

IDENTIFICAÇÃO DE DUPLICIDADES DE ACESSOS DE FEIJÃO POR MEIO DE TÉCNICAS MULTIVARIADAS¹

JAIME ROBERTO FONSECA² e HELOISA TORRES DA SILVA³

RESUMO - Este trabalho objetivou testar as técnicas de análise multivariada e da medida de divergência genética representada pela distância generalizada de Mahalanobis na seleção de descritores e na identificação de duplicidades de acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Cinquenta acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Feijão), da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), foram avaliados em junho de 1993, utilizando-se delineamento experimental em blocos casualizados, com duas repetições. Dez descritores com características quantitativas e fenológicas foram analisados por meio de variáveis canônicas e distância de Mahalanobis. Todos os caracteres foram importantes na descrição do germoplasma. A técnica de agrupamento pela distância generalizada de Mahalanobis mostrou-se viável e eficaz na identificação de duplicidades do feijoeiro, podendo ser utilizada rotineiramente no Banco de Germoplasma.

Termos para indexação: análise multivariada, divergência genética, variáveis canônicas, distância de Mahalanobis, *Phaseolus vulgaris*.

IDENTIFICATION OF REPETITIVE BEAN SAMPLES USING MULTIVARIATE ANALYSIS

ABSTRACT - Fifty bean (*Phaseolus vulgaris* L.) samples from the Active Germplasm Bank of Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Goiânia, GO, Brazil, were studied using multivariable techniques to screen descriptors for characterization, to measure genetic diversity and to group samples, looking for repetitive access identification. Germplasm evaluation was carried out in June 1993, using the randomized block design with two replications. Ten quantitative and phenologic descriptors were used for characterization and analysed by canonic variables and Mahalanobis distance techniques. There were no redundant characters and all descriptors were important for sample description. The grouping technique using the diversity genetic measures through the Mahalanobis generalized distance showed to be efficient and viable for identification of repetitive samples, being an appropriate procedure to be used in genebanks.

Index terms: multivariable analysis, genetic divergence, canonic variables, Mahalanobis distance, *Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

Em um programa de melhoramento, a coleta de germoplasma é indispensável, pois coloca à disposição dos melhoristas ampla variabilidade genética.

Normalmente, numa expedição de coleta, várias amostras são obtidas em uma mesma região, ocor-

rendo com frequência duas situações: obtenção de amostras diferentes com o mesmo nome, e amostras iguais com nomes diferentes. Estas amostras representam duplicidades, ou seja: repetições, as quais aumentam o trabalho do banco de germoplasma, reduzem o espaço disponível para conservação de outras amostras e não contribuem para o enriquecimento da variabilidade genética e para preservação e avaliação do material. Portanto, a obtenção de amostras repetidas deve ser evitada, para que haja maior eficiência nos trabalhos de conservação e avaliação de germoplasma.

Para identificar possíveis duplicidades, uma opção é o uso de técnicas multivariadas, tais como a

¹ Aceito para publicação em 4 de agosto de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: jfonseca@cnpaf.embrapa.br

³ Bióloga, M.Sc., Embrapa-CNPAF.

divergência genética (Fonseca, 1993). Além disso, tratando-se de bancos de germoplasma, estas técnicas têm sido eficientes não somente na identificação dos descritores de maior interesse, mas também no descarte dos de pouca relevância (Pereira, 1989). Esse procedimento tem sido empregado em várias oportunidades, em culturas como o milho (Cruz, 1990; Ferreira, 1993), arroz (Rao et al., 1981) e feijão (Oliveira, 1989; Castineiras, 1990; Faria, 1994).

Apesar de as técnicas multivariadas serem conhecidas há longo tempo, sua utilização em maior escala só se tornou possível com a disponibilidade dos recursos computacionais, que possibilitaram a avaliação simultânea de vários caracteres e permitiram que inúmeras inferências possam ser feitas a partir do conjunto de dados existentes. Dentre outras, as técnicas das variáveis canônicas, dos componentes principais e das distâncias euclidiana e de Mahalanobis têm sido as mais empregadas (Curi, 1983; Cruz, 1990).

Este trabalho objetivou testar as técnicas de análise multivariada da variância e da medida de divergência genética representada pela distância generalizada de Mahalanobis, na seleção de descritores e na identificação de duplicidades de acessos do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com 50 amostras de feijão (Tabela 1) oriundas de expedições de coleta realizadas em regiões produtoras de vários estados brasileiros, e que compõem o acervo do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão (BAG-Feijão) da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) em Goiânia, GO.

As amostras foram avaliadas em junho de 1993, em área experimental da Fazenda Capivara da Embrapa - CNPAF, no município de Santo Antônio de Goiás, GO (latitude 16°40' Sul, longitude 49°15' W e altitude de 729 metros), em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com duas repetições. Efetuouse semeadura manual com 15 sementes por metro, em parcelas constituídas de três linhas de 3,0 m de comprimento, com espaços, entre si, de 0,5 m.

A adubação básica foi efetuada com base na análise do solo, tendo sido empregados 350 kg/ha do fertilizante

TABELA 1. Número de ordem, nome comum e número dos acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), avaliados em Goiânia, GO, em 1993.

Número	Nome comum	Nº do acesso no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-CNPAF
Grupo Amendoim		
1	Amendoim	830309
2	Amendoim	830336
3	Amendoim	830413
4	Amendoim	830450
5	Amendoim	830477
6	Amendoim	830479
7	Amendoim	830500
8	Amendoim	830501
9	Amendoim	830502
10	Amendoim	830531
11	Amendoim	840644
12	Amendoim	840648
13	Amendoim	840667
14	Amendoim	840671
15	Amendoim	840672
16	Amendoim	840675
17	Amendoim	840695
18	Amendoim	840700
19	Amendoim	840703
20	Amendoim	840705
21	Amendoim	840708
22	Amendoim	840714
23	Amendoim	080720
24	Amendoim	840726
25	Amendoim	840763
26	Amendoim	840793
27	Amendoim	840802
28	Amendoim	840805
29	Amendoim	840812
30	Amendoim	840815
31	Amendoim	840828
32	Amendoim	840863
33	Amendoim	840868
34	Amendoim	841129
35	Amendoim	800049
36	Amendoim	841140
37	Amendoim	841209
38	Amendoim	841216
39	Amendoim	841274
40	Amendoim	840927
41	Amendoim	840929
42	Amendoim	840964
43	Amendoim	840972
44	Amendoim	841095
45	Amendoim	841105
46	Amendoim	-
Grupo Chita Fina/Bagagô		
1	Bagagô	840563
2	Chita Fina	810418
3	Chita Fina	810553
4	Chita Fina	810483

2-20-10, e em cobertura, 30 dias após o plantio, foram aplicados 10 kg de N (50 kg de sulfato de amônio por hectare). Os demais tratamentos culturais foram os normais da cultura, inclusive com irrigação suplementar por aspersão.

Foram avaliadas dez características agrônomicas e fenológicas: altura da planta, medida na superfície superior da copa; número de nós do caule principal; comprimento do folíolo central; largura do folíolo central; comprimento da vagem; largura da vagem; número de sementes por vagem; peso de 100 grãos; data de 50% da floração, e ciclo cultural.

Seguindo recomendações de Cruz (1990), primeiramente todos os caracteres foram submetidos à análise de variância, para se constatar a existência de variabilidade entre os acessos. Em seguida, realizou-se a análise multivariada de variância, para auxiliar na interpretação e avaliação da variabilidade genética global existente entre os materiais.

A partir da análise multivariada, isto é, das matrizes da soma de quadrados e produtos de tratamentos e do erro, foram obtidas as variáveis canônicas conforme Rao (1952). A identificação da importância dos descritores foi feita com base na análise das variáveis canônicas selecionadas, ou seja, que explicaram um mínimo de 80% da variação global existente entre os materiais originais. Neste caso, os caracteres que não apresentam correlações significativas com pelo menos uma das variáveis canônicas selecionadas são considerados pouco relevantes, conforme Bock (1975), e também referido por Ribeiro (1993). A divergência entre os acessos foi determinada pelo método de agrupamento do vizinho mais próximo (Ferreira, 1993), com o emprego de medidas de dissimilaridade representada pela estatística D^2 de Mahalanobis (Wilches, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância univariadas é observado na Tabela 2. Diferenças significativas entre acessos, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste de F, ocorreram em relação a todas as características, com exceção do comprimento e largura do folíolo central e ciclo cultural.

Das dez variáveis canônicas obtidas, as três primeiras explicaram 80,5% da variação global (Tabela 3), sendo, desta forma, utilizadas para a identificação de caracteres de menor importância. Além disso, houve significância em todos os coeficientes de correlação, envolvendo pelo menos uma das três variáveis com os 10 caracteres analisados (Tabela 4). Isto mostra que não houve características redundantes, e que o comprimento e largura do folíolo central e o ciclo, mesmo não apresentando diferença significativa nas análises univariadas, contribuíram na descrição do feijão. Esses resultados evidenciam a importância das técnicas multivariadas na indicação de caracteres que devem ser utilizados em estudos da divergência genética e identificação de duplicidades.

O fato de não terem sido encontrados caracteres redundantes dentre os dez estudados, concorda com os resultados de Castineiras (1990), que, analisando 34 caracteres quantitativos e qualitativos, verificou que somente 11 deles deveriam fazer parte do processo de caracterização. Também, são coerentes com os apresentados por Oliveira (1989) e Fonseca (1993),

TABELA 2. Resumo de análises de variância univariadas de dez caracteres avaliados em cinquenta acessos de feijão. Goiânia, GO, 1993.

Caracteres	Quadrados médios			Média	Coeficiente de variação (%)
	Blocos	Acessos	Erro		
Altura da planta (cm)	3,276	31,381*	17,505	36,407	11,49
Número de nós do caule principal	4,161	6,335**	1,694	11,500	11,32
Comprimento do folíolo central (cm)	0,431	0,390	0,256	8,853	5,72
Largura do folíolo central (cm)	0,065	0,220	0,154	6,339	6,19
Comprimento da vagem (cm)	20,034	12,513*	6,797	11,649	22,38
Largura da vagem (mm)	0,056	0,484**	0,127	9,878	3,61
Número de sementes por vagem	0,062	0,287**	0,078	4,871	5,76
Peso de 100 grãos (g)	5,760	16,560**	1,943	32,620	4,27
Data de 50% da floração (dia)	6,250	4,596**	2,025	36,450	3,90
Ciclo cultural (dia)	538,240	20,584	17,219	83,440	4,97

* e ** Significativos pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

que, ao analisarem, respectivamente, nove e dezesseis características do feijoeiro, não encontram descritores redundantes.

Com base nesses resultados, e na análise de agrupamento, os dez caracteres foram utilizados na avaliação da divergência genética e identificação de duplicidade (Figs. 1 e 2). Observando-se simultaneamente essas figuras, verifica-se grande divergência entre os dois grupos comerciais (intergrupos). O valor 3,58 observado na escala do dendograma no grupo Amendoim indica maior divergência que o outro grupo.

É provável que a diferença mais marcante entre o grupo Amendoim e Chita Fina/Bagagô tenha sido

causada pela diferença no tamanho dos grãos, pois o peso de 100 sementes foi a característica que apresentou o maior coeficiente de correlação com a variável canônica 1 (Tabela 4), contribuindo com 47,7% da variabilidade total, que é o caractere mais importante na divergência entre as amostras. Esses resultados concordam com os de Singh (1988), que utilizou o tamanho do grão como a principal característica

TABELA 3. Variâncias, variâncias percentuais e acumuladas das variáveis canônicas obtidas de dez caracteres avaliados em cinquenta acessos de feijão. Goiânia, GO, 1993.

Variáveis canônicas	Variância		
	Var. canônicas	Percentual	Percentual acumulado
1	19,57161	47,7	47,7
2	10,64799	25,9	73,6
3	2,86006	6,9	80,5
4	1,77342	4,3	84,8
5	1,68643	4,1	88,9
6	1,39867	3,5	92,4
7	1,22146	3,0	95,4
8	0,92235	2,3	97,7
9	0,49461	1,2	99,0
10	0,40652	1,0	100,0

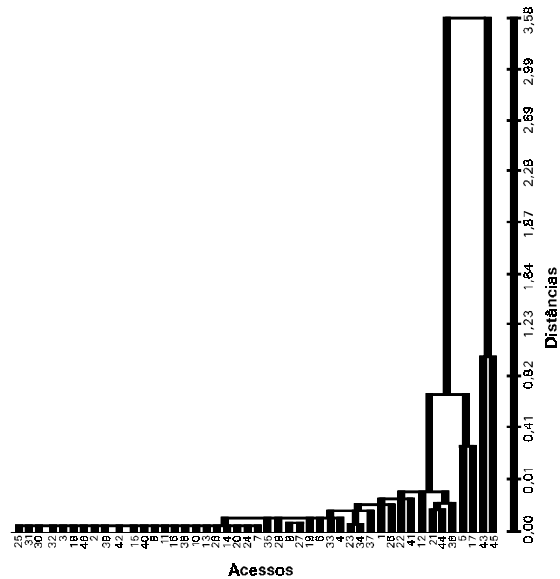


FIG. 1. Dendrograma obtido pelo método hierárquico do vizinho mais próximo com base nas distâncias de Mahalanobis, e referente aos quarenta e seis acessos de feijão do grupo Amendoim. Goiânia, GO, 1993.

TABELA 4. Coeficientes de correlação entre os dez caracteres originais e as três principais variáveis canônicas. Goiânia, GO, 1993.

Caracteres originais	Variável canônica (1)	Variável canônica (2)	Variável canônica (3)
Altura da planta (cm)	0,47160**	0,31939*	0,20080
Número de nós do caule principal	0,87821**	0,27358	0,11632
Comprimento do folíolo central (cm)	-0,13684	-0,58752**	0,01988
Largura do folíolo central (cm)	0,62361**	0,19969	0,10783
Comprimento da vagem (cm)	-0,33726*	-0,23816	-0,53517**
Largura da vagem (mm)	0,17543	0,93949**	-0,03265
Número de sementes por vagem	0,85544**	-0,35012*	0,08303
Peso de 100 grãos (g)	-0,89747**	0,37313**	-0,05671
Data de 50% da floração (dia)	0,75096**	0,42469**	-0,42103**
Ciclo cultural (dia)	0,01911	-0,64620**	-0,60033**

* e ** Significativo pelo teste t a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

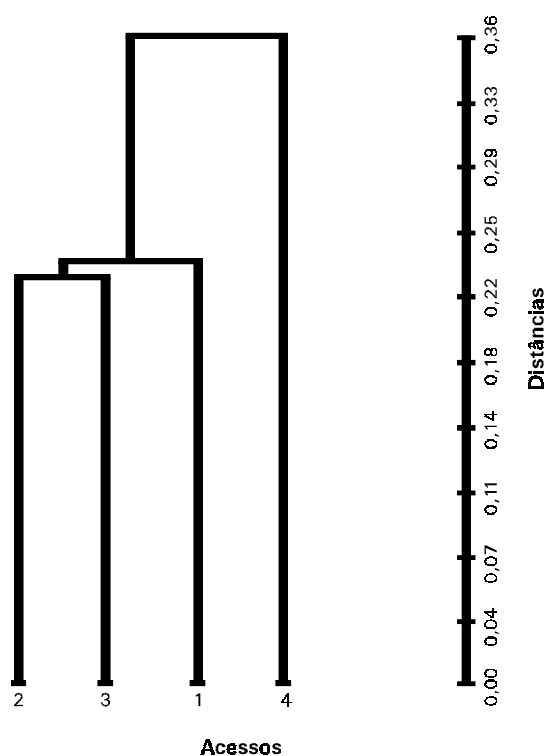


FIG. 2. Dendrograma obtido pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo com base nas distâncias de Mahalanobis, referente aos quatro acessos de feijão do grupo Chita Fina/Bagagô. Goiânia, GO, 1993.

ca para agrupar o feijoeiro em conjuntos gênicos ou raças.

Todavia, apesar da maior divergência entre os dois grupos, dentro de cada um, as diferenças foram pequenas. O grupo Amendoim (Fig. 1), constituído de 46 acessos, com sementes maiores e mais pesadas, permitiu formar, subjetivamente, três subgrupos: os acessos 841105(45) e 840972(43), os mais divergentes de todos, e que formaram um subgrupo; o mesmo ocorreu com 830477(5) e 840695(17); os demais acessos formaram um terceiro conjunto, com distâncias semelhantes entre si.

O grupo Chita Fina/Bagagô, composto de 4 acessos, formou apenas dois subgrupos de elementos, sendo um formado pelo acesso 810483(4), enquanto os demais, formaram o segundo subgrupo (Fig. 2).

Com base nesses resultados, deve-se trabalhar no Banco de Germoplasma com amostras compostas, de acordo com o que foi mostrado nos dendogramas. Assim procedendo, das 50 amostras existentes, poderiam ser armazenados apenas 3 de grãos maiores do tipo Amendoim e mais 2 de grãos menores, Chita Fina/Bagagô, aumentando-se a eficiência no manuseio do germoplasma.

CONCLUSÕES

1. Por meio da técnica de variáveis canônicas, pode-se afirmar que as dez características quantitativas e fenológicas estudadas são importantes para a descrição do germoplasma de feijão.

2. O emprego da técnica de agrupamento, com medidas de divergência genética representada pela distância de Mahalanobis, é eficaz na identificação de duplicidades de acessos de feijão.

REFERÊNCIAS

- BOCK, R.D. **Multivariate statistical methods in behavioral research**. New York: McGraw-Hill, 1975. 623p.
- CASTINEIRAS, L. Análisis de descriptores del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) mediante métodos multivariados. **Ciências de la Agricultura**, Havana, v.39, p.54-59, 1990.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p. Tese de Doutorado.
- CURI, P.R. Análise de agrupamento: métodos seqüenciais, aglomerativos e hierárquicos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.35, n.10, p.1416-1429, 1983.
- FARIA, L.C. de. **Análise multivariada no estudo da divergência genética entre populações de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo mulatinho**. Goiânia: UFG, 1994. 80p. Tese de Mestrado.
- FERREIRA, D.F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos**. Lavras: ESALQ, 1993. 72p. Tese de Mestrado.
- FONSECA, J.R. **Emprego da análise multivariada na caracterização de germoplasma de feijão**

- (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: ESAL, 1993. 123p. Tese de Doutorado.
- OLIVEIRA, E.J. de. **Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: UFV, 1989. 91p. Tese de Mestrado.
- PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 180p. Tese de Doutorado.
- RAO, A.V.; PRASSAD, A.S.R.; SAI KRISHNA, T.; SESHU, D.V.; SRINIVASAN, T.E. Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v.41, n.2, p.179-185, 1981.
- RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometrics research**. New York: John Willey, 1952. 390p.
- RIBEIRO, F.E. **Divergência genética entre populações de coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L.) do Brasil**. Lavras: ESAL, 1993. 84p. Tese de Mestrado.
- SINGH, S.P. Gene pools in cultivated dry bean. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v.31, p.180-182, 1988.
- WILCHES, O.M. Evaluación de treinta y cuatro variedades de mani mediante técnicas multivariadas. **Revista ICA**, Turrialba, v.18, n.1, p.67-76, 1983.