

# DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) COLETADO NO SUL DE MINAS GERAIS

JAIME ROBERTO FONSECA<sup>2</sup>  
MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE<sup>3</sup>  
MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO<sup>4</sup>  
DANIEL FURTADO FERREIRA<sup>5</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de técnicas multivariadas na estimativa da divergência genética entre acessos de feijão, com a finalidade de orientar as atividades de banco de germoplasma no que se refere à seleção de descritores para a caracterização e eliminação de acessos duplicados. Para tais propósitos, foram utilizadas 121 amostras de feijão, das quais 119 foram coletadas em vários municípios do sul de Minas Gerais. Os materiais foram avaliados em março de 1992 em área experimental da Universidade Federal de Lavras - UFLA, utilizando um látice 11 x 11, com 3 repetições. Foram empregados 25 descritores, dos quais 16, com características quantitativas, foram submetidos às análises multiva-

riadas. Para o estudo da divergência e agrupamento dos acessos, os materiais foram classificados inicialmente de acordo com seu grupo comercial, isto é, em função do tamanho e cor dos grãos. Constatou-se que não houve caracteres redundantes, ou seja, todos foram importantes para a descrição dos acessos, conforme mostrou a técnica; as amostras de feijão utilizadas pelos agricultores do Sul de Minas Gerais mostraram-se pouco divergentes, tendo sido o tamanho dos grãos o principal caráter associado com a divergência. Além do mais, o emprego da técnica de agrupamentos, utilizando medidas de divergência, demonstrou-se viável e eficaz na identificação de amostras repetidas, podendo ser utilizada rotineiramente no Banco de Germoplasma.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Divergência genética, germoplasma, feijão

## GENETIC DIVERGENCY IN BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) GERMOPLASM COLLECTED IN SOUTHERN MINAS GERAIS

**ABSTRACT** – The present work was performed to check the efficiency of multivariate techniques to estimate genetic divergence among bean accessions. The main goal was to recommend descriptors for accession characterization in germoplasm banks and to facilitate the elimination of duplicates. One hundred and twenty one different bean samples were used of which 119 were collected in the Southern region of Minas Gerais State, Brazil. Evaluation was made on March, 1992 in an experimental field at Universidade Federal de Lavras - UFLA, using a 11 x 11 square lattice, with 3 replications. Sixteen quantitative traits descriptors were submitted to

multivariate analysis. For divergence and cluster analyses the accessions were first classified into commercial groups, taking account the kernel size and color. Through canonic variater technique, it was found that all traits were important for accession description. The bean cultivars used by the farmers from Southern Minas Gerais State showed low divergence and the kernel size was the main trait associated with divergence. In addition, the clustering techniques using the divergence measures, was shown to be practicable and efficient to identify duplicated accessions. It can be used as routine for the bean Germoplasm Bank.

**INDEX TERMS:** Genetic divergency, germoplasm, bean

## INTRODUÇÃO

Em um programa de melhoramento, a coleta de germoplasma é de fundamental importância. Envolve uma série de atividades e, além da caracterização através de descritores, uma das mais importantes é identificar

amostras que sejam repetidas, porque na coleta, muitas vezes um mesmo material recebe nomes diferentes e é armazenado em duplicata, aumentando o trabalho, reduzindo o espaço disponível para novas amostras e não trazendo vantagens em termos da preservação do material genético.

1. Parte da tese apresentada à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), pelo primeiro autor, para obtenção do grau e título de Doutor em Agronomia, na área de Fitotecnia.

2. Pesquisador da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) – Goiânia, GO.

3. Professor Adjunto do Departamento de Agricultura, UFLA – Lavras, MG.

4. Professor Titular do Departamento de Biologia, UFLA – Lavras, MG.

5. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas, UFLA – Lavras, MG.

**TABELA 1.** Resumo das análises de variância univariadas de dezesseis caracteres estudados em cento e vinte e um acessos de feijão. Lavras - Minas Gerais, 1992/93.<sup>1</sup>

Caracteres	Quadrados Médios			Média	CV (%)
	Blocos	Acessos	Erro		
CPV	7,728	2,873 **	0,141	9,690	3,88
NVP	412,103	9,979 **	3,446	8,895	20,87
NGV	8,226	1,003 **	0,157	5,034	7,87
P100	154,858	145,070 **	2,109	21,248	6,83
PROD	1179278,383	43949,533 **	12498,019	535,069	20,89
Sco	13330,854	120,626	88,004	67,449	13,91
ALT	12167,787	1343,007 **	72,744	65,486	13,02
NHP	34,194	15,389 **	0,743	11,112	7,76
CFC	94,359	1,432 **	0,323	9,686	5,87
LFC	68,553	0,905 **	0,204	7,398	6,10
FE	0,540	0,052	0,052	1,282	17,70
OID	7,168	0,283 **	0,058	1,494	16,17
NVSP	0,238	0,119 **	0,044	1,180	17,73
MC	4,631	0,101 **	0,063	1,490	16,91
AF	2,231	0,381 **	0,138	1,469	25,24
AV	1,223	0,209 **	0,065	1,443	17,64

\*\* Significativos pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

<sup>1</sup> CPV = comprimento de vagem, NVP = número de vagens por planta, NGV = número de grãos por vagem, P100 = peso de 100 sementes, PROD = produção por parcela, Sco = estande na colheita, ALT = altura das plantas, NHP = número de nós da haste principal, CFC = comprimento do folíolo central, LFC = largura do folíolo central, FE = ferrugem, OID = oídio, NVSP = número de vagens secas por planta, MC = mosaico comum, AF = antracnose nas folhas e AV = antracnose nas vagens

Para identificar amostras repetidas, existem propostas de algumas estratégias que envolvem o uso de marcadores isoenzimáticos e moleculares (Brondani, 1993; Miklas e Kelly, 1992 e Skroch, Santos e Mienhuis, 1992). Principalmente os marcadores moleculares, usando procedimentos tais como as técnicas de RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) e RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) deverão, no futuro, ser rotineiros nas atividades de um banco de germoplasma. Contudo, atualmente, devido principalmente ao custo elevado, praticamente não têm sido utilizados.

Uma outra opção é o uso de técnicas multivariadas (Pereira, 1989; Cruz, 1990 e Hussaini, Goodman e Timothy, 1977), pois através de algumas delas é possível avaliar a divergência, e, conseqüentemente, identificar amostras similares que provavelmente são duplicatas. Nesse trabalho são utilizadas algumas dessas técnicas em coletas realizadas pelo Banco de Germoplasma do Centro

Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão no Sul de Minas Gerais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com 121 amostras (acessos) de feijão provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Feijão) do CNPAF/EMBRAPA, Goiânia-Goiás. Todos os materiais, com exceção de dois, foram coletados em expedições realizadas em regiões produtoras de vários municípios do Sul de Minas Gerais, durante o ano de 1989.

As amostras foram avaliadas em março de 1992, em área experimental da UFLA no município de Lavras-MG, em solo classificado como Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa, fase cerrado, de relevo suave e ondulado, utilizando o delineamento experimental látice 11x11, com 3 repetições. Cada parcela era constituída por duas linhas de 3 metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m, com

**TABELA 2.** Variâncias, variâncias percentuais e acumuladas das variáveis canônicas obtidas de dezesseis caracteres avaliados em cento e vinte e um acessos de feijão. Lavras-Minas Gerais, 1992/93

Variáveis canônicas	Variância		
	Var. canônicas	Percentual	Percentual acumulada
1	76,63176	65,3	65,3
2	18,63460	15,9	81,2
3	5,29986	4,5	85,7
4	4,21714	3,6	89,3
5	2,70597	2,3	91,6
6	2,00886	1,7	93,3
7	1,39286	1,2	94,5
8	1,25423	1,1	95,6
9	1,20489	1,0	96,6
10	0,82669	0,8	97,4
11	0,78029	0,7	98,1
12	0,59373	0,5	98,6
13	0,52770	0,5	99,1
14	0,54717	0,4	99,5
15	0,37452	0,3	99,8
16	0,28912	0,2	100,0

15 sementes por metro linear.

A adubação básica foi efetuada conforme resultado da análise do solo, com base em recomendação do Laboratório de Análise de Solo da UFLA. Os demais tratamentos culturais foram normais à boa condução da cultura, inclusive irrigações suplementares por aspersão.

As amostras foram avaliadas quanto a 16 caracteres agrônômicos, tais como comprimento de vagens, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 sementes, produção de grãos por parcela, estande na colheita, altura da planta, número de nós da haste principal, comprimento e largura do folíolo central, ferrugem, oídio, número de vagens secas por planta, mosaico comum, antracnose na folha e na vagem, nos estádios de floração, maturação e colheita. Para tais observações, foram adotadas metodologias do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1978 e 1987 e Vieira, 1982) e também conforme procedimentos descritos por Silva (1981) e Fonseca (1983 e 1993).

Todos os caracteres foram submetidos inicialmente à análise de variância univariada e, posteriormente, à multivariada. A identificação de caracteres redundantes foi feita com base na análise das variáveis canônicas, confor-

me Bock (1975) e Ferreira (1993) e a divergência e identificação de duplicatas, através de análise de agrupamento, isto é, utilizando o método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo, representado em dendograma, com base na distância de Mahalanobis ( $D^2$ ) (Rao, 1948).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do látice foi de magnitude inferior a 7% para todos os caracteres, com exceção do tamanho do folíolo central, cuja eficiência foi em torno de 12%. Por essa razão, todas as análises foram consideradas em blocos casualizados.

O resumo das análises de variância univariada é observado na Tabela 1. Constatou-se que as estimativas da precisão experimental, medidas através de coeficientes de variação, diferiram entre as características. A menor estimativa foi de 3,9%, para o comprimento das vagens e a maior, 25,3% para a antracnose nas folhas. Apesar da baixa precisão para alguns caracteres, foi possível detectar significância ( $P < 0,01$ ), pelo teste de F, para todos os caracteres, exceto estande na colheita e ferrugem.

Através da análise de variância multivariada obteve-se o valor da estatística de Wilks  $A = 6,942 \times 10^{-9}$ . Este

valor é significativo ( $P < 0,01$ ) com 1920 e 3665 graus de liberdade, indicando que houve variação global entre os acessos.

**TABELA 3.** Coeficientes de correlação entre os dezesseis caracteres originais e as duas principais variáveis canônicas. Lavras-Minas Gerais, 1992/93<sup>1</sup>

Caracteres originais	Variável canônica (1)	Variável canônica (2)
CPV	0,7869 **	0,3847 **
NVP	-0,8370 **	-0,0947
NGV	-0,9515 **	0,0991
P100	0,9813 **	-0,0366
PROD	-0,9015 **	0,1967 *
Sco	0,6387 **	-0,1288
ALT	0,5987 **	0,7473 **
NHP	-0,5966 **	0,7637 **
CFC	0,6872 **	-0,3388 **
LFC	-0,3001 **	-0,3911 **
FE	-0,8535 **	0,0198
OID	0,6438 **	-0,1564
NVSP	0,4796 **	-0,2560 **
MC	-0,7782 **	0,0922
AF	0,7083 **	-0,0678
AV	-0,6563 **	-0,3340 **

\* e \*\* Significativo pelo teste de t aos níveis de probabilidade de 5% e 1%, respectivamente

<sup>1</sup> CPV = comprimento de vagem, NVP = número de vagens por planta, NGV = número de grãos por vagem, P100 = peso de 100 sementes, PROD = produção por parcela, Sco = estande na colheita, ALT = altura das plantas, NHP = número de nós da haste principal, CFC = comprimento do folíolo central, LFC = largura do folíolo central, FE = ferrugem, OID = oídio, NVSP = número de vagens secas por planta, MC = mosaico comum, AF = antracnose nas folhas e AV = antracnose nas vagens

Das dezesseis variáveis canônicas obtidas, as duas primeiras explicaram 81,2% de variação total (Tabela 2) sendo, desta forma, utilizadas para a identificação de caracteres de menor importância.

Os coeficientes de correlação que envolvem essas duas variáveis mais importantes com os caracteres avaliados são apresentados na Tabela 3. Todos os dezesseis caracteres apresentaram coeficientes de correlação significativos com pelo menos uma das duas variáveis canô-

nicas selecionadas, indicando que não houve caracteres redundantes. É importante salientar que mesmo o estande e a incidência de ferrugem, que não apresentaram diferença significativa nas análises univariadas, contribuíram na descrição dos acessos.

Esses resultados mostram a importância das técnicas multivariadas na identificação dos descritores que devem ser tomados para o estudo da divergência genética e identificação de amostras duplicadas.

O fato de não terem sido identificados caracteres redundantes dentre os dezesseis estudados, é coerente com o apresentado por Oliveira (1989), que estudando nove caracteres do feijoeiro, quatro dos quais não incluídos neste trabalho, também não encontrou descritores redundantes.

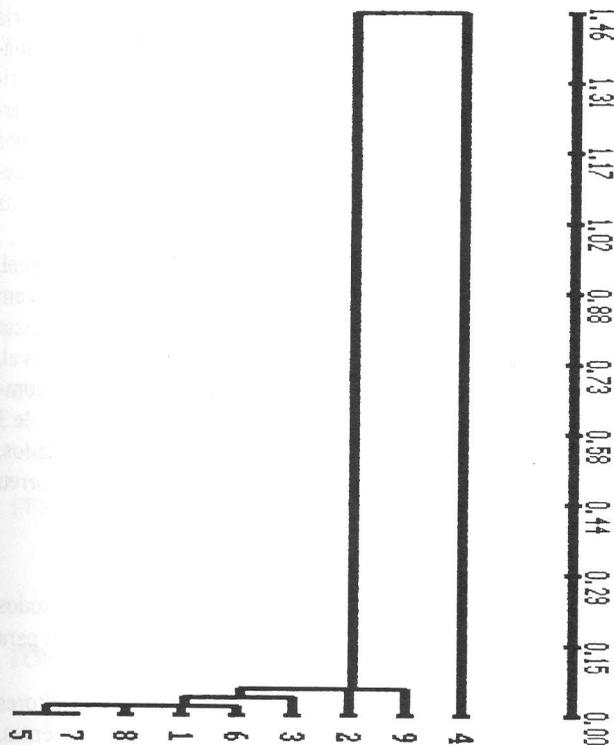
Assim, com base nesses resultados, em que não houve caracteres redundantes, isto é, todos os dezesseis caracteres contribuíram para a descrição dos acessos, eles foram utilizados na avaliação da divergência genética e identificação de duplicatas.

Para isso, inicialmente, os materiais foram agrupados em função da sua classificação comercial, isto é, em função do tamanho e da cor predominante na semente pois o interesse foi o de estudar, por meio da divergência, a possibilidade de reunir acessos de feijão, com vistas à eliminação de duplicidades nos diferentes grupos comerciais. Dessa forma, foram identificados nove grupos, a saber: 1 – Preto, 2 – Rosinha, 3 – Mulatinho (incluindo o Carioca), 4 – Manteigão, 5 – Pardo, 6 – Roxinho, 7 – Bico-de-ouro, 8 – Amarelo e 9 – Outros (incluindo os tipos que não se enquadraram nos grupos descritos). Esta classificação comercial foi proposta por Vieira (1967) e adotada em outras oportunidades (Almeida, Leitão Filho e Miyasaka, 1971; Silva, 1981; Antunes e Teixeira, 1982 e EMBRAPA, 1987).

A divergência entre os grupos comerciais (intergrupos) pode ser observada na Figura 1. Constata-se que, com exceção do grupo Manteigão (4), todos os outros mostraram pequena divergência entre si.

É necessário ressaltar que a diferença mais marcante entre o grupo Manteigão e os demais foi, provavelmente, devida à diferença no tamanho dos grãos. É interessante lembrar que o peso de 100 sementes foi a característica que apresentou o maior coeficiente de correlação com as variáveis canônicas (Tabela 3), constituindo, portanto, o caráter que mais contribuiu para a divergência entre os acessos. Assim, pode-se inferir que o principal fator de divergência no feijoeiro é o tamanho dos grãos.

Esses resultados são coerentes com a proposta de Singh (1988) e Singh, Debouck e Gepts (1989), que utilizaram o tamanho dos grãos como a principal característica para agrupar os feijoeiros em conjuntos gênicos ("pools")



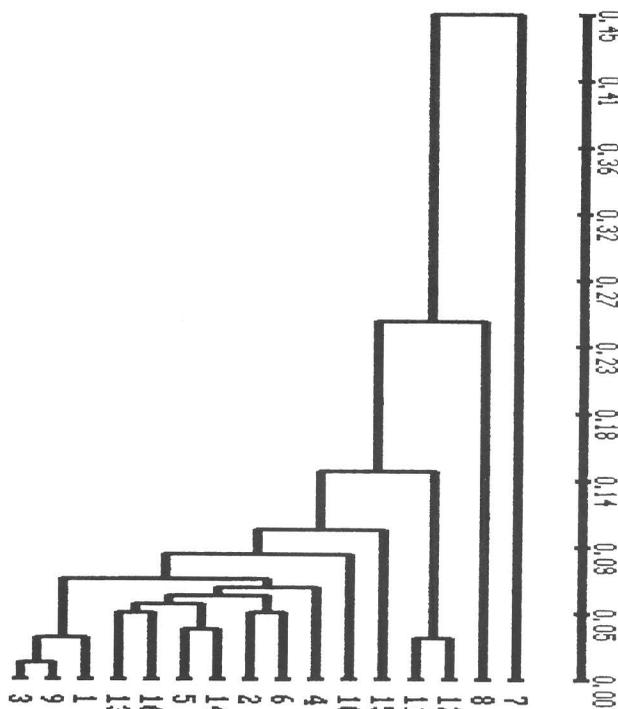
**FIGURA 1** - Dendrograma obtido pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo, com base nas distâncias de Mahalanobis, para os nove grupos comerciais de feijão. Lavras - Minas Gerais, 1992/93. 1 = Grupo Preto, 2 = Rosinha, 3 = Mulatinho (incluindo o Carioca), 4 = Manteigão, 5 = Pardo, 6 = Roxinho, 7 = Bico-de-Ouro, 8 = Amarelo e 9 = Outros

gênicos) ou raças. Os feijões de grãos grandes, como o do grupo Manteiga, pertencem aos conjuntos gênicos de 7 a 12, que posteriormente foram denominados de raças Nova Granada, Chile e Peru. Já os de grãos menores, pertencem aos conjuntos gênicos de 1 a 4, com a denominação de raça Meso-américa.

Segundo os mesmos autores, essas diferenças no tamanho dos grãos estão diretamente associadas com o local de domesticação, isto é, os feijões grandes foram domesticados nos Andes e os menores nas regiões baixas da América Central, sendo essas as duas áreas mais importantes na domesticação do feijão, além de uma terceira, de menor importância, no Norte dos Andes (Colômbia), que originou também feijões pequenos (Gepts et al. 1986). Aparentemente houve, inclusive, o desenvolvimento de um mecanismo de isolamento, geneticamente controlado, impedindo o livre fluxo de alelos entre os feijões grandes e pequenos (Singh e Gutierrez, 1984), o qual, sem a interferência do homem, deveria contribuir para a subdivisão da espécie *Phaseolus vulgaris* em duas novas espécies.

Entre os grupos de grãos pequenos, caracterizados como já mencionado, pela cor dos grãos, a divergência foi pequena. Depreende-se assim que, provavelmente, a seleção dos feijões pelos agricultores é realizada em função única e exclusivamente da cor dos grãos, provavelmente sem nenhuma atenção a outras características das plantas; aliás, é bem possível que essa seleção seja realizada após a colheita, quando não se tem oportunidade de observar outros caracteres.

Dentro de cada grupo, pelas razões já comentadas, as diferenças foram também pequenas. O grupo que apresentou maior divergência foi novamente o grupo Manteigão (4), alcançando o valor de 0,45 na escala do dendrograma (Figura 2). Com base neste valor superior, subjetivamente, estabeleceram-se três magnitudes de distâncias variando de 0,00 a 0,15, de 0,16 a 0,30 e de 0,31 a 0,45 e com base nessas, os acessos de cada grupo foram reunidos em subgrupos. Assim, então o grupo Manteigão, constituído de dezesseis genótipos, com sementes mais pesadas e de maior tamanho, formou três subgrupos. O acesso 7 (n.º BAG 890061), o mais divergente de todos, formou um subgrupo isolado, o mesmo ocorrendo com o n.º 8 (BAG 890072); os demais acessos formaram um terceiro conjunto com distâncias semelhantes entre si.



**FIGURA 2**. Dendrograma obtido pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo, com base nas distâncias de Mahalanobis, para os dezesseis acessos de feijão do grupo Manteigão. Lavras - Minas Gerais, 1992/93

Na Figura 3, é apresentado o dendograma para as amostras dentro do grupo Mulatinho. Ressalte-se que das 11 amostras incluídas, 10 eram de grãos tipo Carioca e como se observa, com divergência praticamente nula, pois formou apenas um subgrupo. Isso ocorre provavelmente porque apesar do feijão 'Carioca' ser o mais cultivado na região e estar em uso há mais de 20 anos (Almeida, Leitão Filho e Miyasaka, 1971), é um dos poucos materiais em cultivo para o qual sempre há disponibilidade de sementes fiscalizadas para a compra. Como, pelo menos periodicamente, o agricultor adquire novas sementes, a chance de que a seleção natural ou artificial realizada pelo próprio agricultor possa provocar alterações expressivas, é reduzida.

Para os demais grupos, os resultados foram semelhantes ao do Mulatinho, com exceção dos grupos Preto, Rosinha, Bico-de-ouro e Amarelo que formaram, cada um, dois subgrupos de materiais. Esses resultados estão evidenciando que há, como esperado, muitas amostras repetidas. Dessa forma, no Banco de Germoplasma deveriam ser obtidas amostras compostas, contendo representantes de todos os materiais coletados e que foram agrupados na análise como similares, isto é, somente 15 amostras, sendo 12 referentes aos grupos de grãos pequenos diferindo na cor e mais 3 do grupo de grãos grandes, diferindo na cor e tamanho. Assim procedendo,

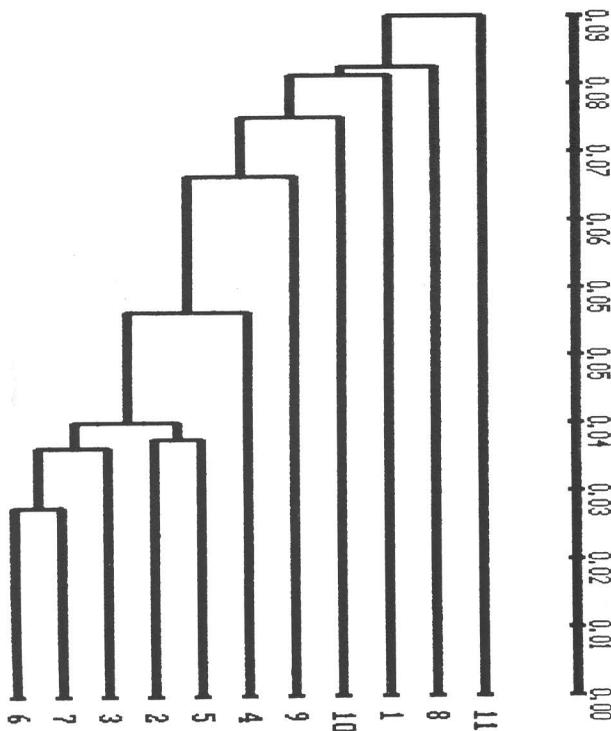


FIGURA 3 - Dendograma obtido pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo, com base nas distâncias de Mahalanobis, para os onze acessos de feijão do grupo Mulatinho, Lavras, Minas Gerais, 1992/93.

o custo de manutenção dos bancos de germoplasma seria reduzido e o pesquisador teria mais tempo para uma análise mais criteriosa do material existente no banco. A critério do melhorista ou do responsável pelo banco de germoplasma, poder-se-ia fazer subgrupos dentro dos grupos similares identificados na análise multivariada, considerando descritores qualitativos que não participaram da análise, tais como cor das vagens e do hilo.

Contudo, é interessante ressaltar que é indispensável, para se obter bons resultados, que alguns cuidados devem ser tomados na obtenção dos descritores, isto é, utilizar sementes novas ou todas da mesma idade e, se possível, isentas de patógenos, delineamento em blocos incompletos (látices) com repetições e parcelas de 2 linhas de 3 metros de comprimento. Tomando-se estes cuidados, pode-se obter boa precisão experimental, como ocorreu no presente trabalho.

## CONCLUSÕES

a) Através da análise de variáveis canônicas, todos os descritores analisados mostraram-se importantes para a descrição dos acessos.

b) As amostras de feijão utilizado pelos agricultores do Sul de Minas Gerais mostraram-se pouco divergentes, sendo maior a divergência entre os grupos do que dentro dos grupos comerciais.

c) O principal caráter associado com a divergência dos materiais foi o tamanho dos grãos, sendo que o grupo formado pelas amostras de grãos grandes divergiu de todos os demais.

d) O emprego da técnica de agrupamentos, utilizando medidas de divergência, demonstrou-se viável e eficaz na identificação de amostras repetidas, podendo ser adotada rotineiramente no Banco de Germoplasma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.D. de; LEITÃO FILHO, H.F.; MIYASAKA, S. Características do feijão Carioca, um novo cultivar. *Bragantia*, Campinas, v.30, n.8, p.33-38, 1971.
- ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G. Produtividade de genótipos de feijão em monocultivo e no cultivo associado com milho nas épocas das águas e da seca em Goiânia, GO. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. *Anais...* Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.83-88.
- BOCK, R.D. *Multivariate statistical methods in behavioral research*. McGraw-Hill, 1975, 623p.
- BRONDANI, C. *Análise de RFLP da tolerância à toxidez do alumínio*. Lavras: ESAL, 1993. 78p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

- TROPICAL. **Lista descriptiva del germoplasma de *Phaseolus* spp. II - Materiales promisorios.** Cali, 1978. 90p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Standard system for the evaluation of bean germplasm.** Cali, 1987. 53p.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p. (Tese-Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Rio Doce:** Nova variedade de feijão de cor para o Espírito Santo, 1987. Folder.
- FERREIRA, D.F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos.** Lavras: ESAL, 1993. 72p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- FONSECA, J.R. **Avaliação e caracterização de germoplasma/cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF/CIAT, 1983. 11p. (Apostila do II Curso de Produção de Feijão).
- FONSECA, J.R. **Emprego da análise multivariada na caracterização de germoplasmas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Lavras: ESAL, 1993. p. (Tese de Doutorado em Fitotecnia).
- GEPTS, P.; OSBORN, T.C.; RASHKA, K.; BLISS, F.A. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): Evidence for multiple centers of domestication. **Economic Botany**, New York, v.40, p.451-458, 1986.
- HUSSAINI, S.H.; GOODMAN, M.M.; TIMOTHY, D.H. Multivariate analysis and the geographical distribution of the world collection of finger millet. **Crop Science**, Madison, v.17, p.257-263, 1977.
- MIKLAS, P.; KELLY, J. Identifying bean DNA polymorphisms using the polymerase chain reaction. In: REPORT OF THE BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 35, Fort Collins, 1992. p.21-2.
- OLIVEIRA, E.J. de. **Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Viçosa: UFV, 1989. 91p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Piracicaba: ESALQ, 1989. 180p. (Tese-Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- RAO, C.R. The utilization of multiple measurements in problems of biological classification. **Journal Royal Statistic Society**, Série B, London, v.10, p.159-193, 1948.
- SILVA, H.T. **Caracterização morfológica, agrônômica e fenológica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente plantadas em diversas regiões do Brasil.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1981. 52p. (Circular Técnica, 15).
- SINGH, S.P. Gene pools in cultivated dry bean. In: REPORT OF THE BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 31, Fort Collins, 1988. p. 180-2.
- SINGH, S.P.; DEBOUCK, D.G.; GEPTS, P. Razas de frijol comum *Phaseolus vulgaris* L. In: BEEBE, S. **Temas actuales en mejoramiento genético del frijol comum.** Programa de frijol. Cali, 1989. p.78-91. (Documento de trabajo, 47).
- SINGH, S.P.; GUTIERREZ, J.A. Geographical distribution of the DL1 and DL2 genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size, and their significance to breeding. **Euphytica**, Wageningen, v.33, p.337-347, 1984.
- SKROCH, P.W.; SANTOS, J.B. dos; NIENHUIS, J. Genetic relationships among *Phaseolus vulgaris* genotypes based on RAPD markers data. In: REPORT OF THE BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 35, Fort Collins, 1992. p.23-24.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum;** cultura, doenças e melhoramento. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1967. 220p.
- VIEIRA, C. **Germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Brasília: EMBRAPA/CENARGEM, 1982. 10p. (1º Curso de Recursos Genéticos).