

## RELAÇÃO ENTRE DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO NOS ENSAIOS DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES

### RELATION AMONG LEAST SIGNIFICANT DIFFERENCE AND COEFFICIENT OF VARIATION IN THE CULTIVAR COMPETITION TRIALS

Alessandro Dal Col Lúcio<sup>1</sup> Lindolfo Storck<sup>2</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar ensaios de competição de cultivares de milho, trigo, soja, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo conduzidos no Estado do Rio Grande do Sul e estimar a relação entre a diferença mínima significativa (DMS) e o coeficiente de variação (CV). Foram utilizadas as principais características estatísticas de 2014 ensaios: delineamento experimental, número de cultivares, número de repetições, número de graus de liberdade do erro, CV e a DMS obtida pelo método de Tukey em porcentagem da média dos ensaios. A estimativa da equação de regressão entre a DMS e o CV (variável independente), passando pela origem, resultou numa relação média de  $DMS = 2.72xCV$ , variando entre 2,47 (cevada) e 3,05 (sorgo). Esta variação nas relações indicam que existe diferenças nos planos experimentais tradicionais usados pelos pesquisadores. A DMS é uma estatística adequada para o controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares. Ela é facilmente obtida a partir do CV e reflete, em termos do valor comercial da produção, a importância da sua magnitude.

**Palavras-chave:** qualidade, erro, precisão experimental.

#### SUMMARY

The objective of this work was to study competition trials of maize, wheat, soybeans, drybeans, barley, oats, triticale and sorghum conducted in Rio Grande do Sul State and estimate relations between least significant difference and coefficient of variation. Statistics characteristics of 2014 trials were used, such as: experimental design, number of cultivars, replications, error degrees of freedom, coefficient of variation (CV) and least

significant difference (LSD) obtained from Tukey's test by the percentage of the experiment mean. The regression equation passing through the origin obtained between LSD and CV as the independent variable resulted in  $LSD = 2.72xCV$ , with the angular coefficient ranging from 2.47 (barley) to 3.05 (sorghum). These difference indicate that there are deviations of the traditional experimental layouts used by field crop researchers. The LSD is the statistic more adequate to control experiment quality. This statistic can be easily calculated from CV values and its magnitude reflects the commercial yield importance of the crop.

**Key words:** quality, error, experimental precision

#### INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade do resultado das atividades é uma característica intrínseca do ser humano. Na experimentação, a qualidade de um ensaio é um fator que indica a confiabilidade dos resultados obtidos. O controle de qualidade dos ensaios é exercido no planejamento, execução, coleta e análise dos dados, com objetivo de obter um nível de precisão experimental aceitável.

Segundo o Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de 1994, realizado no Estado do Rio Grande do Sul, as culturas do milho, soja, trigo, arroz, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo, são as principais culturas anuais recomendadas para o cultivo na

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Assistente, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia da UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: storck@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

maioria dos municípios do referido estado, conforme critérios como aptidão climática e uso de solos (RIO GRANDE DO SUL, 1994). Estas culturas têm merecido muitos esforços em pesquisas, visando o aumento de sua produtividade. Assim, inúmeros ensaios são realizados anualmente, sem, na maioria dos casos, se ter um controle de qualidade dos resultados obtidos.

Encontram-se ensaios cuja diferença mínima significativa entre as cultivares está próxima da média de produtividade obtida pelos produtores, indicando que, nessas condições, a experimentação fica prejudicada, resultando em uma discriminação ineficiente entre os cultivares. Isto pode induzir a conclusões incorretas a respeito dos cultivares a serem recomendados, mantendo cultivares significativamente inferiores sob experimentação e onerando os custos da pesquisa.

A qualidade de um ensaio pode ser avaliada pela magnitude do erro experimental, que é definido por STEEL & TORRIE (1960) como sendo uma variação não controlada que ocorre de maneira aleatória, entre as unidades experimentais que receberam os mesmos tratamentos. Este erro é inevitável, mas, se forem conhecidas as suas origens, pode-se contorná-las e mantê-lo em níveis aceitáveis. Para minimizar o efeito do erro experimental, deve-se, a priori, seguir determinadas regras no planejamento e instalação de um ensaio, definidas por BANZATTO & KRONKA (1989), Fisher apud MIRANDA FILHO (1987) e GOMES (1990) como princípios básicos da experimentação (repetição, casualização e controle local). Já, STORCK & LOPES (1997) sugerem que, para reduzir o efeito do erro experimental e para discriminar melhor as diferenças entre os tratamentos avaliados, deve-se aumentar o número de repetições, usar unidades experimentais mais homogêneas, manejo adequado do ensaio e, além disso, avaliar a qualidade da análise do ensaio, verificando se as pressuposições do modelo linear adotado (aditividade, homogeneidade entre variâncias de tratamentos, independência dos erros e normalidade) estão sendo satisfeitas. FEDERER (1977) mostrou que, além do não uso dos princípios básicos da experimentação e o mal planejamento, fatores como heterogeneidade do material experimental e competições inter e intraparcelar inflacionam o erro experimental. A presença de ervas daninhas, pragas e doenças e o uso de amostragem insuficiente também são capazes de afetar o erro experimental (STORCK & LOPES, 1997).

A magnitude do erro experimental pode ser avaliada pelo coeficiente de variação (razão entre a raiz quadrada do quadrado médio do erro e a média geral do ensaio, dado em porcentagem), obtendo-se

assim uma indicação da precisão experimental. Quanto menor for o erro experimental, menor será o coeficiente de variação (CV) de um ensaio e, por consequência, maior será a precisão ou a qualidade do ensaio. Nesses casos, menores diferenças entre estimativas de médias aparecerão como significativas (ESTEFANEL *et al.*, 1987; LOPES, 1993).

Os objetivos do presente trabalho foi de estabelecer uma relação entre a diferença mínima significativa (DMS) obtida pelo teste de Tukey para comparações de médias e o coeficiente de variação (CV), em ensaios de competição de cultivares de milho, trigo, soja, arroz, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo, realizados no Estado do Rio Grande do Sul; descrever as varições do DMS, CV e parâmetros dos delineamentos existentes nestes ensaios.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados foram obtidos dos relatórios e/ou anais publicados, referentes aos ensaios de competição de cultivares, realizados no Estado do Rio Grande do Sul, para as culturas do milho, trigo, soja, arroz, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo nos anos de 1987 a 1995.

Os parâmetros anotados, para cada cultura e para cada ensaio foram: número de tratamentos (I); número de repetições (J); graus de liberdade do erro (gle); média geral do rendimento de grãos ( $\bar{X}$ ) em t/ha; quadrado médio do erro (QME); coeficiente de variação (CV), igual a

$$100 * \sqrt{QME / \bar{X}};$$

e, diferença mínima significativa, em porcentagem, igual a DMS igual

$$100 * q_{\alpha(I,gle)}(\sqrt{QME / J}) / \bar{X}$$

onde  $q_{\alpha(I,gle)}$  é a amplitude total estudentizada para uso do teste de Tukey em nível  $\alpha=5\%$  de significância para I cultivares e gle graus de liberdade do erro.

Para a estimativa da relação entre a DMS e o CV, para cada cultura, foi estabelecido que a DMS é a variável dependente e o CV a variável independente e ajustou-se uma equação de regressão linear passando pela origem, pois quando QME tende para zero o CV e o DMS também tendem para zero.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram catalogados um total de 2014 ensaios de competição de cultivares de diferentes culturas agrícolas realizados no Estado do Rio Grande do Sul no período compreendido entre os anos de 1987 e 1995 (Tabela 1). Observa-se que existe uma certa

Tabela 1 - Percentagem de ensaios conduzidos segundo o delineamento em blocos ao acaso (%), número de ensaios (N), número mínimo (mín), máximo (máx) e médio (méd) de cultivares, de repetições e de graus de liberdade (gle) do erro, para diferentes culturas agrícolas. Santa Maria, 1996.

Cultura	%	N	n. de cultivares			n. de repetições			gle		
			mín	máx	méd	mín	máx	Méd	min	máx	méd
Milho	95	549	2	52	25	2	9	3,9	6	255	72
Trigo	100	522	4	56	22	3	4	3,9	9	165	62
Soja	94	477	4	40	13	2	6	3,7	4	117	32
Arroz	96	104	2	58	20	3	7	3,9	3	288	57
Feijão	90	84	6	49	29	2	4	3,6	15	96	71
Cevada	100	58	10	18	15	3	4	3,9	24	51	42
Aveia	100	117	10	30	20	3	4	3,6	22	87	49
Triticale	100	36	13	30	19	4	4	4,0	36	87	53
Sorgo	-	67	17	30	25	3	3	3,0	32	58	48
Média	96	--	--	--	21	--	--	3,7	--	--	56

tradição quanto a utilização do delineamento em blocos ao acaso e número de repetições que em média situa-se em torno de quatro, isto, em parte, pode ser explicada pelas limitações da capacidade humana de execução dos ensaios. O número de cultivares em cada ensaio variou muito mas, na média ficou entre 13 (soja) e 29 (feijão) cultivares. As diferenças nos números de repetições e de cultivares, aliados ao delineamento usado, resulta em variações no número de graus de liberdade do erro (gle).

As relações entre o DMS e o CV estão apresentadas na Figura 1, para as diferentes culturas. Observa-se que esta relação variou entre o mínimo de 2,47 (cevada) e o máximo de 3,05 (sorgo), com um valor médio de 2,73. Assim, para cada unidade a mais no CV o DMS aumenta em média 2,73%. A relação do DMS com o CV varia entre as culturas, principalmente devido a tradição dos grupos de pesquisadores em planejar os ensaios com determinado número de repetições, cultivares e do delineamento experimental, resultando em diferentes gle (Tabela 1). Assim, a relação DMS com CV depende do número de repetições e do valor tabelado para o teste de Tukey o qual depende do número de cultivares e do gle. O gle, por sua vez, depende do número de repetições, número de cultivares e do delineamento, cujos valores são variados. De maneira que, as relações entre DMS e CV dependem da cultura e dos métodos de planejamento e condução usados pelos pesquisadores e, como a tradição do plano experimental deve permanecer desta forma por algum tempo, os resultados obtidos são

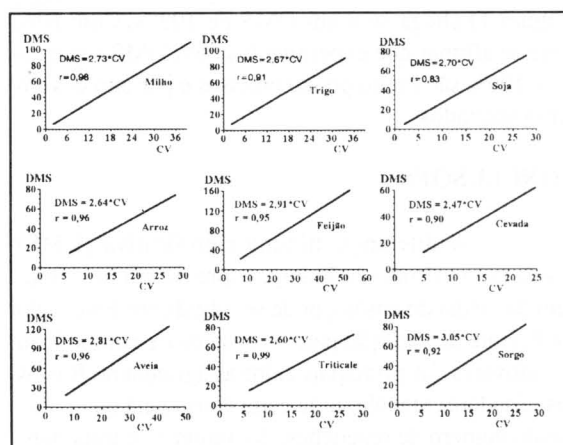


Figura 1 - Relação entre diferença mínima significativa (DMS) pelo método de Tukey e os coeficientes de variação (CV), ambos em percentagem, para ensaios de competição de cultivares de diferentes culturas. Santa Maria, RS, 1996.

úteis para, facilmente, verificar a eficiência dos ensaios. Também, o ajustamento dos dados ao modelo de regressão foi muito bom, observado pelos valores altos de coeficiente de correlação entre os valores de DMS estimados e observados (Figura 1). A falta de ajuste de alguns DMS ao modelo pode ser devida as poucas variações quanto ao número de tratamentos, repetições e ao delineamento dos diferentes ensaios de cada cultura. Maiores variações de plano experimental podem ser observados na cultura da soja, pois o coeficiente de correlação é o menor dentre as culturas estudadas.

O DMS, por ser uma estatística que fornece diretamente, em percentagem, o valor a partir do qual a diferença entre dois tratamentos é significativa, é muito compreensível e facilmente obtida a partir do conhecimento do CV. Além disso, o CV é uma estatística utilizada com frequência pelos pesquisadores como indicador da qualidade experimental. Assim, para a cultura do trigo, se o CV de um ensaio for igual a 10% então diferenças entre cultivares maiores que  $DMS = 2,67 \cdot 10 = 26,7\%$  serão significativas. O valor do DMS, também, elucida a importância da magnitude deste valor se o mesmo for comparado com o valor econômico da média de produtividade da cultura numa região e o custo da produção.

Pode ser observado (Figura 1) que DMS maiores que 100% ocorrem nas culturas do feijão, aveia e milho em ordem decrescente. Para 135 ensaios com a cultura do feijão, ESTEFANEL *et al.* (1987) obtiveram para o CV da variável rendimento de grãos uma média de 21,1% e desvio padrão de 8,7%. Assim, experimentos com CV maiores que 35,6% ocorrem em 5% dos casos. Usando a relação do DMS com o CV (Figura 1) chega-se a um DMS de 103%. Com isto, pode-se afirmar que experimentos com DMS superiores a 100% são muito pouco precisos e por isto devem ser descartados.

## CONCLUSÕES

A diferença mínima significativa (DMS) obtida pelo método de Tukey, expresso em percentagem da média do ensaio, pode ser obtida em função do coeficiente de variação para os ensaios de competição de cultivares das principais culturas agrícola no RS; os pesquisadores mantêm uma certa constância quanto ao uso do número de repetições, do número de tratamen-

tos e do delineamento experimental no planejamento dos ensaios de competição de cultivares; a DMS é uma estatística adequada para o controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 1989, 247 p.
- ESTEFANEL, V., PIGNATARO, I.A.B., STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., Londrina, jul. 1987. *Anais...* Londrina: DME/CCE/Universidade Estadual de Londrina, 1987, 325 p., p. 115-131.
- FEDERER, W.T. *Experimental design: theory and application*. 3 ed. Nova York: Oxford & IBH Publishing, 1977, 593 p.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 468 p.
- LOPES, S.J. *Avaliação do efeito de diferentes formas de adubação sobre a precisão de ensaios de milho*. Santa Maria - RS. 72 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: *Melhoramento e produção do milho*, v. 2. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 795 p., p. 765-794.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional do Pesquisa do Trigo. *Macrozoneamento Agroecológico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1994, v. 1, 307 p.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. Nova York: McGraw Hill Book, 1960, 481 p.
- STORCK, L., LOPES, S.J. *Experimentação*. II. Santa Maria: Departamento de Fitotecnia / UFSM, 1997, 207 p.