

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.3, p.452-459, jul.-set, 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 1140 – 27/08/2010 *Aprovado em 24/05/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i3a1140

Gabriela S. Kloster^{1,2}

Marco A. A. Barelli¹

Claudete R. Silva^{1,3}

Leonarda G. Neves¹

Severino de Paiva Sobrinho¹

Petterson B. da Luz¹

Análise da divergência genética através de caracteres morfológicos em cultivares de feijoeiro

RESUMO

A divergência genética entre 22 cultivares de feijoeiro pertencentes ao ensaio de Valor de Cultivo e Uso da Embrapa e IAPAR foi avaliada com o emprego de descritores morfológicos em um experimento de campo conduzido em Cáceres-MT, na unidade experimental da EMPAER. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, e os dados obtidos foram submetidos à análise de dissimilaridade genética baseada em variáveis multicategóricas. Empregou-se a análise métodos de agrupamento hierárquico via UPGMA (Método de Agrupamento Médio Entre Grupos) e a projeção da distância no plano. O emprego de análise de variáveis multicategóricas demonstrou ser eficiente para separar as cultivares em grupos de acordo com os centros de origem mesoamericana e andina. As combinações envolvendo as cultivares BRS Timbó e CNFRx10531; BRS Esplendor e BRS Valente; BRS Grafite e BRS Campeiro se destacaram como as mais similares. As cultivares Irai e BRS grafite foram as mais divergentes dentre as cultivares avaliadas, portanto, podem ser utilizadas como genitores para a obtenção de populações segregantes superiores em futuros programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., variáveis multicategóricas, mesoamericano, andino.

Analysis of the genetic divergence through morphologic characters in common bean plant cultivars

ABSTRACT

The genetic divergence among 22 cultivars of common bean plants, belonging to the assay of Cultivation Value and Use of Embrapa and IAPAR, was evaluated using morphological descriptors in a field experiment in Cáceres, Mato Grosso, Brazil, at the experimental unit of EMPAER. The experimental design was made in randomized blocks, with three replications, and the data obtained were submitted to a genetic dissimilarity analysis based on multicategorical variables. The hierarchical clustering methods analysis was used via UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), and the distance projection onto a plane. The use of the multicategorical analysis showed to be efficient to separate the cultivars by groups according to their centers of Mesoamerican and Andean origin. The combinations involving cultivars BRS Timbó and CNFRx10531; BRS Esplendor and BRS Valente; BRS Grafite and BRS Campeiro were the most similar. Cultivars Irai e BRS Grafite were the most devious among the evaluated cultivars, therefore, they may be used as parents to obtain segregate populations in future breeding programs.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., multicategorical variables, Mesoamerican, Andean.

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Departamento de Agronomia, Avenida São João, s/n, Cavallhada, CEP 78200-000, Cáceres-MT, Brasil. Caixa-Postal 118. Fone: (65) 3221-0509. Fax: (65)3221-0509. E-mail: gabikloster@hotmail.com; marcobarelli@terra.com.br; clararaze@yahoo.com.br; leonardaneves@unemat.br; paivasevero@bol.com.br; petterbaptista@yahoo.com.br

² Bolsista de Mestrado do CNPq

³ Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa importante para o consumo humano, perfazendo 50% do legume em grão consumido mundialmente (McClellan et al., 2004; Ramírez et al., 2005). Está adaptado a diferentes condições edafoclimáticas, o que permite o seu cultivo em épocas distintas: na época das águas, das secas e de inverno, em quase todos os Estados brasileiros, possibilitando uma oferta constante do produto no mercado (Vieira et al., 1998; Bonett et al., 2006).

A preservação da variabilidade genética do feijoeiro, avaliada, organizada e disponibilizada à comunidade científica, propicia ganhos genéticos expressivos para a cultura e para a agricultura brasileira. O conhecimento e exploração da variabilidade permitem a continuidade nas pesquisas, garantindo a sustentabilidade do agronegócio brasileiro, deixando-o mais produtivo e competitivo no sistema agrícola (Fonseca & Silva, 2005).

A divergência genética é de grande importância para o melhoramento, pois, quando adequadamente explorada, pode reduzir a vulnerabilidade da cultura a doenças e, ao mesmo tempo, acelerar o progresso genético para determinados caracteres (CUI et al., 2001).

As técnicas de análise multivariada podem ser utilizadas para avaliar a divergência entre acessos e para selecionar os descritores mais importantes na discriminação dos acessos de um banco de germoplasma (Pereira, 1992; Amaral Júnior et al., 1996).

As variáveis multicatóricas são comumente utilizadas para avaliação no melhoramento genético de plantas e estão relacionadas com particularidades morfológicas e estruturais, além de características que conferem qualidade ao produto comercializado. Para variáveis multicatóricas, usa-se o índice de similaridade, em que determinado valor expressa a porcentagem de coincidência de similaridade considerando os vários caracteres analisados. Assim, obtém-se a matriz de dissimilaridade a partir desses índices para posterior realização das análises de agrupamento (Cruz & Carneiro, 2003).

O uso de variáveis multicatóricas na caracterização da divergência genética entre genótipos de diversas espécies tem sido utilizado com eficiência entre diversos autores (Daros et al., 2002; Guimarães et al., 2007; Bento et al., 2007).

Para Moura et al. (1999), a determinação da dissimilaridade genética, por meio da avaliação simultânea de vários caracteres, pode ser uma ferramenta eficiente para a identificação de genótipos superiores, possibilitando a concentração de esforços nas combinações mais promissoras.

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, os genitores em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Alternativamente, as técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo, ainda, dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (Cruz, 1990; Rodrigues et al., 2002).

Por tanto este trabalho visa avaliar a divergência genética através de características morfológicas de cultivares de

feijoeiro, com o intuito de selecionar genitores que poderão compor híbridos para a geração de novas cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado numa área total de 616m², pertencente à unidade experimental da Empresa Matogrossense de Pesquisa e Extensão Rural (EMPAER), localizada à margem direita da BR070, a 15 km do município de Cáceres – MT, com latitude de 16°13'42"S, longitude de 57°40'05"W e altitude de 118 m. O clima predominante é caracterizado como quente e úmido, com regime de chuvas de novembro a março e regime de seca de maio a setembro.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas constituídas por quatro linhas de 4 m de comprimento cada uma, espaçadas 0,5 m entre si, no período de maio a julho de 2008. O preparo da área experimental foi realizado de modo convencional e, conforme resultados da análise de solo e recomendação para a cultura, procedeu-se a adubação de 20, 90 e 48 Kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Foram utilizadas 22 cultivares de feijoeiro comum (Tabela 1) em condições de campo, das quais 21 procederam do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso do Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão (CNPAP/EMBRAPA), e uma do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), encaminhadas para EMPAER, para a realização do teste de adaptação local.

As sementes foram tratadas com fungicida carboxina+tiram e semeadas manualmente, com densidade de 12 plantas/metro em solo caracterizado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico Chernossólico (Embrapa, 2006). Os tratamentos culturais constaram de uma aplicação do herbicida pendimethalin, 1 kg i.a. ha⁻¹, na pré-emergência, e de capinas manuais quando necessário, para controle das plantas daninhas. Antes que a cultura completasse o “fechamento das ruas”, foi realizada a última capina, com tração animal. Para o controle fitossanitário (*Bemisia tabaci*, *Diabrotica speciosa* e lagartas desfolhadoras) foram utilizados inseticidas à base de Metamidafós, Paration metílico e Dimetoato, quando necessário.

Os descritores morfológicos utilizados para avaliar a diversidade genética entre as cultivares foram: hábito de crescimento; cor do estandarte; cor das asas; cor da vagem imatura; secção transversal da vagem; curvatura da vagem; fibras da parede da vagem; padrão do tegumento da semente; cor mais escura do tegumento da semente; brilho da semente; forma da semente; pigmentação do hipocótilo; cor do cotilédone emergente; tonalidade da cor da clorofila da folha; antocianina forma da folha; persistência das folhas; acama; tamanho das bractéolas; forma das bractéolas; cor cálice/bractéola; abertura das asas; relação estilete/quilha; posição da vagem na planta; posição do ápice da vagem; orientação do ápice da vagem; cor da vagem seca; e nervura da semente (IPGRI, 2001).

Foi utilizado o recurso computacional do programa Genes (Cruz, 2006) para a realização da análise de dissimilaridade baseada em variáveis multicatóricas, análise de agrupamentos com o método Hierárquico UPGMA e projeção de distância no plano.

Tabela 1. Ordem, nome, grupo comercial, pool gênico e procedência das 22 cultivares de feijoeiro, avaliadas em Cáceres-MT, 2008

Table 1. Order, name, commercial group, genetic pool and origin of the 22 common bean cultivars, evaluated in Cáceres, Mato Grosso, Brazil, 2008

Ordem	Nome	Grupo comercial	Pool gênico	Procedência
1	BRS Estilo	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
2	BRS Horizonte	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
3	BRS Vereda	Rosinha	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
4	BRS Campeiro	Preto	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
5	CNFR x 10531	Roxo	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
6	BRS Valente	Preto	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
7	BRS Timbó	Roxo	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
8	Iraí	Manteigão/Rajado	Andino	CNPAF/EMBRAPA
9	Jalo Precoce	Manteigão/Jalo	Andino	CNPAF/EMBRAPA
10	BRS Requite	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
11	BRS 9435 Cometa	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
12	BRS Esplendor	Preto	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
13	BRS Pontal	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
14	BRS Radiante	Manteigão/Rajado	Andino	CNPAF/EMBRAPA
15	VC 3	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
16	BRS Pitanga	Roxinho	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
17	Pérola	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
18	BRS Grafite	Preto	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
19	VC 6	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
20	BRS Supremo	Preto	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
21	BRS Majestoso	Carioca	Mesoamericano	CNPAF/EMBRAPA
22	IPR Tangará	Carioca	Mesoamericano	IAPAR

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados multicategóricos, coletados nas 22 cultivares de feijoeiro, baseados em 28 características morfológicas (Tabela 2), possibilitaram estimar a dissimilaridade genética de acordo com a distância baseada em variáveis multicategóricas (d_{ij}) (Tabela 3), e demonstraram que as maiores distâncias foram obtidas entre as cultivares pertencentes aos diferentes centros de domesticação.

As cultivares Iraí (Andino) e BRS Grafite (Mesoamericano) se mostraram como as mais dissimilares, apresentando o máximo valor de d_{ij} (0,71%) e apontaram 20 características distintas, sendo elas: hábito de vegetação, cor do estandarte, cor das asas, curvatura da vagem, padrão do tegumento da semente, cor mais escura do tegumento da semente, brilho da semente, forma da semente, pigmentação do hipocótilo, cor do cotilédone emergente, tonalidade da cor da clorofila da folha, forma da folha, acama, tamanho das bractéolas, posição do ápice da vagem, cor cálice/ bractéola, abertura da asa, orientação do ápice da vagem, cor da vagem seca e nervura da semente.

A análise de dissimilaridades multicategóricas demonstrou dissimilaridades para 19 características morfológicas, envolvendo as combinações das cultivares BRS Radiante x BRS Campeiro; BRS Radiante x BRS Valente; e BRS Radiante x BRS Grafite, cuja magnitude de d_{ij} foi 0,68%. Foi observado que BRS Radiante x BRS Campeiro diferiram para os caracteres hábito de vegetação, cor do estandarte, cor das

asas, cor da vagem imatura, curvatura da vagem, padrão do tegumento da semente, cor mais escura do tegumento da semente, brilho da semente, forma da semente, pigmentação do hipocótilo, cor do cotilédone emergente, tonalidade da cor da clorofila da folha, forma da folha, acama, tamanho das bractéolas, abertura da asa, orientação do ápice da vagem, cor da vagem seca e nervura da semente. BRS Radiante x BRS Valente, diferiram quanto ao hábito de vegetação, cor do estandarte, cor das asas, cor da vagem imatura, curvatura da vagem, padrão do tegumento da semente, cor mais escura do tegumento da semente, brilho da semente, forma da semente, pigmentação do hipocótilo, cor do cotilédone emergente, tonalidade da cor da clorofila da folha, forma da folha, tamanho das bractéolas, cor cálice/bractéola, abertura da asa, orientação do ápice da vagem, cor da vagem seca e nervura da semente. Para BRS Radiante x BRS Grafite diferiram quanto os caracteres hábito de vegetação, cor do estandarte, cor das asas, cor da vagem imatura, curvatura da vagem, padrão do tegumento da semente, cor mais escura do tegumento da semente, brilho da semente, forma da semente, pigmentação do hipocótilo, cor do cotilédone emergente, tonalidade da cor da clorofila da folha, forma da folha, acama, abertura da asa, cálice/bractéola, orientação do ápice da vagem, cor da vagem seca e nervura da semente.

De acordo com os dados apresentados, verificou-se a existência de diferenciação genética entre as cultivares analisadas, devido a seus pools gênicos de origem. Duarte et al. (1999) obtiveram resultados semelhantes, em que a menor

Tabela 2. Variáveis multicategóricas avaliadas nas 22 cultivares de feijoeiro, segundo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2001)
Table 2. Multicategorical variables assessed in the 22 bean cultivars, according to the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2001)

Cultivares	Hábito de vegetação	Cor do estandarte	Cor das asas	Cor da vagem imatura	Seção transversal da vagem	Curvatura da vagem	Fibras da parede da vagem	Padrão do leguminoso da semente	Cor mais escura do leguminoso da semente	Cor mais escura do leguminoso da semente	Bilho da semente	Forma da semente	Pigmentação do hipocótilo	Cor do colilócone emergente	Tonalidade da cor da cotilédoa da folha
Esilto	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Médio	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Horizonte	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde escuro
Vereda	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Amarelo a amarelo esverdeado	Amarelo a amarelo esverdeado	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Campelro	Indeterminado tipo II	Lilas	Lilas	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Brilhante	Cubóide	Roxo	Roxo	Verde escuro
CNFRX 10531	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Médio	Cubóide	Verde	Verde	Verde escuro
Valente	Indeterminado tipo II	Lilas	Lilas	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Brilhante	Cubóide	Roxo	Roxo	Verde escuro
Timbó	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Roxo	Roxo	Médio	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Iraí	Determinado atbustivo	Branco com margens lilas	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Vermelho	Vermelho	Médio	Reniforme	Verde	Verde	Verde claro
Jalo Precoce	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Ausente	Amarelo a amarelo esverdeado	Amarelo a amarelo esverdeado	Médio	Reniforme	Verde	Verde	Verde claro
Requite	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde escuro
9435 Cometa	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde escuro
Esplendor	Determinado atbustivo	Lilas	Lilas	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Brilhante	Cubóide	Roxo	Roxo	Verde escuro
Pontal	Indeterminado tipo III	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Radiante	Determinado atbustivo	Branco com margens lilas	Branca	Verde ralado vermelho claro	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Vermelho	Vermelho	Médio	Reniforme	Verde	Verde	Verde claro
VC 3	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Médio	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
BRS Pirlanga	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Ausente	Roxo	Roxo	Médio	Cubóide	Verde	Verde	Verde escuro
Pérola	Indeterminado tipo III	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
BRS Grafite	Indeterminado tipo II	Lilas	Lilas	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Brilhante	Cubóide	Roxo	Roxo	Verde escuro
VC 6	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Ligeiramente curva	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Supremo	Indeterminado tipo III	Lilas	Lilas	Verde ralado de roxo	Piliforme atreondada	Direta	Vagens coriáceas	Ausente	Preto	Preto	Brilhante	Cubóide	Verde	Roxo	Verde escuro
Majestoso	Indeterminado tipo III	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Roxo	Roxo	Verde escuro
IPR Tangará	Indeterminado tipo II	Branco	Branca	Verde normal	Piliforme	Direta	Vagens coriáceas	Listrado	Castanho claro a escuro	Castanho claro a escuro	Baço	Cubóide	Verde	Verde	Verde médio
Cultivares	Antocianina na folha	Forma da folha	Persistência das folhas	Acama	Tamanho das bractéolas	Forma das bractéolas	Cor calice/bractéola	Abertura das asas	Relação esilite/quilha	Posição da vagem na planta	Posição da vagem da vagem	Orientação do ápice da vagem	Cor da vagem seca	Nervuras da semente	
Esilto	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Horizonte	Ausente	Longamente acuminada	Intermediário	De pé	Grande	Lanceolada	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Vereda	Ausente	Acuminada	Intermediário	Intermediária	Média	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Campelro	Ausente	Acuminada	Intermediário	Acamadas	Grande	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo claro a branco	Ausente	
CNFRX 10531	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Intermediária	Pequena	Lanceolada	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Valente	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Pequena	Intermédia	Violeta claro	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo claro a branco	Ausente	
Timbó	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Intermediária	Pequena	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Iraí	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Não marginal	Direito	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Jalo Precoce	Ausente	Longamente acuminada	Intermediário	De pé	Pequena	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo claro a branco	Presente	
Requite	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Acamadas	Média	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
9435 Cometa	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Grande	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Esplendor	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Violeta claro	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Direito	Amarelo claro a branco	Ausente	
Pontal	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Acamadas	Grande	Lanceolada	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Ausente	
Radiante	Ausente	Longamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
VC 3	Ausente	Acuminada	Intermediário	Intermediária	Média	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Presente	
BRS Pirlanga	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Intermediária	Pequena	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Ausente	
Pérola	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Intermediária	Média	Lanceolada	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
BRS Grafite	Ausente	Acuminada	Intermediário	Intermediária	Média	Intermédia	Violeta claro	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Ausente	
VC 6	Ausente	Longamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Verde	Asas moderadamente divergentes	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
Supremo	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	De pé	Média	Intermédia	Violeta claro	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Ausente	
Majestoso	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Acamadas	Média	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo dourado ou amarelo forte	Presente	
IPR Tangará	Ausente	Bruscamente acuminada	Intermediário	Intermediária	Pequena	Intermédia	Verde	Asas fechadas e paralelas	Não exserto	Basal, Central e Apical	Marginal	Para baixo	Amarelo claro a branco	Presente	

Tabela 3. Medidas de dissimilaridade genética, entre 22 cultivares de feijoeiro, em relação às 28 características avaliadas, com base no uso de variáveis multicategóricas (d_{ij})Table 3. Genetic dissimilarity measures, between the 22 common bean cultivars, in relation to the 28 characteristic assessed, based on multicategorical variables (d_{ij})

Cultivares	BRS Estilo	BRS Horizonte	BRS Vereda	BRS Campeiro	BRS CNFR x10531	BRS Valente	BRS Timbó	BRS Irai	Jalo	Precoce	Requinte	BRS 9435 Cometa	Esplendor	Pontal	Radiante	VC3	BRS Ptianga	BRS Perola	Grafite	VC6	BRS Supremo	BRS Majestoso	IPR Tangará
BRS Estilo	0,00	0,32	0,32	0,54	0,36	0,50	0,25	0,21	0,36	0,25	0,25	0,21	0,46	0,32	0,29	0,25	0,36	0,25	0,61	0,18	0,57	0,18	0,21
BRS Horizonte	0,00	0,25	0,50	0,50	0,21	0,54	0,32	0,43	0,39	0,18	0,25	0,25	0,54	0,18	0,36	0,29	0,36	0,14	0,50	0,14	0,57	0,25	0,29
BRS Vereda	0,00	0,00	0,46	0,21	0,54	0,54	0,18	0,43	0,36	0,25	0,39	0,39	0,50	0,29	0,39	0,21	0,29	0,14	0,43	0,18	0,54	0,21	0,25
BRS Campeiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,14	0,46	0,64	0,50	0,46	0,43	0,43	0,21	0,50	0,68	0,46	0,43	0,57	0,11	0,50	0,32	0,57	0,57
BRS CNFR x 10531	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,11	0,39	0,36	0,25	0,25	0,39	0,50	0,29	0,39	0,29	0,14	0,18	0,46	0,32	0,54	0,32	0,29
BRS Valente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,61	0,46	0,50	0,43	0,43	0,11	0,57	0,68	0,54	0,39	0,57	0,14	0,50	0,21	0,61	0,54
BRS Timbó	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,29	0,32	0,43	0,46	0,46	0,32	0,39	0,29	0,18	0,21	0,50	0,29	0,57	0,29	0,25
Irai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,43	0,39	0,50	0,50	0,46	0,14	0,46	0,39	0,39	0,71	0,39	0,61	0,32	0,36
Jalo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,43	0,50	0,46	0,25	0,43	0,29	0,46	0,57	0,39	0,54	0,43	0,36
BRS Precoce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,54	0,21	0,43	0,18	0,36	0,14	0,50	0,14	0,57	0,18	0,29
BRS Requinte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,25	0,39	0,32	0,32	0,32	0,43	0,25	0,46	0,25	0,18
BRS 9435 Cometa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,57	0,57	0,43	0,54	0,21	0,54	0,18	0,54	0,50
BRS Esplendor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,57	0,57	0,43	0,54	0,21	0,54	0,18	0,54	0,50
BRS Pontal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,25	0,36	0,14	0,54	0,25	0,61	0,14	0,18
BRS Radiante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,39	0,39	0,68	0,32	0,57	0,32	0,36
VC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,18	0,43	0,18	0,61	0,32	0,25
BRS Ptianga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,39	0,39	0,39	0,32	0,21
Perola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,14	0,57	0,14	0,18
BRS Grafite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,61	0,54
VC6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,18	0,25
BRS Supremo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54
BRS Majestoso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
IPR Tangará	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

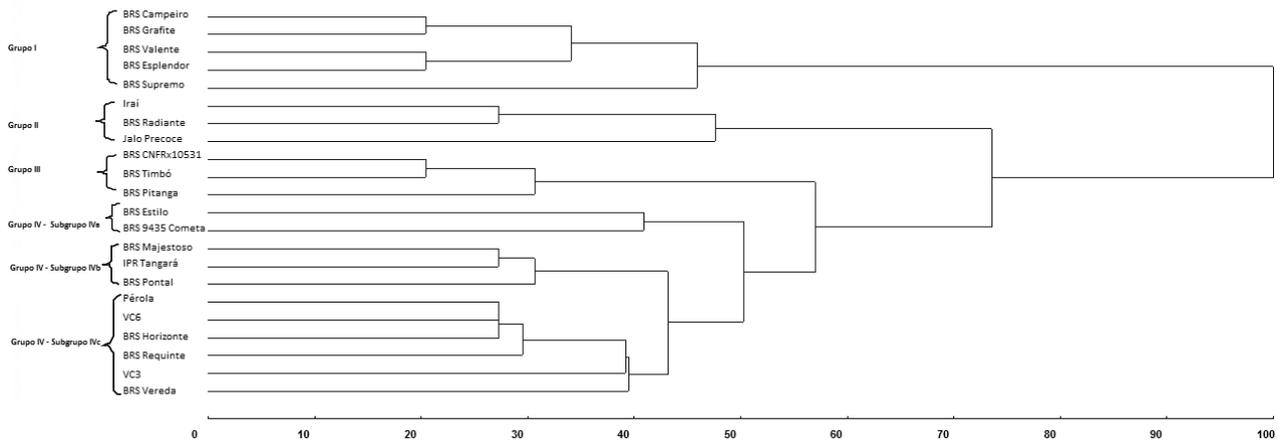


Figura 1. Dendrograma representativo da divergência genética entre as 22 cultivares de feijoeiro, obtido pelo Método de Agrupamento de Ligação Média entre Grupos (UPGMA) utilizando d_{ij} como medida de dissimilaridade

Figure 1. Representative dendrogram of the genetic divergence between the 22 common bean cultivars, obtained by the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), using d_{ij} as dissimilarity measure

distância foi observada entre cultivares mesoamericanas, e as maiores distancias entre cultivares de diferentes centros de domesticação. Vasconcelos et al. (1996), através de estudos envolvendo marcadores moleculares, confirmaram a existência de considerável diferenciação genética entre cultivares pertencentes aos diferentes centros de domesticação. Para Beebe et al. (2001), a separação do feijão em dois grandes grupos está fortemente correlacionada aos grupos de origem Andina e Mesoamericana.

As cultivares que se comportaram como as mais similares, com menor valor para d_{ij} , (0,11%), pertenciam ao centro de domesticação Mesoamericano. Dentre as 28 características avaliadas, BRS Timbó e CNFRx10531 apresentaram diferenças quanto à tonalidade da cor da clorofila, forma das bractéolas e orientação do ápice da vagem; BRS Esplendor x BRS Valente foram dissimilares quanto ao habito de vegetação, tamanho das bractéolas e abertura das asas; e BRS Grafite e BRS Campeiro demonstraram diferenças para acamamento, cor cálice/bractéola e orientação do ápice da vagem divergentes.

O dendrograma das cultivares pelo Método UPGMA (Figura 1), utilizando-se como medida de dissimilaridade a Distância baseada em Variáveis Multicategóricas, em que a divergência dentro de cada grupo é restrita, propiciou a identificação de quatro grupos principais.

O grupo I foi constituído por cultivares do grupo Preto, sendo elas: BRS Campeiro, BRS Grafite, BRS Valente, BRS Esplendor e BRS Supremo. No grupo II foram agrupadas as cultivares Iraí, BRS Radiante e Jalo Precoce, todas pertencentes ao grupo Manteigão, de origem andina. O grupo III foi composto por CNFRx10531, BRS Timbó e BRS Pitanga, todas pertencentes ao grupo Roxo.

O grupo IV foi composto pelas cultivares do grupo comercial carioca e rosinha, subdividindo-se em três subgrupos: subgrupo IVa, com as cultivares BRS 9435 Cometa e BRS Estilo; subgrupo IVb formado pelas cultivares BRS

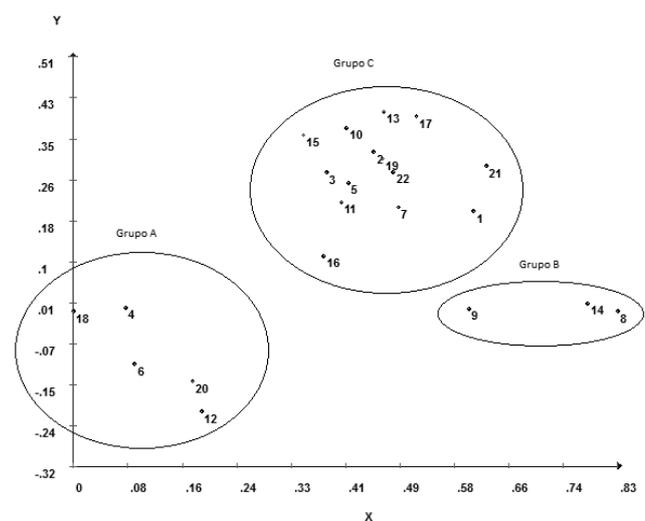


Figura 2. Projeção das distâncias no plano 2D, considerando as 22 cultivares de feijoeiro, com base em 28 variáveis multicategóricas

Figure 2. Projection of the distances in plan 2D, considering the 22 common bean cultivars, based on 28 multicategorical variables

Majestoso, IPR Tangará e BRS Pontal e; subgrupo IVc composto pelas cultivares Pérola, VC6, BRS Horizonte, BRS Requite, VC3 e BRS Vereda.

Com os resultados obtidos por meio de variáveis multicategóricas, foi possível observar a existência de variabilidade genética entre as cultivares, pois, dentre os 28 caracteres avaliados, apenas os caracteres antocianina na folha, persistência das folhas, relação estilete/quilha, fibras da parede da vagem, posição da vagem na planta e posição do ápice da vagem não apresentaram variabilidade, demonstrando o mesmo valor para os caracteres mencionados.

As cultivares mais dissimilares, segundo o método UPGMA, foram BRS Campeiro e BRS Vereda, enquanto as cultivares mais similares envolveu as combinações de BRS Campeiro com BRS Grafite; BRS valente e BRS Supremo e; BRS CNFRx10531 com BRS Timbó. Observa-se que as cultivares mais divergentes são pertencentes a grupos comerciais distintos e as mais semelhantes são do grupo Preto e Roxo. Os grupos I e III apresentam cultivares muito próximas geneticamente em função de baixos valores encontrados para d_{ij} , como BRS Campeiro e BRS Grafite; BRS Valente e BRS Esplendor e; BRS CNFRx10531 e BRS Timbó, todas com d_{ij} 0,11%. O grupo IV formado por 11 das 22 cultivares demonstrou um relacionamento genético muito próximo entre alguns materiais, em função dos dados avaliados, com valores para d_{ij} de 0,14 a 0,21%.

Uma possível explicação para a similaridade entre o elevado número de cultivares do grupo Carioca, deve-se ao fato de haver uma predominância de hibridações entre cultivares do mesmo pool gênico. Durante o período de domesticação do feijoeiro comum, apenas uma pequena fração do feijão selvagem contribuiu para a formação do pool gênico domesticado (Carvalho et al., 2008). Tal fato, aliado às exigências comerciais, ao uso limitado de germoplasma exótico e às estratégias conservadoras por parte dos melhoristas, favoreceu o estreitamento da base genética das cultivares comerciais (Carvalho et al., 2008).

Quando confrontados os grupos I e II, são evidentes as diferenças de caracteres morfológicos entre as cultivares, que determinaram a divisão nos dois grupos. Dentre as características, as que mais contribuíram para esta formação foram: padrão do tegumento da semente, cor mais escura do tegumento da semente, brilho da semente e tamanho das bractéolas.

Ao se analisar a projeção das distâncias no plano (Figura 2), é evidenciada a partição das cultivares 4, 18, 6, 20 e 12, sendo elas BRS Campeiro, BRS Grafite, BRS Valente, BRS Esplendor e BRS Supremo, respectivamente, denominado aqui Grupo A; as cultivares 9, 14 e 8, sendo elas Jalo Precoce, BRS Radiante e Iraí, respectivamente, formatam um segundo grupo, denominado Grupo B. O Grupo C alocou todas as demais cultivares.

De acordo com as análises feitas no Dendrograma e na Projeção no Plano, pode-se perceber a concordância e a eficácia que houve entre essas duas metodologias, uma vez que elas agruparam esses materiais da mesma forma em dois grupos distintos: de um lado materiais do tipo Preto, do grupo Mesoamericano, pertencentes ao Grupo A (no dendrograma Grupo I), e do outro lado materiais do tipo Manteigão, de origem Andina, pertencentes ao Grupo B (no dendrograma Grupo II).

A partir do momento em que existem grupos de acessos de feijão estabelecidos, em que se tem a maior homogeneidade possível dentro de cada grupo e heterogeneidade entre os grupos, temos o ponto de partida para realizar uma avaliação mais minuciosa e selecionar progenitores para programas de melhoramento com a cultura do feijão.

De posse dos dados da divergência genética das cultivares utilizadas nesse experimento, e com o intuito de se iniciar um

esquema de hibridação, pode-se recomendar a escolha de materiais que demonstraram maior divergência genética entre si, possibilitando que sua progênie apresente maior diversidade genética e, provavelmente, um material de interesse para ser utilizado no melhoramento genético vegetal, como o caso das cultivares Iraí e BRS Grafite; BRS Radiante e BRS Campeiro; BRS Radiante e BRS Valente; BRS Radiante e BRS Grafite, as quais apresentaram maior divergência genética, envolvendo cultivares Andinas com alguns de origem Mesoamericana.

CONCLUSÕES

O emprego de variáveis multicatóricas auxilia o melhorista no trabalho de identificação de cultivares a serem avaliadas para caracteres de interesse agrônômicos.

As cultivares Iraí e BRS Grafite foram as mais dissimilares (d_{ij} 0,71%).

As cultivares mais similares (d_{ij} 0,11%) foram BRS Timbó e CNFRx10531; BRS Esplendor e BRS Valente e; BRS Grafite e BRS Campeiro.

O Dendrograma das Variáveis Multicatóricas e a Projeção das Distâncias no Plano são concordantes e eficazes ao agruparem os materiais genéticos similares e dissimilares.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A (EMPAER-MT), à EMBRAPA Arroz e Feijão (CNPAF), ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT).

LITERATURA CITADA

- Amaral Júnior, A.T.; Casali, V.W.D.; Finger, F.L.; Cruz, C.D.; Silva, L.F.C. Variabilidade morfo-agronômica isozimática entre acessos de moranga (*Cucurbita maxima* Duch.). Revista Ceres, v. 43, n.249, p. 581-590, 1996.
- Beebe, S. Rengifo, J.; Gaitan, E.; Duque, M.C.; Tohme, J. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. Crop Science, v.41, n.3, p.854-862, 2001. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2001.413854x>
- Bento, C.S.; Sudré, C.P.; Rodrigues, R. Descritores qualitativos e multicatóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimenta. Scientia Agraria, v.8, n.2, p.149-156, 2007.
- Bonett, L.P.; Gonçalves-Vidigal, M.C.; Schuelter, A.R.; Vidigal-Filho, P.S.; Gonela, A.; Lacanallo, G.F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. Semina, v.27, n.4, p.547-560, 2006.
- Carvalho, M.F.; Crestani, M.; Farias, F.L.; Coimbra, J.L.M.; Bogo, A.; Guidolin, A.F. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores

- RAPD. *Ciência Rural*, v.38, n.6, p.1522-1528, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600005>
- Cruz C.D. Programa Genes: Análise Multivariada e Simulação. Viçosa: UFV, 2006. 175p.
- Cruz, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1990. 188p. Tese Doutorado.
- Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.
- Cui, Z.; Carter Jr., T.E.; Burton, J.W.; Wells, R. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. *Crop Science*, v.41, n.6, p. 1954-1967, 2001. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2001.1954>
- Daros, M.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, T.N.S.; Leal, N.R.; Freitas, S.P.; Sedyama, T. Caracterização morfológica de acesso de batata doce. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.1, p.43-47, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000100008>
- Duarte, J.M.; Santos, J.B. dos; Melo, L.C. Genetic divergence among common bean cultivars from different races based on RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology*, v.22, n.3, p.419-426, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47571999000300023>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2006. 306p.
- Fonseca, J.R.; Silva, H.T. Banco ativo de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia. Anais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v.1, p.258-261. (Documentos, 182).
- Guimarães, W.N.R; Martins, L.S.S. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-java. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, n.1, p.37-45, 2007.
- International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI. Descritores para *Phaseolus vulgaris*. Rome: IPGRI, 2001. 54p.
- Mcclean, P.; Kami, J.; Gepts, P. Genomic and genetic diversity in common bean. In: Wilson, R.F.; Stalker, H.T.; Brummer, E.C. (Eds.). *Legume crop genomics*. Champaign, IL: AOCS Press, 2004. p.60-82. <http://dx.doi.org/10.1201/9781439822265.ch4>
- Moura, W.M.; Casali, V.W.D; Cruz, C.D.; Lima, P.C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação a eficiência nutricional de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.2, p.217-224, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000200010>
- Pereira, A.V. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989. 180p. Tese.
- Ramírez, M.; Graham, M.A.; Blanco-López, L.; Silvente, S.; Medrano-Soto, A.; Blair, M.W.; Hernández, G.; Vance, C.P.; Lara, M. Sequencing and analysis of common bean ESTs. Building a foundation for functional genomics. *Plant Physiology*, v.137, n.4, p.1211-1227, 2005. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.104.054999>
- Rodrigues, L.S.; Antunes, I.F.; Teixeira, M.G.; Silva, J.B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.9, p.1275-1284, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000900011>
- Vasconcelos, M.J.V.; Barros, E.G. de; Moreira, M.A.; Vieira, C. Genetic diversity of the common bean *Phaseolus vulgaris* L. determined by DNA based molecular markers. *Revista Brasileira de Genética*, v.19, n.3, p.447-451, 1996.
- Vieira, C.; Paula Júnior, T.J; Borém, A. (Eds.). *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 596p.