

PRECISÃO EXPERIMENTAL EM ENSAIOS COMA CULTURA DO FEIJÃO

Experimental precision on bean crop experiments

Renato Lunezzo de Oliveira¹, Joel Augusto Muniz², Messias José Bastos de Andrade³, Ricardo Luis dos Reis⁴

RESUMO

A avaliação do coeficiente de variação (CV) como medida da precisão dos experimentos tem sido feita com diversas culturas, espécies animais e forrageiras por meio de trabalhos sugerindo faixas de classificação dos valores, considerando-se a média, o desvio padrão e a distribuição dos valores de CV das diversas variáveis respostas envolvidas nos experimentos. Neste trabalho, objetivou-se estudar a distribuição dos valores de CV de experimentos com a cultura do feijão, propondo faixas que orientem os pesquisadores na avaliação de seus estudos com cada variável. Os dados utilizados foram obtidos de revisão em revistas que publicam artigos científicos com a cultura do feijão. Foram consideradas as variáveis: rendimento, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, estande final, altura de plantas e índice de colheita. Foram obtidas faixas de valores de CV para cada variável tomando como base a distribuição normal, utilizando-se também a distribuição dos quantis amostrais e a mediana e o pseudo-sigma, classificando-os como baixo, médio, alto e muito alto. Os cálculos estatísticos para verificação da normalidade dos dados foram implementados por meio de uma função no software estatístico livre R. Os resultados obtidos indicaram que faixas de valores de CV diferiram entre as diversas variáveis apresentando ampla variação justificando a necessidade de utilizar faixa de avaliação específica para cada variável.

Termos para indexação: Controle de qualidade, coeficiente de variação, erro experimental, feijoeiro.

ABSTRACT

The evaluation of the coefficient of variation (CV) as a precision measure of experiments has been carried out with several crops, animal species and forages through researches proposing classifying limits of the values, considering the mean, the standard deviation and the distribution of the CV values of various study variables involved in the experiments. The objective of this research was to study the distribution of the CV values of experiments with the bean crop, proposing limits that can guide the researchers in the evaluation of their studies with each variable. The data used were obtained from a review of scientific articles related to the bean crop. Several variables were considered: plant productivity, number of pods, number of grains per pod, weight of one-hundred grain sample, final stand, plant height, and harvest efficiency. Based on the normal distribution, limits of values of CV were obtained, also using the distribution of sample quantiles and the median and pseudosigma, classifying them as low, medium, high and very high. The statistical calculus was implemented using one of the functions of the free software R to verify the normality of the data. Results indicated that de CV values were different among all variables presenting huge variation, justifying the use of specific levels for each variable.

Index terms: Quality control, coefficient of variation, experimental error, bean.

(Recebido em 12 de julho de 2007 e aprovado em 8 de fevereiro de 2008)

INTRODUÇÃO

Na experimentação agropecuária, de modo geral, os pesquisadores estimam a precisão de seus experimentos utilizando o coeficiente de variação (CV), que representa o desvio padrão residual expresso como porcentagem da média geral, calculado pela seguinte expressão: $CV = \frac{s}{\bar{x}} * 100$, sendo s a raiz quadrada da estimativa da variância residual e \bar{x} a estimativa da média geral do experimento.

O CV é definido pelo quociente entre duas variáveis aleatórias o que limita o estudo das propriedades estatísticas de suas estimativas, uma vez que o estimador de quocientes não possui distribuição estatística definida. Em consequência disso, se a escala das medidas das variáveis não for racional ou se envolver valores negativos, a estimativa do CV apresenta restrições, uma vez que a média do experimento pode tender a zero, implicando em altos valores de CV, dificultando sua interpretação (JUDICE et al., 2002). A interpretação da

¹Engenheiro Agrônomo – Departamento de Ciências Exatas/DEX – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – renatolunezzo@yahoo.com.br – Bolsista do PIBIC/CNPq

²Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica – Departamento de Ciências Exatas/DEX – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – joamuniz@ufla.br – Bolsista do CNPq

³Doutor em Fitotecnia – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – mandrade@ufla.br – Bolsista do CNPq

⁴Doutorando em Ciência da Computação e Matemática Computacional – Departamento de Matemática Aplicada e Estatística/SME – Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação – Universidade de São Paulo/USP – Avenida do Trabalhador São Carlense, 400 – Centro – Cx. P. 668 – 13560-970 – São Carlos, SP – reis@icmc.usp.br

distribuição dos valores de CV de uma variável resposta permite estabelecer limites de valores que orientem os pesquisadores sobre a validade dos resultados de suas pesquisas, sendo considerados de alta precisão os experimentos com baixos valores de CV (SNEDECOR & COCHRAN, 1980).

Outro parâmetro relacionado à precisão experimental é o índice de variação proposto por Pimentel-Gomes (1991) e também denominado coeficiente de precisão experimental por Storck et al. (2000). Segundo estes autores, este índice é mais adequado que o coeficiente de variação, pois além da variação de natureza residual considera também o número de repetições utilizado no experimento. A estatística diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS), obtida pelo método de Tukey, também utiliza o número de repetições, constituindo-se numa estatística adequada para a classificação dos experimentos, por possuir a mesma distribuição do CV e tendo melhor noção quantitativa da estimativa da precisão (LUCIO et al., 1999). Outras estatísticas utilizadas são: a herdabilidade, o coeficiente de determinação, o valor do teste F para cultivar e o índice de diferenciação de Fasoulas que são adequadas para experimentos em condições gerais, mesmo não tendo as propriedades da distribuição normal, mas independem da média dos ensaios (CARGNELUTTI FILHO & STORCK, 2007). O coeficiente de variação é uma medida de precisão que apresenta a flexibilidade, por exemplo, ao se praticar algum trato cultural no decorrer do experimento, o que pode alterar a média de uma variável, sem, contudo modificar a sua variabilidade. Neste caso, o CV poderá ser reduzido com o aumento da média, levando a uma classificação de CV baixo e, portanto, a um experimento com maior precisão.

A avaliação da precisão dos experimentos é usada correntemente pelos pesquisadores e recomendada pelas diversas revistas na publicação dos trabalhos científicos. Segundo Judice et al. (2002), ensaios com baixa precisão podem induzir os pesquisadores a obterem conclusões incorretas de seus resultados, aumentando-se a probabilidade de ocorrência do erro tipo II, ou seja, indicar a não diferença significativa entre tratamentos, quando na realidade existe diferença, prejudicando a adoção de novas tecnologias por não permitir apontar corretamente ao produtor qual a melhor. Federer (1957) destaca que em experimentos com altos valores de CV podem não ser detectada diferença entre tratamentos, quando na verdade elas existem (erro tipo II), em virtude da heterogeneidade do material experimental ou do método de condução da pesquisa. O erro tipo I não é afetado pela precisão do experimento, uma vez que sua ocorrência pode ser controlada pelo pesquisador no momento da aplicação do teste estatístico ao se estabelecer o nível de significância.

Para saber se o valor do CV de um experimento é alto ou baixo, o pesquisador deve ter conhecimento e experiência com a espécie em estudo e com resultados de experimentos semelhantes (STEEL et al., 1997). Mead & Curnow (1986) destacam o CV como medida importante na descrição da variabilidade dos resultados experimentais, podendo ser útil na definição do número de repetições do experimento, necessário para detectar como significativa uma diferença entre médias de tratamentos. Gill (1987) afirma que em experimentos na área de Ciências Biológicas, valores de CV inferiores a 1% são raros o que talvez não aconteça em pesquisas, na área de Ciências Físicas onde as condições laboratoriais são mais bem controladas. Para o autor a maioria das características biológicas apresenta valores de CV entre 5 e 50%. De acordo com Sampaio (2002), para se avaliar a variabilidade dos resultados experimentais de uma variável, são imprescindíveis a média e o desvio padrão, sendo que o CV, é usado para medir a instabilidade relativa da variável em questão, sendo útil para comparar o comportamento de duas ou mais variáveis.

Analisando 1054 trabalhos publicados com plantas forrageiras, observaram que 32% dos trabalhos apresentavam CV menores que 10%, enquanto que 10,5% tiveram CV maiores que 30% (AMBROSANO & SCHAMMAS, 1994). Os autores consideraram como valores médios, para gramíneas, leguminosas e experimentos em consorciação, valores iguais a 16,58%; 16,50% e 20,53% respectivamente.

Trabalhando com diversas culturas, Estefanel et al. (1987) verificaram que as médias dos valores de CV não variavam quando eram utilizados diferentes delineamentos experimentais, nem quando eram considerados os diversos tipos de tratamentos, mas apresentavam maiores diferenças quando eram estudadas diferentes variáveis respostas. Esses autores consideraram como médios, os CV situados numa faixa que continha 50% dos valores, baseados na distribuição normal, utilizando-se ainda a transformação logarítmica para os dados das variáveis que não apresentaram normalidade; transformação essa que, segundo os autores, mostrou-se eficiente. Lucio (1997) estudou a precisão experimental de algumas culturas anuais, associando, ainda, o CV com a diferença mínima significativa do teste de Tukey (DMS). Lopes & Storck (1995) e Lopes et al. (1994) avaliaram a precisão de experimentos com a cultura do milho, baseando-se na homogeneidade do erro experimental das análises das diversas características.

Em outro trabalho, foram analisados o CV de 104 experimentos de avaliação de linhagens de feijão conduzidos em Minas Gerais e verificou-se que a faixa de 17% a 22%

incluía a maior parte dos valores (SILVA et al., 2002). Segundo os autores, cerca de 41,4% destes experimentos seriam descartados pelo critério do valor de cultivo e uso (VCU) do Ministério da Agricultura, que exige para inscrição de cultivares no registro nacional, ensaios para o rendimento com valores de CV iguais ou inferiores a 25% (BRASIL, 2001).

Diversos autores têm discutido a importância da precisão dos experimentos, do número de ensaios e do uso de bordadura nos estudos de avaliação de genótipos e cultivares de feijão (CARGNELUTTI FILHO et al., 2006; RIBEIRO et al., 2001, 2004), sem, contudo, propor faixas ou critérios de classificação para o CV das variáveis respostas desta cultura. Cargnelutti Filho & Storck (2007), usando ensaios com a cultura do milho, avaliaram 14 estatísticas para a classificação da precisão experimental e verificaram que o coeficiente de variação e a diferença mínima significativa são adequadas para experimentos sob condições específicas e tabelas de classificação de precisão experimental devem ser feitas para cada variável.

É importante destacar que nas Ciências Agrárias, os valores de CV dos experimentos variam de acordo com a cultura considerada e a variável resposta em estudo, sendo necessário estabelecer classificações específicas. Apesar de toda a preocupação com a qualidade dos trabalhos de pesquisa, artigos são publicados com indicações de baixa precisão experimental, muitas vezes em razão da falta de valores de referência adequados para comparação. De modo geral, na falta de tabelas específicas, os pesquisadores de Ciências Agrárias têm comparado os resultados de CV de seus experimentos, com aqueles sugeridos por Pimentel-Gomes (2000) que considera os valores de CV como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando estão entre 10% e 20%; altos, quando estão entre 20% e 30% e muito altos, quando são superiores a 30%. Esses limites foram propostos pelo autor em 1965, sendo que o livro foi passando por revisões e reedições sem, contudo, alterá-los.

Para estabelecer limites na distribuição dos valores de CV, Garcia (1989), trabalhando com experimentos na área florestal e utilizando a distribuição normal, propôs utilizar a relação entre a média e o desvio padrão dos valores de CV de diversos experimentos, envolvendo a mesma variável, classificando os valores da seguinte forma: baixo ($CV \leq \bar{X}_{CV} - S_{CV}$); médio ($\bar{X}_{CV} - S_{CV} < CV \leq \bar{X}_{CV} + S_{CV}$); alto ($\bar{X}_{CV} + S_{CV} < CV \leq \bar{X}_{CV} + 2S_{CV}$); muito alto ($CV > \bar{X}_{CV} + 2S_{CV}$), sendo que \bar{X}_{CV} representa a média e S_{CV} o desvio-padrão. Estudos semelhantes foram desenvolvidos na área zootécnica por Judice et al.

(1999), em pesquisas com suínos, por Judice et al. (2002) em experimentos com bovinos, por Judice et al. (2003) considerando bovinos de leite e frangos de corte. O método de Garcia (1989) foi também utilizado por Scapim et al. (1995) na cultura do milho, por Amaral et al. (1997) na experimentação com citrus, por Clemente & Muniz (2000) em experimentos com leguminosas forrageiras, Clemente & Muniz (2002) em ensaios com gramíneas forrageiras e por Lima et al. (2004) na cultura do meloeiro.

Estudos utilizando o método dos quantis amostrais, considerando a distribuição dos valores de CV, também foram realizados em experimentos com bovinos de corte por Judice et al. (2002), encontrando-se faixas mais amplas do que aquelas obtidas pelo método de Garcia (1989). Carvalho et al. (2003) e Costa et al. (2002) estabeleceram limites para a distribuição dos valores de CV de experimentos, respectivamente, das culturas de soja e de arroz, pelo critério de Garcia (1989), utilizando as estatísticas mediana e pseudo-sigma, em substituição à média e desvio-padrão, quando os dados não apresentaram normalidade. Segundo estes autores os resultados dos dois métodos são semelhantes quando os valores de CV apresentarem distribuição normal.

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de analisar a distribuição dos valores de CV em experimentos com a cultura do feijão e estimar os limites para as faixas de valores para cada variável resposta que possam ser utilizados como referência pelos pesquisadores na avaliação da precisão de seus ensaios.

MATERIALE MÉTODOS

De modo geral, os pesquisadores das diversas áreas publicam apenas os trabalhos em que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Assim, os experimentos com baixa precisão são eliminados pelo próprio pesquisador ou por exigências das revistas científicas. Portanto, para se obter a exata distribuição dos valores de CV dos experimentos com uma espécie não seria adequado utilizar apenas os valores publicados em periódicos, pois se trata de uma situação com dados censurados. Mesmo assim, apesar da distribuição dos valores de CV baseada em trabalhos publicados em revistas fornecer estimativas dos limites superiores de alguma maneira tendenciosos, pelas dificuldades de se encontrar a distribuição completa com todos os valores prováveis, optou-se pela obtenção dos dados de CV para a realização desse trabalho via uma revisão de artigos científicos na Biblioteca Central da UFLA que continham experimentos com a cultura do feijão, não se especificando a variedade ou cultivar utilizada. Os delineamentos experimentais utilizados foram: inteiramente

ao acaso, blocos casualizados e blocos incompletos realizados com estrutura experimental simples, em esquema fatorial ou em parcelas subdivididas. Pelas limitações e dificuldades citadas anteriormente, fica evidente que os resultados obtidos para a classificação de CV deste estudo só valerão para experimentos nas situações descritas nas publicações. As revistas pesquisadas e os respectivos volumes foram: *Ciência e Agrotecnologia* (volumes 1 ao 27), *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (volumes 1 ao 40), *Scientia Agrícola* (volumes 50 ao 63), *Scientia Agrária* (volumes 1 ao 5) e *Bragantia* (volumes 20 ao 62).

O método de Garcia (1989) exige que os dados tenham distribuição normal. Para tanto, foi utilizado o teste de Shapiro & Wilk (1965) para se testar a normalidade dos dados. Para as variáveis cujos valores de coeficiente de variação não apresentaram distribuição normal, foi utilizada a transformação logarítmica, conforme recomendação de Estefanel et al. (1987). Constatada a normalidade, tomaram-se a média e o desvio-padrão dos valores de CV, empregando-se a relação entre essas estatísticas de maneira a obter faixas de classificação de cada variável resposta.

Quando um conjunto de dados é organizado em ordem de grandeza, os valores obtidos mediante subdivisões dos dados em partes iguais são denominados quantis. O método dos quantis amostrais baseia-se conceitualmente no relatório técnico de Garcia (1989) na distribuição dos valores de CV, considerando-se que os pontos $\bar{X}_{CV} - S_{CV}$, $\bar{X}_{CV} + S_{CV}$ e $\bar{X}_{CV} + 2S_{CV}$ são equivalentes, respectivamente, aos quantis 15,87%, 84,13% e 97,72%, obtidos na distribuição normal. Portanto, é razoável estabelecer uma classificação do coeficiente de variação utilizando esses percentuais, bastando, para tanto, ordenar os valores encontrados e identificar os valores correspondentes aos quantis 15,87%, 84,13% e 97,72%. Os quantis foram calculados usando-se a função *quantile* do software livre R.

No método de Costa et al. (2002), os intervalos de classificação são definidos similarmente ao de Garcia (1989). Contudo, média e desvio-padrão são substituídos, respectivamente, pela mediana (Md) e pelo pseudo-sigma (PS), onde $Md = (Q1 + Q3)/2$ é a mediana dos coeficientes de variação para o primeiro (Q1) e o terceiro (Q3) quantil, respectivamente, os quais delimitam 25% de cada extremidade da distribuição e $PS = AI/1,35$ é o pseudo-sigma (HOAGLIN et al., 1983; TUKEY, 1977) para a amplitude interquântica (AI), dada por $AI = Q_3 - Q_1$. Essa medida indica o quanto os dados estão distanciados da mediana. O pseudo-sigma indica o valor do desvio-padrão que uma distribuição normal precisaria ter para produzir a mesma amplitude interquântica da distribuição dos dados amostrais. O valor 1,35 corresponde à distância entre Q1 e Q3 na distribuição normal padrão. Os

intervalos de coeficientes de variação foram então definidos da seguinte forma: baixo ($CV \leq Md - PS$), médio ($Md - PS < CV \leq Md + PS$), alto ($Md + PS < CV \leq Md + 2PS$) e muito alto ($CV > Md + 2PS$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 538 valores de CV em sete variáveis respostas diferentes, sendo que os resultados referentes às estatísticas descritivas e teste de normalidade de Shapiro & Wilk (1965) a um nível de significância de 5% encontram-se na tabela 1, apresentando os seguintes valores: média (15,39%), desvio-padrão (8,34%), valor máximo (65,02%) e valor mínimo (1,4%).

As variáveis altura e índice de colheita foram estudadas conjuntamente, pois apresentavam poucos dados e continham valores similares. A aplicação do teste de Shapiro & Wilk (1965), indicou que os dados das variáveis rendimento, altura de planta e índice colheita e número de vagem por planta apresentaram distribuição normal. Para as variáveis número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e estande final a normalidade dos dados foi obtida mediante a transformação logarítmica sugerida por Estefanel et al. (1987). As variáveis estande final e altura de planta e índice colheita apresentaram valores de CV menores que as demais variáveis. Quando se analisaram todos os dados ao mesmo tempo, independente da variável resposta, não se verificou a normalidade dos dados, reforçando a importância do estudo por variável, conforme recomendação de Federer (1957) e Steel et al. (1997). A variável altura de plantas e índice de colheita apresentou menor variabilidade nos valores de coeficiente de variação, ao passo que o rendimento teve maior variabilidade. Após o estudo estatístico de cada variável foi estabelecida uma faixa específica de valores de coeficientes de variação conforme o critério de Costa et al. (2002), o critério de Garcia (1989) e o critério dos quantis amostrais. Os resultados obtidos estão sintetizados nas tabelas 2, 3 e 4.

Para cada variável resposta estudada nos experimentos com a cultura do feijão, existe uma classificação específica de valores de coeficiente de variação. Comparando-se os dados das tabelas 2, 3 e 4 observa-se que as faixas de classificação dos valores de CV das variáveis estudadas, calculadas de acordo com os três critérios estudados apresentaram valores pouco diferentes, confirmando as afirmações de Federer (1957) e Steel et al. (1997) de se avaliar corretamente a distribuição dos valores de CV, reforçando a importância do estudo. As diferenças foram mais expressivas para variáveis que não apresentaram distribuição normal. Neste caso, como as medidas Md e PS são mais robustas que a média e o desvio

padrão conforme descrito em Costa et al. (2002) e como é possível com base nestas estabelecer intervalos de classificação que não dependam da distribuição dos valores de CV, o método descrito por Costa et al. (2002) é mais que suficiente para a determinação das faixas de classificação dos CV em experimentos com feijão. Cargnelutti Filho & Storck (2007) confirmam que é adequado o estabelecimento de limites de classes de precisão experimental da estatística coeficiente de variação quando estes são baseados na distribuição normal e apresentam médias semelhantes. Os autores ainda relatam

que entre os pesquisadores há um consenso sobre o uso de CV como medida de precisão nesses casos.

Observa-se também que os limites máximos do coeficiente de variação aceitável em relação às variáveis respostas são: altura de planta e índice de colheita (15,69%), estande final (15,34%), grãos por vagem (18,35%), peso de 100 grãos (11,30%), rendimento (24,86%) e vagem por planta (26,30%). Esses valores servem de base para os pesquisadores que trabalham com a cultura do feijão, orientando na avaliação da precisão de seus experimentos de campo.

Tabela 1 – Quantidade, média, desvio-padrão e teste de Shapiro & Wilk (1965) dos coeficientes de variação (%) para diferentes variáveis respostas.

Variável resposta	Quant.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Shapiro-Wilk	
						W:	Pr > W
Rendimento	236	1,8	40,9	17,75	7,10	0,9897	0,0966
Número de vagem por planta	93	5,6	36,33	20,58	5,72	0,9893	0,6945
Número de grãos por vagem (*)	91	2,96	26,70	11,56	5,56	0,9773	0,1161
Peso de 100 grãos (*)	73	1,4	22,7	7,20	3,91	0,9810	0,3590
Estande final (*)	24	3	22,7	9,82	5,59	0,9737	0,7766
Altura de planta e índice colheita	21	6,05	19,4	11,32	3,69	0,9093	0,7117
Geral	538	1,4	65,02	15,39	8,34	0,9396	0,0001

* Valores analisados com transformação logarítmica dos dados

Tabela 2 – Distribuição dos valores de coeficiente de variação segundo o critério de Costa et al. (2002)

Variável Resposta	Intervalo (%)			
	Baixo (CV ≤)	-----Médio----- (< CV ≤)	-----Alto----- (< CV ≤)	Muito Alto (CV >)
Altura pl./índice colheita	7,36	7,36	14,26	17,71
Estande Final	3,85	3,85	14,97	20,53
Grãos por Vagem	6,12	6,12	15,94	20,85
Peso 100 grãos	3,63	3,63	10,69	14,22
Rendimento	11,13	11,13	24,10	30,59
Vagem por planta	15,85	15,85	25,57	30,43

Tabela 3 – Distribuição dos valores de coeficiente de variação segundo o critério de Garcia (1989)

Variável Resposta	Intervalo (%)			
	Baixo (CV ≤)	-----Médio----- (< CV ≤)	-----Alto----- (< CV ≤)	Muito Alto (CV >)
Altura pl./índice colheita	7,62	7,62	15,02	18,72
Estande Final	4,77	4,77	14,90	26,33
Grãos por Vagem	6,16	6,16	16,99	24,41
Peso 100 grãos	3,67	3,67	10,73	18,36
Rendimento	10,65	10,65	24,86	31,96
Vagem por planta	14,85	14,85	26,30	32,02

Tabela 4 – Distribuição dos valores de coeficiente de variação segundo critério dos quantis amostrais (JUDICE et al., 2002)

Variável Resposta	Intervalo (%)					
	Baixo (CV ≤)	-----Médio----- (< CV ≤)	-----Alto----- (< CV ≤)	Muito Alto (CV >)		
Altura pl./índice colheita	8,42	8,42	15,69	15,69	18,57	18,57
Estande Final	4,69	4,69	15,34	15,34	22,19	22,19
Grãos por Vagem	5,72	5,72	18,35	18,35	21,47	21,47
Peso 100 grãos	3,93	3,93	11,30	11,30	15,21	15,21
Rendimento	10,60	10,60	24,57	24,57	33,54	33,54
Vagem por planta	15,62	15,62	25,54	25,54	32,30	32,30

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que:

a) A variável peso de 100 grãos foi a que apresentou faixas de valores de CV com limites menores, indicando ser a variável obtida com maior precisão nos experimentos com feijão;

b) Independentemente da variável resposta, os três métodos apresentaram faixas semelhantes de classificação dos coeficientes de variação;

c) Para avaliar a precisão dos experimentos com a cultura do feijão devem-se utilizar faixas de variação de valores de CV específica para cada variável resposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. M.; 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, dez. 1997.

AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A. Avaliação dos coeficientes de variação em experimentos com forrageira. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 13-20, jan./jun. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (Phaseolus vulgaris) para inscrição no registro nacional de cultivares**. Brasília, DF, 2001.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E. Número necessário de experimentos para comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1701-1709, nov./dez. 2006.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares

de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2007.

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIHHL, R. A. de S.; OLIVEIRA, M. F. de; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.

CLEMENTE, A. L.; MUNIZ, J. A. Avaliação do coeficiente de variação em experimentos com gramíneas forrageiras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 197-203, jan./fev. 2002.

CLEMENTE, A. L.; MUNIZ, J. A. Estimativas de faixas de coeficientes de variação em leguminosas forrageiras para avaliação da precisão experimental. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 738-742, jul./set. 2000.

COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 243-249, mar. 2002.

ESTEFANEL, V.; PIGNARATO, I. A. B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPOSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., 1987, Londrina. **Anais...** Londrina: FUEL/RBRAS/IAPAR, 1987. p. 115-131.

FEDERER, W. T. **Experimental design**. New York: J. Wiley, 1957. 611 p.

- GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (Circular técnica, 171).
- GILL, J. L. **Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences**. Ames: The Iowa State University, 1987. 411 p.
- HOAGLIN, D. C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J. W. **Understanding robust and exploratory data analysis**. New York: J. Wiley, 1983. 447 p.
- JUDICE, M. G.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. Metodologias para classificação do coeficiente de variação na experimentação com animais. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA (SEAGRO), 10.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA (RBRAS), 48., 2003, Lavras. **Resumos Expandidos...** Lavras: UFLA, 2003. v. 1. CD-ROM.
- JUDICE, M. G.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de; BEARZOTI, E. Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1035-1040, set./out. 2002.
- JUDICE, M. G.; MUNIZ, J. A.; CARVALHEIRO, R. Avaliação do coeficiente de variação em experimentos com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 170-173, jan./mar. 1999.
- LIMA, L. L. de; NUNES, G. H. de S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 14-17, jan./mar. 2004.
- LOPES, S. J.; STORCK, L. A. Precisão experimental para diferentes manejos com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 49-53, jan./abr. 1995.
- LOPES, S. J.; STORCK, L.; GARCIA, D. C. A precisão de ensaios de cultivares de milho em diferentes adubações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 483-487, set./dez. 1994.
- LUCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. 1997. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- LUCIO, A. D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 99-103, 1999.
- MEAD, R.; CURNOW, R. N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman Hall, 1986. 335 p.
- PIMENTEL-GOMES, F. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1991. 4 p. (Circular técnica, 178).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 479 p.
- RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; HOFFMAN JUNIOR, L.; POSSEBON, S. B. Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1371-1377, set./out. 2004.
- RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; MELLO, R. M. Bordadura em ensaios de competição de genótipos de feijoeiro relacionados à precisão experimental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 13-17, jan./fev. 2001.
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootécnica, 2002. 265 p.
- 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, maio 1995.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. Na analysis of variance test for normality: complete samples. **Biometrika**, London, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, Dec. 1965.
- SILVA, F. B.; BRUZZI, A. T.; RAMALHO, M. A. P. Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 288-291.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 7. ed. Ames: The Iowa State University, 1980. 593 p.
- STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics**: with reference to the biological sciences. New York: McGraw-Hill, 1997. 666 p.
- STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198 p.
- TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Readings: Addison-Wesley, 1977. 688 p.