

CLASSIFICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES QUANTO A SUA PRECISÃO

ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO ¹, LINDOLFO STORCK ², DAVID ARIIVALDO BANZATTO³

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) e obter os limites para um controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo. Utilizou-se 2017 ensaios de competição de cultivares realizados no estado do Rio Grande do Sul, entre 1987 e 1995. Os valores de CV e DMS foram submetidos ao teste de Lilliefors. Os limites de classe dessas estatísticas foram estabelecidos a partir do cálculo da média e da variância das variáveis estudadas. Mediante o critério de manejos semelhantes, realizados na execução do ensaio, fez-se desmembramento dos ensaios, dentro de cada cultura avaliada. Concluiu-se que a diversidade de manejos empregados nos ensaios de competição de cultivares prejudica o controle de qualidade destes. Este controle deve ser realizado por cultura e por manejo empregado. Os limites de CV e DMS classificados como muito altos são elevados, não se perdendo informações ao se descartar esses ensaios.

Palavras-chave: competição de variedades, milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale, sorgo.

QUALITY CONTROL OF CULTIVAR COMPETITION EXPERIMENTS THROUGH THE ANALYSIS OF THE STATISTICS EMPLOYED

ABSTRACT – The objective of this work was to study the distribution of the statistics coefficient of variation (CV) and minimum significant difference (MSD) as a way to obtain the limits for quality control, in competition experiments of maize, rice, soybean, wheat, beans, barley, oat, triticale and sorghum. Data of 2017 cultivar competition assays, conducted in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, from 1987 through 1995 were included. The CV and MSD values were submitted to the Lilliefors test. The class limits of these statistics were established based on the averages and variance of the variables tested. Using the analogous management criteria for conduction of the experiments, each assay was dismembered for each crop evaluated. We concluded that the diversity of management procedures employed in cultivar competition experiments adversely affects their quality control. This control must be performed according to the crop and management employed. No information is lost when CV and MSD classified as too high are disregarded.

Key-words: competition of varieties, maize, rice, soybean, wheat, beans, barley, oat, triticale, sorghum.

INTRODUÇÃO

Segundo o Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de 1994 (RIO GRANDE DO SUL, 1994), milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo são as principais culturas anuais recomendadas para o cultivo na maioria dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Devido ao retorno econômico proporcionado por essas culturas com a produção de grãos, elas têm merecido muito esforço em pesquisas, visando o aumento em sua produtividade. Vários ensaios de competição de cultivares são realizados anualmente sem se ter, na maioria dos casos, um controle de qualidade dos resultados obtidos, por falta de valores referenciais. Encontram-se ensaios cuja diferença mínima significativa é maior que a média de produtividade obtida pelos produtores (LOPES, 1993), indicando que, nessas condições, a experimentação fica prejudicada, resultando em discriminação ineficiente entre cultivares, incorrendo, assim, em conclusões duvidosas a respeito das melhores cultivares a serem recomendadas.

A partir das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS), sendo esta uma função direta do CV, salvo variações nos planos experimentais (LÚCIO, 1997), tem-se uma indicação da qualidade de um experimento, mostrando que, quanto menor for o valor destas, menores diferenças entre estimativas de médias de tratamentos mostrar-se-ão como significativas (ESTEFANEL et al., 1987; LOPES, 1993).

Os coeficientes de variação de grandes grupos de experimentos são altamente heterogêneos entre locais no mesmo ano e em diferentes anos, sendo esta uma das razões da dificuldade da análise estatística destes ensaios (CONAGIN, 1985).

Trabalhando com a variável rendimento de grãos em ensaios de competição de cultivares, ESTEFANEL et al. (1987) classificaram os coeficientes de variação como médios, quando entre 8,5 e 18,5%, para a cultura do milho, entre 11,0 e 19,0%, para cereais de inverno (trigo, cevada, centeio, aveia e triticale), entre 14,0 e 26,5%, para a cultura do feijão, entre 8,5 e 16,0%, para a cultura da soja e entre 18,5 e 34,0%, para a cultura do sorgo. Já,

1. Eng. Agr., M.Sc. – Prof. Assistente, Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS.

2. Eng. Agr., Dr. – Prof. Titular, Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq.

3. Eng. Agr., Dr. – Prof. Associado, Departamento de Ciências do Solo e Engenharia Agrícola, UEPG, 84010-790 Ponta Grossa – PR. Recebido para publicação em 11/09/1998.

GOMES (1990), tendo em vista os valores obtidos em ensaios agrícolas, classificou os coeficientes de variação como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando entre 10 e 20%; altos, quando entre 20 e 30%; muito altos, quando superiores a 30%. Outros trabalhos, como os de SCAPIM et al. (1995) e AMARAŁ et al. (1997), mostram a aplicação do critério de classificação do CV, de GARCIA (1989), para as culturas do milho e citrus, respectivamente. STEEL e TORRIE (1960) afirmam que, para saber se um coeficiente de variação é alto ou baixo, é necessário o conhecimento sobre a natureza dos dados que se está analisando.

O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição das estatísticas coeficiente de variação e diferença mínima significativa, globalmente e por grupo de manejo semelhante, visando obter os limites para um controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticales e sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados na pesquisa 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, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticales e sorgo, nos anos de 1987 a 1995.

As variáveis anotadas, para cada ensaio, foram: média geral do rendimento de grãos (\bar{X}) em t/ha; quadrado médio do erro (QMe); coeficiente de

variação (CV), para rendimento de grãos; diferença mínima significativa (DMS), para rendimento de grãos e tratos culturais realizados na execução do ensaio.

Para cada cultura, foram calculadas as estatísticas média e variância das variáveis CV e DMS. Os valores de CV e DMS foram submetidos ao teste de Lilliefors (CAMPOS, 1983) a nível de 5% de significância, para todo o conjunto de observações de cada cultura, para se verificar a possibilidade de desenvolver estudos probabilísticos usando a distribuição normal. Nos casos em que a hipótese de normalidade não foi rejeitada, foi possível estabelecer os limites de classes das estatísticas CV e DMS dos ensaios com boa confiabilidade, segundo as especificações da Tabela 1, usando a distribuição normal. Nos casos em que a hipótese da normalidade foi rejeitada, a classificação da Tabela 1 também foi aplicada, com a restrição de que estes limites não são tão confiáveis. Além disso, foi realizado um desmembramento da totalidade dos ensaios através do critério: manejos culturais semelhantes realizados na execução do ensaio. Foram escolhidos, como grupos de manejos, aqueles utilizados em um número de cinco ou mais casos. Dentro de cada grupo de ensaios de manejos iguais, foi aplicado novamente o teste de Lilliefors, com o objetivo de verificar a aderência dos dados à distribuição normal, sendo calculadas a média e variância das estatísticas CV e DMS dentro de cada grupo. Os critérios para a classificação dos limites de classe são descritos na Tabela 1.

TABELA 1 – Especificação dos limites de classe para classificação da precisão experimental para estatística coeficiente de variação (CV), com aplicação idêntica para a diferença mínima significativa (DMS)

Límites de classe	Probabilidade	Precisão
menor que $X_1 = -1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(CV \leq X_1) = 5\%$	muito alta
entre X_1 e $X_2 = -0,64 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_1 < CV \leq X_2) = 20\%$	alta
entre X_2 e $X_3 = 0,64 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_2 < CV \leq X_3) = 50\%$	média
entre X_3 e $X_4 = 1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_3 < CV \leq X_4) = 20\%$	baixa
maior que $X_4 = 1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(CV > X_4) = 5\%$	muito baixa

S_{CV} : variância dos valores dos coeficientes de variação;
 M_{CV} : média dos valores dos coeficientes de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram catalogados 2017 ensaios de competição de cultivares, sendo 549 com a cultura do milho, 104 com arroz, 480 com soja, 522 com trigo, 84 com feijão, 58 com cevada, 117 com aveia, 36 com triticales e 67 com sorgo.

As hipóteses de normalidade para as estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) foram rejeitadas em nível de 5% de significância, para os ensaios de compe-

tição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia e sorgo, quando os dados foram tomados globalmente (Tabelas 2 e 3). Apenas os dados de CV e DMS dos 36 ensaios de triticales aderiram à distribuição normal. Este fato pode ser explicado pelo pequeno número de pesquisadores responsáveis por estes ensaios e pela padronização do manejo empregado.

A divisão dos ensaios para cada cultura, segundo o manejo semelhante empregado, está apresentada nas Tabelas 2 e 3. Observa-se que, em

70% dos grupos, para CV, e 65% dos grupos, para DMS, os valores aderiram à distribuição normal. Isto mostra que em grupos com manejos semelhantes e com uma certa padronização, há uma normalidade na distribuição das estatísticas CV e DMS. Nos casos em que os dados não aderiram à distribuição normal parece haver um distribuição multimodal, indicando a presença de fatores que interferem na distribuição dos valores. Estes fatores podem ser outros tipos de manejos empregados, como o ciclo da cultura e a época da semeadura, entre outros. Mesmo os grupos em maior número tendem a não aderir à distribuição normal, porque devem ter outros fatores interferindo na distribuição dos valores observados o que também concorda com afirmações de CONAGIN (1985). No geral, há uma boa correlação, quanto à aderência à distribuição normal, entre o CV e o DMS.

Os limites críticos de CV e DMS, segundo os critérios da Tabela 1, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. São apresentadas as classes: muito baixo, médio e muito alto. Os limites das classes baixo e alto podem ser obtidos por diferença entre as classes anterior e posterior, respectivamente. Observa-se que existem diferenças nos valores, entre os manejos de uma mesma cultura e entre culturas. Estas diferenças não podem ser ignoradas, quando se realiza um controle de qualidade. Para a cultura do sorgo, o limite de classe muito baixo, na estatística DMS, apresentou-se como menor ou igual a zero, mostrando que, nesta situação (67 experimentos), não haverá condições de uma classificação dos DMS como muito baixo, pois esta estatística apresenta-se sempre como positiva.

TABELA 2 – Limites de classe das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para N experimentos de competição de cultivares de milho, arroz e soja, em diferentes manejos. Santa Maria, RS, 1998

Manejo ¹	N	Limites de CV			Limites de DMS		
		Muito baixo	Médio	Muito alto	Muito baixo	Médio	Muito alto
-----Milho-----							
M ₁	86	≤ 3,0	8,5 - 16,0	> 21,5	≤ 4,0	21,0 - 44,5	> 61,5
M ₂	46	≤ 6,5	10,0 - 14,5	> 18,0	≤ 19,0*	28,0 - 40,5	> 49,5
M ₃	281	≤ 3,5	9,5 - 18,0	> 24,5	≤ 9,0	26,0 - 50,0	> 66,5
M ₄	62	≤ 4,5*	10,0 - 17,5	> 23,0	≤ 13,0	28,0 - 49,0	> 63,5
M ₅	56	≤ 6,5*	11,0 - 17,0	> 21,5	≤ 16,5*	23,0 - 52,5	> 59,0
NE	5	≤ 0,0*	3,0 - 14,5	> 23,0	≤ 0,0*	7,0 - 36,0	> 56,5
Global	549	≤ 4,0	9,5 - 17,5	> 23,0	≤ 9,0	25,5 - 48,5	> 65,0
-----Arroz-----							
M ₂	23	≤ 7,0*	11,0 - 17,0	> 21,5	≤ 20,0*	30,5 - 44,5	> 55,0
M ₁₄	22	≤ 6,5*	9,5 - 13,5	> 16,5	≤ 16,0*	23,5 - 34,0	> 42,0
M ₁	26	≤ 6,5*	10,0 - 14,5	> 18,0	≤ 20,0*	28,5 - 40,0	> 48,5
M ₁₅	5	≤ 5,5*	7,5 - 10,0	> 12,0	≤ 14,5*	20,0 - 27,0	> 32,0
NE	21	≤ 6,0*	10,0 - 15,5	> 19,0	≤ 15,0	26,0 - 40,5	> 51,5
Global	104	≤ 6,0	10,0 - 15,5	> 19,0	≤ 15,5	26,0 - 40,5	> 51,0
-----Soja-----							
M ₁	24	≤ 8,0*	13,0-19,0	>24,0	≤20,5*	33,5-51,0	>64,0
M ₂	17	≤ 7,5*	10,0-13,0	>15,0	≤12,5*	26,5-46,0	>60,0
M ₆	141	≤ 5,0	9,0-14,5	>18,0	≤ 0,5	20,0-46,5	>66,0
M ₇	7	≤ 6,0*	10,0-16,5	>21,0	≤ 10,0*	22,5-41,0	>53,5
M ₈	34	≤ 5,0*	8,0-12,5	>16,0	≤ 8,0*	19,0-34,0	>45,0
M ₉	17	≤ 5,0*	7,5-10,5	>13,0	≤ 4,0	17,0-35,0	>48,0
M ₁₀	6	≤ 6,0*	7,5-9,5	>11,0	≤ 15,0*	21,0-28,5	>34,0
NE	228	≤ 5,0	9,0-15,0	>19,5	≤ 9,5	23,5-43,0	>56,5
Global	480	≤ 5,0	9,0-15,0	>19,0	≤ 6,5	22,0-43,5	>59,0

¹ Manejo: NE= não especificado na publicação; M₁=Adubação no plantio e em cobertura; M₂=Adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M₃=Adubação no plantio, em cobertura e desbaste; M₄=Adubação no plantio, em cobertura, desbaste, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₅=Adubação no plantio, em cobertura, desbaste e controle de plantas daninhas; M₆=Adubação no plantio, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₇=Adubação no plantio; M₈=Adubação no plantio e controle de plantas daninhas; M₉=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₀=Adubação no plantio e tratamento de sementes; M₁₄=Adubação em cobertura; M₁₅=Adubação no plantio, em cobertura e pré-germinação.

* hipótese de normalidade não rejeitada a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 – Limites de classe das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para N experimentos de competição de cultivares de trigo, feijão, cevada, aveia, sorgo e triticale, em diferentes manejos. Santa Maria, RS, 1998

Manejo ¹	N	Limites de CV			Limites de DMS		
		Muito baixo	Médio	Muito alto	Muito baixo	Médio	Muito alto
Trigo							
M ₉	59	≤5,5	11,5-19,0	>25,0	≤ 14,5	30,0-52,0	>67,5
M ₁₁	5	≤3,0*	8,5-16,0	>21,0	≤ 7,5*	19,5-36,5	>49,0
M ₁₂	6	≤11,5*	14,0-18,0	>20,5	≤ 28,0*	35,0-44,5	>51,0
M ₁₃	16	≤6,0	8,5-12,0	>14,5	≤ 16,0*	22,5-32,0	>39,0
M ₁	36	≤8,0*	12,5-19,0	>23,5	≤ 7,5	30,5-63,0	>86,0
NE	392	≤5,5	10,0-15,5	>20,0	≤ 14,5	26,0-41,5	>52,5
Global	522	≤ 5,5	10,0-16,0	>21,0	≤ 12,5	26,0-44,0	>58,0
Feijão							
M ₇	6	≤13,0*	22,5-36,0	>45,5	≤ 27,0*	63,0-113,0	>149,0
M ₁	32	≤6,5	15,5-28,0	>36,5	≤ 14,0	43,0-83,0	>111,5
NE	36	≤6,0*	14,0-24,5	>33,5	≤ 18,5*	41,5-73,5	>97,0
Global	84	≤7,0	15,5-27,0	>35,5	≤ 15,0	42,5-80,0	>107,5
Cevada							
M ₁	6	≤ 2,0*	6 - 12	> 16,5	≤ 5*	16,0-31,0	>42,0
NE	49	≤ 4,0	8 - 13	> 17	≤ 10,5	20,0-33,0	>42,0
Global	58	≤ 4,0	7,5 - 13	> 16,5	≤ 10	19,0-32,0	>41,5
Aveia							
M ₂	20	≤9,5*	12,5-16,5	>19,5	≤5,9*	34,5-49,0	> 59,0
M ₁₀	6	≤1,5*	13,0-29,0	>40,5	≤2,5*	38,0-87,5	>123,0
M ₁	56	≤10,0*	13,5-19,0	>23,0	≤26,5*	37,5-53,0	>64,0
NE	31	≤10,0*	14,5-21,0	>25,5	≤29,0*	40,5-56,5	>68,0
Global	117	≤9,0	13,5-20,0	>24,5	≤23,5	37,0-56,5	>70,0
Sorgo							
Global	67	≤4,5	10,0-18,0	>24,0	≤0,0	26,5-70,5	>103,0
Triticale							
Global	36	≤ 4,0*	9,5-17,0	>23,0	≤10,5	25,0-45,0	>59,5

¹ Manejo: NE= não especificado na publicação; M₁=Adubação no plantio e em cobertura; M₂=Adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M₇=Adubação no plantio; M₉=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₀=Adubação no plantio e tratamento de sementes; M₁₁=Adubação no plantio, em cobertura e aplicação de inseticida; M₁₂=Aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₃=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida, controle de plantas daninhas e tratamento de sementes.

*hipótese de normalidade não rejeitada a nível de 5% de probabilidade.

A classe de CV e/ou DMS muito alto é a mais importante da tabela, porque dela dependerá o controle da qualidade, se pensarmos em descartar 5% dos ensaios menos precisos. Estes valores, mesmo para os grupos em que os valores não aderiram à distribuição normal, são próximos ao percentual de 95%, ou seja, o valor que delimita 5% dos valores mais altos do conjunto de valores ordenados. Desta forma, os limites obtidos podem ser confiáveis, mesmo quando não aderem à distribuição normal.

Já foi demonstrado, para as culturas do milho, trigo, soja e arroz (LÚCIO e STORCK, 1998), que existe uma relação aproximada de DMS = 2,7 x CV. Como o CV é uma estatística mais popular entre os pesquisadores, a DMS é facilmente obti-

da e entendida. Além disso, DMS superior a 100% implica em que a média não difere da produção nula, isto reflete, seguramente, uma grande falta de qualidade do ensaio e justifica a eliminação do mesmo.

A diferença de qualidade dos ensaios entre as culturas fica evidente e é uma característica intrínseca da cultura e do manejo nela empregado. No entanto, as diferenças entre os manejos podem ser solucionadas mediante uma padronização do manejo nos ensaios de competição de cultivares. Este fato resultará em maior confiabilidade e facilidade no controle de qualidade. Por outro lado, o controle de qualidade trará maior confiabilidade aos resultados apresentados pelas pesquisas.

CONCLUSÕES

A diversidade dos manejos empregados nos ensaios de competição de cultivares prejudica o controle de qualidade dos ensaios. Este deve ser realizado por cultura e por manejo empregado. Os limites de coeficiente de variação e/ou da diferença mínima significativa, considerados muito altos, são elevados e não se perde informação importante ao descartar estes ensaios.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMARAL, A.M. do; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citrus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.
- CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística/ESALQ, 1983. 349p.
- CONAGIN, A. Teste de significância coletiva. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., Piracicaba, 1985. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.298-310.
- 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, 1987. **Anais...** Londrina: DME/CCE/Universidade Estadual de Londrina, 1987. p.115-131.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica, 171)
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- LOPES, S. J. **Avaliação do efeito de diferentes formas de adubação sobre a precisão de ensaios de milho**. Santa Maria, 1993. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.
- LÚCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 1997. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.
- LÚCIO, A.D.; STORCK, L. Relação entre diferença mínima significativa e coeficiente de variação nos ensaios de competição de cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.2, p.225-228, 1998.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional do Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento agroecológico do estado do Rio Grande do Sul**. v.1. Porto Alegre, 1994. 307p.
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. Nova York: McGraw Hill, 1960. 481p.