provenientes de várias empresas, com linhagens e programas de melhoramento distintos, mas se prevendo estas variantes, e conhecendo suas interferências sobre a qualidade experimental, a condução dos ensaios deverá ser realizada de tal forma a não inflacionar ainda mais o erro experimental, pela aplicação inadequada e/ou heterogênea de alguns tratamentos culturais, conforme citam Lopes & Storck (1995) e Lúcio (1997).

Pode-se inferir também sobre o enfoque dado para a redução do erro experimental do rendimento de grãos, pois se preocupa demasiadamente com o controle desse erro nesta variável, quando se observa que deverá também ser tratado de uma maneira melhor,

outras variáveis como o estande final (Mpf e Vpf) e o número de espigas (Mne e Vne), pois estas interferem diretamente na qualidade experimental. Sabe-se que há prejuízos nos ensaios de competição de milho, quando ocorre a mal distribuição dos híbridos nas categorias dos ciclos, forçando alguns deles a competirem dentro de um experimento com densidade populacional pré-fixada, com materiais geneticamente melhorados para maiores produtividades em densidades superiores àquela utilizada no ensaio. Este procedimento aumenta a Vpf e, conseqüentemente, para a Vne, prejudicando a precisão experimental. Cargnelutti Filho (2002) mostrou que esse problema é comum nas redes de ensaios estaduais de milho no Estado do Rio Grande do Sul e indicou alternativas para não inflacionar o erro experimental, ajustando o rendimento dos híbridos em função da densidade populacional utilizada no experimento.

Desta forma, observa-se que há problemas de interferência de outras variáveis morfológicas do milho, sobre a precisão experimental, sendo necessário um melhor planejamento e condução dos experimentos, aplicação de técnicas de análises estatísticas que venham a padronizar os efeitos destas variáveis sobre a qualidade e, repensar a classificação dos ensaios, tendo como alternativa a discriminação em função da real densidade populacional para a qual o híbrido foi melhorado.

CONCLUSÕES

A qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares de milho do Estado do Rio Grande do Sul, para a variável rendimento de grãos, sofre interferência de algumas variáveis morfológicas da planta.

Para uma maior qualidade experimental, obter estande final mais próximo do recomendado para o ensaio, com plantas apresentando uma só espiga, mais próxima do pendão e

com porte mais baixo.

Os usos de equação linear múltipla e análises de correlação linear simples e de trilha mostraram-se eficientes em discriminar as variáveis que influenciam a qualidade experimental e o grau desta influência.

BIBLIOGRAFIA

- Banzatto, D. A. & S. N. Kronka.** 1995. Experimentação agrícola. 3.ed. Editora FUNEP, Jaboticabal. 247 pp.
- Cargnelutti Filho, A.** 2002. Densidade de plantas como fator para avaliação adequada dos ensaios de competição de cultivares de milho. Dr. Tese. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 81 pp
- Conagin, A., T. Igue & V. Nagai.** 1995. Tabelas para determinação do número de repetições no planejamento de experimentos. Boletim Científico 34. Instituto Agrônômico, Campinas. 17 pp.
- Costa Neto, P. L. O.** 1977. Estatística. Editora Edgard Blücher. São Paulo. 264 pp.
- Cruz, C. D.** 1997. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa. 442 pp.
- Cruz, C. D. & A. J. Regazzi.** 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV, Viçosa. 390 pp.
- Draper, N. R. & R. Smith.** 1966. Applied regression analysis. John Wiley Press. New York. 407 pp.
- Federer, W. T.** 1977. Experimental design. 3.ed. Oxford & IBH Press. New York. 591 pp.
- Gomes, F. P.** 1994. A importância do número de repetições nos experimentos. Revista de Agricultura 69: 243-245.
- Hinkelmann, K. & O. Kempthorne.** 1994. Design and analysis of experiments. V.1 John Wiley & Sons. New York. 495 pp.
- Lopes, S. J.** 1993. Avaliação do efeito de diferentes formas de adubação sobre a precisão de ensaios de cultivares de milho. M. Sc. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 72 pp.
- Lopes, S. J. & L. Storck.** 1995. A precisão experimental para diferentes manejos na cultura do milho. Ciência Rural 25: 49-53.
- Lúcio, A. D.** 1997. Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul. M. Sc. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 62 pp.
- Lúcio, A. D., D. A. Banzatto, L. Storck, T. N. Martin & L. H. Lorentz.** 2001a. Equação de regressão linear múltipla para estimativa do erro experimental. Ciência Rural.31: 963-967.
- Lúcio, A. D., D. A. Banzatto, L. Storck, T. N. Martin & L. H. Lorentz.** 2001b. Correlação entre o erro experimental e características dos ensaios nacionais de competição de cultivares de milho. Ciência Rural.31: 769-773.
- Neter, J. & W. Wasserman.** 1974. Applied linear statistical models. Richard D. Irwin Press. Illinois. 842 pp.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Press, New York. 481 pp.
- Storck, L. & S. J. Lopes.** 1997. Experimentação II. Editora UFSM. Santa Maria. 197 pp.
- Storck, L., D. C. Garcia, S. J. Lopes & V. Estefanel.** 2000. Experimentação vegetal. Editora UFSM. Santa Maria. 198 pp.
- Vencovsky, R. & P. BARRIGA.** 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto. 496 pp.