

VIABILIDADE DO EMPREGO DE NOTAS NA AVALIAÇÃO DE ALGUNS CARACTERES DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)¹

Oswaldo Gomes Marques Júnior²
Magno A. Patto Ramalho²
Daniel Furtado Ferreira³
João Bosco dos Santos²

1. INTRODUÇÃO

Na avaliação de caracteres como ocorrência de patógenos, porte das plantas e tipo de grãos, os melhoristas do feijoeiro freqüentemente comparam o desempenho de seus cultivares ou linhagens visualmente, utilizando escala de notas.

A primeira indagação que surge é sobre a eficiência do avaliador em dar notas utilizando apenas o critério visual. Estudos conduzidos com a cultura do feijoeiro indicaram que, para a produtividade de grãos, a seleção visual foi ineficiente (11, 14). É questionável, também, se a avaliação por meio de notas, utilizando uma mesma escala, é variável entre os avaliadores. Também para produtividade de grãos, já foi constatado que a eficiência da seleção visual varia segundo os avaliadores, porém não se observou relação entre a experiência do melhorista e sua performance na avaliação visual (3, 7, 14). Em se tratando de outros caracteres, com a utilização da escala de notas, não foi encontrada nenhuma referência.

¹ Trabalho financiado pela CAPES/FAPEMIG. Aceito para publicação em 26.09.1996.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal 37. 37200-000 Lavras-MG.

³ Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras Cx. Postal 37. 37200-000 Lavras-MG.

Na análise e interpretação desse tipo de dados também podem ocorrer alguns problemas. Segundo COCHRAN e COX (4) e GOMEZ e GOMES (10), para que inferências possam ser feitas a partir das análises de variância, é necessário que ocorram normalidade e independência dos erros, que o modelo seja aditivo e que haja homogeneidade de variância. Quanto à utilização de escala de notas, é questionável se essas pressuposições estão sendo obedecidas.

Dessa forma, este trabalho foi realizado com o intuito de verificar se a habilidade, ou a experiência dos melhoristas, influencia na avaliação de alguns caracteres do feijoeiro e, também, se as pressuposições básicas da análise de variância são atendidas quando os caracteres são avaliados por meio de notas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram avaliados, por meio de escala de notas, três caracteres de grande importância em programas de melhoramento com o feijoeiro: nível de resistência dos materiais aos patógenos causadores da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e da mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*); tipo de grão e arquitetura das plantas.

2.1. Nível de Resistência dos Materiais aos Patógenos

Para avaliação do nível de resistência dos materiais aos patógenos foram utilizados os dados provenientes de dois experimentos com oito cultivares de feijão, semeados em outubro/1996 e fevereiro/1996 em Lavras-MG. No experimento do semeio de outubro foram feitas avaliações para antracnose e mancha-angular, enquanto na semeadura de fevereiro/1996 a avaliação foi efetuada apenas para mancha-angular. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi de blocos casualizados com seis repetições e parcelas de duas linhas de três metros. Os cultivares utilizados diferiram quanto à reação observada na presença dos patógenos causadores da antracnose e da mancha-angular, além de outros caracteres.

Na safra de outubro/1995-96 foi efetuada uma inoculação com a raça 81 do fungo da antracnose no campo. Essa inoculação foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas, no fim da tarde, mediante a pulverização da suspensão de esporos ajustada para $1,2 \times 10^6$ esporos/ml, acrescida de espalhante adesivo. Nesse experimento, além da infecção em quantidade considerável de *Colletotrichum lindemuthianum*, foram observadas muitas plantas com sintomas de mancha-angular. Dessa forma, na safra de outubro/1995-96 foi possível avaliar os materiais, tanto com

relação à antracnose quanto com a mancha-angular.

No caso da safra de fevereiro/1996, a inoculação em nível de campo foi realizada com o intuito de assegurar a infecção das plantas pelo *Phaeoisariopsis griseola*. As plantas foram inoculadas aos 30 dias após a germinação, no final do dia. Antes dessa inoculação, o campo foi previamente irrigado, visando elevar a umidade e favorecer a infecção pelo patógeno.

As avaliações dos materiais foram realizadas, adotando-se as escalas de notas variando de 1 a 5 e de 1 a 9, propostas por COSTA *et alii*(5) (Quadro 1).

QUADRO 1 - Escala de notas de 1 a 5 e de 1 a 9 utilizada para avaliação da incidência das doenças no feijoeiro

Escala de Notas de 1 a 5	
GRAU	DESCRIÇÃO
1	Ausência de lesões
2	Até 1% das vagens com lesões
3	De 1 a 5% das vagens com lesões
4	De 5 a 20% das vagens com lesões
5	Mais de 20% das vagens com lesões
Escala de Notas de 1 a 9	
GRAU	DESCRIÇÃO
1	Ausência de sintomas
2	Aproximadamente 1% da área foliar afetada
3	Aproximadamente 5% da área foliar afetada
4	Aproximadamente 10% da área foliar afetada
5	Aproximadamente 20% da área foliar afetada
6	Aproximadamente 40% da área foliar afetada
7	Aproximadamente 60% da área foliar afetada
8	Aproximadamente 80% da área foliar afetada
9	100% da área foliar afetada

Adaptada de SARTORATO e RAVA (13).

2.2. Tipo de Grão

Para estudar a eficiência do emprego de notas na avaliação da característica tipo de grão, foi considerado como padrão o tipo de grão do cultivar Carioca, ou seja, grãos com coloração creme e estrias marrons. Foi instalado um experimento em delineamento inteiramente casualizado

com 32 tratamentos, em três repetições. Cada parcela constituiu-se de 200 g de sementes, todas da mesma idade, provenientes do ensaio de avaliação de linhagens e cultivares de feijão conduzido na safra de fevereiro de 1996. Utilizou-se uma escala de notas de 1 a 5, em que a nota 1 foi estipulada para os grãos do tipo "Carioca", ou seja, creme com estrias marrom-claras, fundo claro, sem halo, grãos de tamanho médio e não achatados. Já a nota 5 foi concedida aos materiais que apresentaram grãos fora do padrão "Carioca", ou seja, creme com estrias marrom-escuras, fundo escuro, com halo e grãos de tamanho pequeno.

2.3. Arquitetura das Plantas

Foram utilizados oito cultivares de feijão, sendo dois de hábito de crescimento tipo I ('ESAL 686' e 'Manteigão Fosco'), três do tipo II ('EMGOPA 201-Ouro', 'Milionário' e 'Carioca-MG') e mais três de hábito tipo III ('Carioca', 'Ouro Negro' e 'Aporé'). O plantio foi realizado em Patos de Minas-MG, nas safras de julho/1995 e fevereiro/1996, em parcelas de duas linhas com três metros. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições. A escala de notas empregada para avaliação do porte das plantas foi de 1 a 9, na safra de julho/1995 e de 1-5 para a safra de fevereiro/1996.

2.4. Análises Estatísticas

Com as notas provenientes de no mínimo três avaliadores com experiência na cultura, foram efetuadas as análises de variância para cada avaliador, assim como as análises conjuntas dos avaliadores. No caso dos experimentos em que os materiais foram avaliados com relação à resistência aos patógenos causadores da antracnose e da mancha-angular, cada avaliador concedeu as notas, baseando-se em duas diferentes escalas, de 1 a 5 e de 1 a 9. Dessa forma, com o intuito de observar a consistência das avaliações, foi estimada a correlação de Spearman entre as notas concedidas pelas duas escalas.

Os dados de cada um dos avaliadores foram testados, com o modelo apropriado, quanto às pressuposições da análise de variância. Com relação à independência dos erros, não foi realizado nenhum tipo de teste, uma vez que se efetuou a aleatorização dos tratamentos, o que, segundo COCHRAN e COX (4), é suficiente para que os erros não estejam correlacionados.

A normalidade dos erros foi verificada por meio do teste de Shapiro e Wilk, estimando-se os erros de cada observação, ordenando-os e testando a hipótese de que esses erros têm distribuição normal, segundo o

procedimento sugerido por esses autores (9). Para testar a homogeneidade de variância foi utilizada a metodologia proposta por ANSCOMBE e TUKEY (2), em que são preditos os valores de cada observação (\hat{Y}_{ij}), a partir dos quais são estimados os resíduos do modelo. Com esses resíduos, é testada a hipótese de que a regressão linear dos resíduos ao quadrado em relação aos valores preditos é igual a zero. Para testar a aditividade desse modelo foi utilizada a metodologia proposta por TUKEY (16).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises conjuntas dos avaliadores, observou-se diferença significativa ($P \leq 0,05$) na fonte de variação do avaliador, na maioria dos casos (Quadro 2). Esse resultado confirma observações de trabalhos anteriores em que os desempenhos de distintos avaliadores, visualmente, foram diferentes (7, 14). Ocorreu também diferença significativa ($P \leq 0,05$) para a interação cultivares x avaliador, evidenciando, inicialmente, que a performance relativa dos cultivares variou de acordo com o avaliador. Porém, quando foi estimada a correlação de Spearman entre as notas dos diferentes avaliadores, verificou-se que, na maioria dos casos, os valores obtidos foram superiores a 70%. Infere-se então que, em termos de classificação dos cultivares, os avaliadores foram semelhantes. Dessa forma, a interação detectada deve ser atribuída, predominantemente, ao tipo simples (6), isto é, ocorreu em função da diferença de magnitude nas notas dos avaliadores e tem pequeno efeito em termos seletivos, já que, praticamente, não alterou a classificação das referidas notas.

Das pressuposições desta análise, a homogeneidade de variância foi a mais violada, pois ocorreu a maior proporção de casos significativos (Quadro 3). Contudo, deve-se ressaltar que o comportamento de certos cultivares, nas diferentes repetições, foi muito coincidente, tendo, dessa forma, recebido a mesma nota dos avaliadores. Isso ocorre, por exemplo, quando é avaliado um cultivar muito resistente, em que os sintomas da doença nunca se manifestam. Nessa condição, a variância entre as repetições é igual a zero, e quando essa condição é comparada com a dos demais tratamentos, mesmo a amplitude de variação das variâncias não sendo grande, é detectada a não homogeneidade das variâncias.

A transformação dos dados é prática bastante empregada para solucionar o problema da homogeneidade de variância, porém no caso citado anteriormente, nenhum tipo de transformação comumente utilizado, ou seja, raízes quadrada, angular ou logarítmica (15), corrigirá o problema. Do exposto, essa restrição deve ser considerada com ressalva e, provavelmente, não restringe as inferências a serem feitas.

O modelo adotado apresentou não aditividade em 19,2% das

QUADRO 2 - Resumo das análises de variâncias conjuntas das diferentes características avaliadas nos distintos experimentos

Experimentos	Fontes de Variação					Média
	Cultivar (C)	Avaliador (A)	C x A	Erro	CV (%)	
Antracnose						
Outubro/1995						
Escala de 1-5	GL 7	5	35	235		
	QM 40,40**	5,71**	1,38**	0,74	43,40	1,98
Escala de 1-9	GL 7	5	35	235		
	QM 214,63**	23,34**	4,95*	3,04	55,89	3,12
Mancha Angular						
Outubro/1995						
Escala de 1-5	GL 7	5	35	235		
	QM 3,97**	5,02**	0,44**	0,26	19,29	2,64
Escala de 1-9	GL 7	5	35	235		
	QM 13,64**	35,26**	1,25	0,98	19,87	4,97
Fevereiro/1996						
Escala de 1-5	GL 7	4	28	195		
	QM 18,67**	7,74**	1,08**	0,24	18,83	2,62
Escala de 1-9	GL 7	4	28	195		
	QM 75,75**	57,19**	2,15**	1,01	24,10	4,17
Tipo de Grão						
Fevereiro/1996						
Escala de 1-5	GL 31	5	155	384		
	QM 8,33**	40,75**	0,60**	0,25	18,61	2,69
Porte						
Julho/1995						
Escala de 1-9	GL 7	2	14	115		
	QM 102,19**	0,11	0,42	0,49	16,11	4,36
Fevereiro/1996						
Escala de 1-5	GL 7	2	14	115		
	QM 17,26**	0,23	0,41	0,25	19,62	2,56

*, **: teste de F significativo a de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

análises realizadas quando foi avaliada a reação dos cultivares ao patógeno causador da mancha-angular e em 42,8% delas quando foi avaliada a antracnose. Nesses casos, a transformação dos dados seria uma das estratégias para minimizar o problema, a outra seria encontrar um modelo não aditivo mais apropriado às variações observadas, porém essa última alternativa é extremamente complicada, principalmente quando se trabalha no campo da biologia, em que as variações observadas nos dados são o resultado da ação simultânea de inúmeros fatores, muitos deles não mensuráveis. É preciso mencionar que o teste para a não-aditividade dos efeitos não foi realizado no caso da característica tipo de grãos, já que o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, não possibilitando a existência da interação entre os efeitos dos tratamentos e dos blocos, o que seria necessário para caracterizar a não aditividade do modelo.

A normalidade dos erros foi detectada apenas quando se avaliaram as características antracnose e porte das plantas. Com relação ao primeiro caráter, detectou-se a falta de normalidade em 21,4% das análises, já para a avaliação de porte este valor foi maior (50,0%). Nesses casos, também a utilização da transformação de dados minimizaria o problema.

Vale ressaltar que é comum a violação de alguma dessas pressuposições básicas da análise de variância nos experimentos realizados na área biológica. Também chama a atenção o fato de que, dentre os estatísticos mais conceituados, é difícil achar um consenso com relação a qual dessas pressuposições seria a mais importante, ou seja, qual delas deveria ser limitante no uso da análise de variância. Segundo COCHRAN e COX (4), por exemplo, as inferências feitas a partir da análise de variância seriam mais prejudicadas, caso os erros não apresentassem homogeneidade de variância; já para PIMENTEL-GOMES (12), a aditividade tem importância mais acentuada.

A precisão experimental variou com o caráter, sendo o coeficiente de variação experimental (CV%) maior para o caso da avaliação da antracnose, coincidentemente onde as pressuposições da análise de variância apresentaram maiores violações. Na literatura, não é comum se proceder à análise de variância dos caracteres avaliados através de notas, o que torna difícil comparar a precisão experimental observada nestes experimentos. Contudo, para o caráter produtividade do feijoeiro, ABREU *et alii* (1), baseando-se nos dados médios de 78 ensaios, conduzidos no Estado de Minas Gerais, encontraram um CV médio de 24,6%. Valor semelhante (20,6%) também foi observado por ESTEFANEL *et alii* (8) quando foram compilados os dados de 344 análises obtidas de publicações técnicas nacionais de experimentos conduzidos entre 1947 e 1980. Como se constata através dos dados apresentados no Quadro 3, a precisão da avaliação dos caracteres com a escala de notas pode ser considerada

QUADRO 3 - Resultados dos testes eretuados para verificação das pressuposições básicas da análise de variância

Experimento	Nº de análises efetuadas	% de testes significativos			Coeficiente de variação experimental (CV%)	
		A ¹	H ²	N ³	Médio	Amplitude
Mancha Angular	26	19,2	42,3	0,0	18,1	8,3-38,3
Antracnose	14	42,8	85,7	21,4	35,3	21,0-64,0
Porte	8	0,0	37,5	50,0	14,3	9,6-24,7
Tipo de Grão	7	---	100,0	0,0	18,1	9,9-24,4

¹ teste para a não-aditividade do modelo

² teste para homogeneidade de variância

³ teste para a normalidade dos erros

melhor do que a normalmente obtida para a produtividade de grãos do feijoeiro.

Também foi observado que as magnitudes dos coeficientes de variação experimental nas análises efetuadas para cada avaliador foram, em 76,5% dos casos, menores quando se utilizou a escala de notas variando de 1 a 5. Depreende-se, então, que a utilização da escala de notas de 1 a 5 propicia resultados mais precisos. Isso ocorre, provavelmente, por causa da maior facilidade que os avaliadores encontram quando é adotada uma escala de notas com um menor número de graus e, conseqüentemente, há maior consistência das notas concedidas ao mesmo tratamento nas diferentes repetições.

A utilização da escala de notas é um procedimento efetivo e deve ser empregado pelos melhoristas na avaliação de caracteres como resistência à doenças, arquitetura das plantas e tipo de grão. Contudo, essas notas devem ser submetidas à análise de variância e não apenas à apresentação das médias, sem nenhum teste, o que inviabiliza muitas inferências que são feitas. Também é aconselhável que as notas sejam atribuídas por pelo menos dois avaliadores, e, independentemente, seja analisada a média dessas notas. Tal procedimento atenua os problemas das violações das pressuposições básicas da análise de variância (15). Além do mais, sempre que possível, essas pressuposições devem ser checadas para maior segurança nas inferências a serem feitas a partir dos testes estatísticos.

4. RESUMO

Com o objetivo de verificar a eficiência da avaliação visual de

caracteres através de escala de notas, se essa eficiência varia entre os avaliadores e se as pressuposições básicas da análise de variância são atendidas, foram conduzidos experimentos com a cultura do feijoeiro, avaliando-se os caracteres: reação ao *Colletotrichum lindemuthianum* e ao *Phaeoisariopsis griseola*, arquitetura das plantas e tipo de grãos. Nos experimentos, exceto a avaliação do caráter tipo de grão, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 8 tratamentos e 6 repetições. A avaliação do tipo de grão foi efetuada baseando-se em um experimento inteiramente casualizado, contendo 32 linhagens de feijão em 3 repetições. As escalas de notas empregadas foram de 1 a 5 e, ou, de 1 a 9, concedidas por no mínimo 3 avaliadores, variando com o caráter em questão. A partir destas notas foram efetuados as análises de variância e os testes para a verificação das pressuposições básicas. Constatou-se que a avaliação dos cultivares através de notas mostrou boa precisão, sem maiores restrições às pressuposições básicas da análise de variância, indicando que tal procedimento, adotado freqüentemente pelos melhoristas, é eficiente.

5. SUMMARY

(NOTE SCALE EFFICIENCY IN EVALUATING SOME COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) TRAITS))

Some experiments with common bean were conducted to verify the efficiency of visual selection of traits through a note scale, and check whether it varies among evaluators, as well as to verify the validity of using variance analysis. The following traits were evaluated: *Colletotrichum lindemuthianum* and *Phaeoisariopsis griseola* reaction, plant and grain type. A complete randomized block design was used in all experiments, with eight treatments and six replications, except for evaluating grain type which was evaluated in a completely randomized design with 32 common bean lines and three replications. Note scales of 1 to 5 or 1 to 9 were used, with each trait being evaluated by at least three people. Data from those evaluations were used in the analysis of variance, to test its basic postulation. It was concluded that cultivar evaluation through note scale is a precise procedure, without major restriction to the analysis of variance, which confirms the efficiency of this procedure which is usually applied by plant breeders.

6. LITERATURA CITADA

1. ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29:105-112, 1994.
2. ANSCOMBE, F.J. & TUKEY, J.W. The examination and analysis of residuals. *Technometrics*, 5:141-160, 1963.
3. BRIGGS, K.G. & SHEBESKI, L.H. Visual selection for yielding ability of F₃ lines in hard-spring wheat breeding program. *Crop Science*, 10:400-402, 1970.
4. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York, John Wiley and Sons Inc., 1957. 611p.
5. COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; SARTORATO, A. & PURÍSSIMO, J.D. *Catálogo de linhagens de feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris) do CNPAF: reação às principais doenças e avaliação de características agronômicas*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1990. 31p. (Documento 32).
6. CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV, 1994. 390p.
7. CUTRIM, V.A. *Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (Oryza sativa L.) irrigado*. Lavras, ESAL, 1994. 92p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).
8. 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, 1987, Londrina. *Anais...* Londrina, [s.n], 1987. p.115-131.
9. GILL, J.L. *Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences*. Ames, Iowa State University Press, 1978. v.2, 301p.
10. GOMEZ, K.A. & GOMES, A.A. *Statistical procedures for agricultural research*. 2 ed. New York, John Wiley and Sons, 1978. 679p.
11. PATIÑO, H. & SINGH, S.P. Visual selection for seed yield in the F₂ and F₃ generations of nine common bean crosses. *Annual Report Bean Improvement Cooperative*, 32:79-80, 1989.
12. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba, Nobel, 1990. 468p.
13. SARTORATO, A. & RAVA, C.A. *Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle*. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994. 300 p.
14. SILVA, H.D.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. & MARTINS, L.A. Efeito da seleção visual para produtividade de grãos em populações segregantes do feijoeiro. II. Seleção entre famílias. *Ciência e Prática*, 18:181-185, 1994.
15. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
16. TUKEY, J.W. One degree of freedom for non-additivity. *Biometrics*, 5:232-242, 1949.