

LISANDRA MAGNA MOURA

**CRUZAMENTOS DIALÉLICOS VISANDO A ESCOLHA DE GENITORES NO
MELHORAMENTO DE FEIJÃO PRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M929c
2013 Moura, Lisandra Magna, 1983-
Cruzamentos dialélicos visando a escolha de genitores no
melhoramento de feijão preto / Lisandra Magna Moura. –
Viçosa, MG, 2013.
viii,30f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Pedro Crescêncio de Souza Carneiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.25-30.

1. Feijão. 2. Melhoramento genético. 3. Feijão -
Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-Graduação
em Genética e Melhoramento. II. Título.

CDD 22 ed. 635.652

LISANDRA MAGNA MOURA

**CRUZAMENTOS DIALÉLICOS VISANDO A ESCOLHA DE GENITORES NO
MELHORAMENTO DE FEIJÃO PRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 26 de julho de 2013

José Eustáquio de Souza Carneiro
(Coorientador)

Marcos Ribeiro Furtado
(Coorientador)

Felipe Lopes da Silva

Pedro Crescêncio Souza Carneiro
(Orientador)

Aos meus pais, Adelson e Lúcia.

Aos meus irmãos Luciano e Maíra.

Ao meu marido Bernardo.

Ao meu filho Leonardo.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela VIDA,

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) pelo apoio financeiro na realização desse trabalho.

Ao professor Pedro, pela orientação, pela disponibilidade e dedicação, pelos ensinamentos transmitidos e pela convivência.

Ao professor José Eustáquio, pela coorientação, pelos ensinamentos transmitidos, pela ajuda na condução dos experimentos e pela convivência.

Aos professores Marcos Ribeiro Furtado e Felipe Lopes da Silva, pela disponibilidade e sugestões para esse trabalho.

Ao professor Antônio Policarpo pela coorientação.

Aos meus pais, Adelson e Lúcia por todo amor, confiança, incentivo e esforços dedicados a minha educação.

Ao meu irmão Luciano e sua família pelo amor, pelo incentivo e ajuda.

À minha irmã Maíra, pelo amor, amizade e companheirismo.

Ao meu marido Bernardo, pelo amor, companheirismo e incentivo.

Ao meu amado filho Leonardo por me fazer tão feliz.

Aos demais familiares e amigos pela torcida e por fazerem parte de minha vida.

Aos amigos e colegas do Programa Feijão pela ajuda imensurável na condução dos experimentos, pela troca de conhecimentos e pelos bons momentos de descontração.

Aos funcionários da Agronomia e da estação experimental de Coimbra, em especial ao Gilberto, pelo auxílio na condução dos experimentos.

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho deixo aqui os meus Sinceros Agradecimentos!

BIOGRAFIA

LISANDRA MAGNA MOURA, filha de Adelson Luciano de Moura e Maria Lúcia Nepomuceno Moura, nasceu na cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, em 23 de agosto de 1983.

Em julho de 2010 obteve o título de Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Em julho de 2011, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em julho de 2013.

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	3
3. Objetivos.....	12
4. Material e métodos.....	12
5. Resultados e discussão.....	15
6. Conclusões.....	24
7. Referências Bibliográficas.....	25

RESUMO

MOURA, Lisandra Magna, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2013. **Cruzamentos dialélicos visando a escolha de genitores no melhoramento de feijão preto.** Orientador: Pedro Crescêncio Souza Carneiro. Coorientadores: José Eustáquio de Souza Carneiro, Antônio Policarpo Souza Carneiro e Marcos Ribeiro Furtado.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de 12 linhagens de feijão visando a obtenção de populações segregantes com potencial para a extração de linhagens que associem alta produtividade de grãos, resistência aos principais patógenos que assolam a cultura, arquitetura ereta de planta e grãos tipo preto aceitos comercialmente. Para tal, essas 12 linhagens foram dispostas em dois grupos (G1 e G2) para compor um dialelo parcial num esquema (5 x 7). O grupo 1 foi composto por linhagens de grãos preto e arquitetura ereta de planta enquanto o grupo 2 de linhagens de grãos carioca e resistentes às principais doenças fúngicas que ocorrem na cultura do feijoeiro. Os 35 híbridos F_1 s e os 12 genitores foram avaliados na safra do inverno de 2012. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e parcelas de três linhas de um metro. Foram avaliadas a severidade de mancha-angular (no campo), a arquitetura de plantas e a produtividade de grãos. Os dados foram analisados de acordo com o modelo de dialelo parcial proposto por Geraldí e Miranda Filho (1988) utilizando pais e F_1 s. Para a severidade de mancha-angular foram observados efeitos significativos tanto para a capacidade geral de combinação dos grupos 1 (CGC_1) e 2 (CGC_2) quanto para a capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos entre os grupos. Em relação à frequência de alelos de resistência à mancha-angular destacaram-se três linhagens do grupo 1 (Xamego, BRS Valente e TB 94-01) e três do grupo 2 (BRS Estilo, VC 20 e CNFC 10720). Considerando a arquitetura de plantas, apenas a CGC do grupo 1 apresentou efeito significativo, com destaque para as linhagens TB 94-01, L 20 e BRS Valente. Já para produtividade de grãos, foram observados efeitos significativos da capacidade geral de combinação do grupo 2 (CGC_2) e específica de combinação (CEC). Neste grupo destacaram-se as linhagens BRS Estilo e CNFC 10720 quanto à frequência de alelos favoráveis. Houve predominância de efeitos aditivos no controle genético dos três caracteres. Os cruzamentos BRS Valente / BRS Estilo e BRS Valente / CNFC 10720 se destacam na obtenção de potenciais populações para a extração de linhagens promissoras quanto à resistência à mancha-angular, arquitetura ereta de plantas e produtividade de grãos.

ABSTRACT

MOURA, Lisandra Magna, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013. **Diallel aimed at improving parental choice in black bean.** Adviser: Pedro Crescêncio Souza Carneiro. Co-advisers: José Eustáquio de Souza Carneiro, Antônio Policarpo Souza Carneiro and Marcos Ribeiro Furtado.

This objective of this work was to evaluate the potential of 12 lines of beans in order to obtain segregating populations with potential for extracting lines with high grain yield, resistance to major pathogens that attack the culture, erect plant architecture and black grains accepted commercially. Thus, these 12 lines were placed into two groups (G1 and G2) to compose a partial diallel in a 5 x7 design. Group 1 was composed of black grain and erect plant architecture while the second group was composed of *Carioca* bean lines and resistant to the main fungal diseases that occur in beans crop. The thirty-five F1 hybrids and 12 parents were assessed in the 2012 winter harvest. A randomized block design with three replications and three 1-meter row plot were used. Severity of angular leaf spot (in the field), the plant architecture and grain yield were all evaluated. Data were analyzed according to the partial diallel model proposed by Geraldi and Miranda Filho (1988) using parents and F1's. Regarding severity of angular leaf spot, significant effects were observed in both overall combining ability of groups 1 (OCA_1) and 2 (OCA_2) and specific combining ability (SCA) of hybrids between the groups. Three lines of Group 1 and three lines of Group 2 stood out for frequency of angular spot resistant alleles: Xamego , BRS Valente and TB 94-01 and BRS Estilo, VC 20 and CNFC 10720, respectively. Considering the architecture of plants, only CGC of Group 1 had a significant effect, especially TB 94-01, L 20 and BRS Valente. As for grain yield, significant effects of overall combining ability of group 2 (OCA_2) and specific combining ability (SCA) were found. Lines BRS Estilo and CNFC 10720 stood out for frequency of favorable alleles. Additive effects were predominant in the genetic control of three characters. The crossings BRS Valente / BRS Estilo and BRS Valente / CNFC 10720 stand out in obtaining potential populations for extracting of promising lines for resistance to angular leaf spot, erect plant architecture and grain yield.

1. INTRODUÇÃO

Além do feijão carioca, outros tipos de feijão são cultivados no Brasil, como o de grãos preto. Esse tipo de feijão tem sua área de aceitação que corresponde aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo (Vieira *et al.*, 2005). Apesar de ser o segundo tipo de feijão mais consumido no Brasil, a produção nacional de feijão preto tem sido nos últimos anos, insuficiente para o abastecimento do mercado interno, que em 2012, importou da China 150 mil toneladas de feijão com este tipo de grão (Centro de Inteligência do Feijão, CIF, 2013).

Várias cultivares de feijão preto foram recomendadas no Brasil. É o caso das cultivares ‘Rico 23’, Milionário 1732, Rico 1735, Negrito 897 e Ouro Negro. A cultivar Ouro Negro, recomendada em 1991, ainda continua na preferência do produtor e consumidor mineiro quando se trata de feijão preto. Mais recentemente, também foram recomendadas para o estado de Minas Gerais as cultivares BRS Valente, no ano de 2001, BRS Grafite, em 2003 e BRS Supremo e BRS Esplendor, em 2012, resultantes dos esforços conjuntos entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Arroz e Feijão), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) (Paula Júnior *et al.*, 2010). Apesar do grande número de cultivares recomendadas, a busca por novas cultivares é rotina nos programas de melhoramento dessa leguminosa, sobretudo, por estas cultivares ainda deixarem a desejar quanto a uma ou mais particularidades de alguns caracteres simultaneamente, tais como produtividade e aspecto comercial dos grãos, arquitetura de plantas e resistência a doenças.

Plantas de feijão de porte mais ereto apresentam como principal vantagem a possibilidade de colheita mecanizada. Além disso, também facilitam os tratamentos culturais,

proporcionam melhor qualidade dos grãos colhidos e menor incidência de patógenos, como *Sclerotinia Sclerotiorum* (Lib.) de Bary, causador do mofo-branco (Teixeira *et al.*, 1999).

As doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro constituem uma das principais causas da sua baixa produtividade. Entre as principais destacam-se aquelas causadas por fungos, como antracnose, mancha-angular, ferrugem, mofo-branco e murcha-de-fusário. No controle dessas doenças, o uso de cultivares resistentes destaca-se como uma das estratégias mais eficientes (Ramalho e Abreu, 2006).

A cor, a forma, o tamanho e o brilho são os principais determinantes do padrão comercial dos grãos de feijão. No caso do feijão preto, a preferência nacional é por grãos opacos, com peso de 100 grãos em torno de 25 gramas e formato elíptico.

Ênfase tem sido dada ao melhoramento do feijoeiro por hibridação, cujo sucesso depende da eficiência na escolha dos genitores. Em geral, os cruzamentos são feitos entre genitores com fenótipos favoráveis para características que são complementares entre eles. Estes cruzamentos devem gerar populações segregantes com suficiente variabilidade para a seleção de linhagens superiores em relação aos caracteres de interesse. Na escolha eficiente de genitores, destacam-se os cruzamentos em esquemas dialélicos (Cruz *et al.*, 2012). Tais esquemas de cruzamentos fornecem informações sobre o tipo de ação gênica predominante, permitem avaliar o potencial heterótico e provêm estimativas da capacidade geral e específica de combinação dos genitores. Estas informações auxiliam o melhorista na escolha das populações segregantes mais promissoras, bem como da estratégia de seleção mais adequada, visando à extração de linhagens superiores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem grande relevância nacional pelo fato de fazer parte da dieta da maioria dos brasileiros. O Brasil é o maior produtor dessa leguminosa, com produção de cerca de 3,79 milhões de toneladas de grãos na safra agrícola de 2010/2011, que ocupou uma área plantada de 3,87 milhões de hectares (CONAB, 2012). A preferência do consumidor por esta leguminosa é regionalizada e diferenciada, principalmente quanto ao tipo de grão. O feijão tipo carioca é o mais cultivado e consumido no Brasil, com 52% da área plantada, enquanto o tipo preto representa 21% (MAPA, 2012). O feijão preto é mais aceito nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo (Vieira *et al.*, 2005). Apesar de ser o segundo tipo de feijão consumido no Brasil, a produção nacional não tem sido suficiente para o abastecimento do mercado interno, que em 2012 importou 150 mil toneladas de feijão preto (CIF, 2013).

Várias cultivares de feijão preto foram recomendadas no Brasil. Uma de grande sucesso foi a cultivar ‘Rico 23’. Essa cultivar foi introduzida da Costa Rica e recomendada inicialmente para Minas Gerais em 1959 e, anos depois, para praticamente todos os demais estados (Vieira, 2005). Em seguida, também em Minas Gerais, foram recomendadas as cultivares Milionário 1732, Rico 1735, Negrito 897 e Ouro Negro. Esta última, recomendada em 1991, continua até hoje na preferência do produtor e consumidor mineiro quando se trata de feijão preto. Mais recentemente, também foram recomendadas para o estado de Minas Gerais as cultivares BRS Valente, no ano de 2001, BRS Grafite, em 2003, BRS Supremo, em 2005, e BRS Esplendor, em 2012, resultantes dos esforços conjunto entre Embrapa, UFV, UFLA e Epamig (Paula Júnior *et al.*, 2010). Entretanto, essas cultivares ainda deixam a desejar quanto a uma ou mais

particularidades de alguns caracteres simultaneamente, tais como produtividade e aspecto comercial dos grãos, arquitetura de plantas e resistência a doenças.

A arquitetura de plantas é considerada como uma das mais importantes características de interesse no melhoramento do feijoeiro (Ramalho e Abreu, 2006). Plantas de feijão de porte mais ereto apresentam como principal vantagem a possibilidade de colheita mecanizada. Além disso, também facilitam os tratos culturais, proporcionam melhor qualidade dos grãos colhidos e menor incidência de patógenos, como *S. Sclerotiorum*, causador do mofo-branco (Cunha, 2005; Silva *et al.*, 2009). A arquitetura de plantas resulta da combinação de vários caracteres tais como o hábito de crescimento, o número e ângulo de ramificações, o número e comprimento dos entrenós, a altura da planta, a distribuição das vagens e o diâmetro do hipocótilo (Teixeira *et al.*, 1999). Os programas de melhoramento de feijão, de forma geral têm avaliado a arquitetura de plantas por meio de escala de notas (Collicchio *et al.*, 1997). Esse critério é visual e trabalhoso. Nesse sentido, alguns trabalhos, como o de Moura *et al.* (2013), têm buscado a identificação de caracteres com potencial para subsidiar ou mesmo substituir o uso de notas. Estes autores destacam o diâmetro do hipocótilo como um indicador efetivo da arquitetura de plantas, por ser de elevada acurácia e precisão em sua mensuração. Plantas de arquitetura ereta possuem menor número de ramificações, nós e gemas, e, portanto, espera-se que o seu potencial produtivo seja inferior ao de plantas prostradas (Nienhuis e Singh, 1986; Teixeira *et al.*, 1999). Contudo, trabalhos como o de Mendes (2009) e Silva *et al.* (2009) constatam ser possível melhorar simultaneamente a produtividade de grãos e a arquitetura de plantas em feijoeiro.

As doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro constituem uma das principais causas da sua baixa produtividade. Entre as principais destacam-se aquelas causadas por fungos, como antracnose, mancha-angular, ferrugem, mofo-branco e

murcha-de-fusário. No controle destas doenças, o uso de cultivares resistentes é uma das estratégias mais eficientes (Ramalho e Abreu, 2006).

Até o final da década de 1980, a mancha-angular, causada por *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun era conhecida como doença de pouca importância econômica, isso porque ocorria basicamente no final do ciclo da cultura. Entretanto, algumas mudanças fizeram com que esta doença passasse a ser apontada como uma das mais importantes da parte aérea, causando perdas de até 70%, especialmente nas safras da seca (outono/inverno), quando as temperaturas são mais amenas. Entre estas mudanças, pode-se citar o plantio de cultivares suscetíveis e o cultivo de feijoeiro o ano todo (três safras), o que resultou em condições mais adequadas para o desenvolvimento e permanência do patógeno no campo (Sartorato, 2005; Paula Jr. e Zambolim, 2006).

A grande dificuldade no desenvolvimento de cultivares resistentes à mancha-angular tem sido a ampla variabilidade do fungo causador dessa doença. No Brasil, alta variabilidade patogênica de *P. griseola* tem sido relatada em diferentes regiões (Balbi, 2009; Nietsche *et al.*, 2001). Linhagens como México 54, And 277, Cornell 49-242, Mar 2, G 5686, Bat 332, CAL 143, Antioquia 8 e México 235 têm sobressaído como importantes fontes de resistência para uso nos programas de melhoramento (Sartorato, 2001; Oliveira *et al.*, 2004). Trabalho realizado por Reis-Prado *et al.* (2006) apontam as cultivares BRS Pontal, BRS Requite e BRS Grafite como resistentes aos patótipos 63.23 e 63.19, de alta virulência e prevalência nas áreas de cultivo do feijoeiro no Brasil. Segundo os autores, estas três cultivares podem ser úteis em programas de retrocruzamentos que utilizam cultivares mesoamericanas como genitores recorrentes, tendo em vista a relativa facilidade de transferência de genes dentro do mesmo conjunto gênico.

Alguns trabalhos foram realizados com o objetivo de estudar a herança da resistência à mancha-angular (Ferreira *et al.*, 1999; Corrêa *et al.*, 2001). Provavelmente, sua herança é quantitativa, caracterizada pelo envolvimento de alguns genes de efeitos maiores e vários outros de pequeno efeito – poligenes (Silva, 2005). Há ainda, trabalhos indicando que genes diferentes controlam a reação da mancha-angular nas folhas e nas vagens (Borel *et al.*, 2011). Entretanto, esse caráter vem demonstrando possuir alta herdabilidade, permitindo obter sucesso na seleção de linhagens de feijoeiro com alto nível de resistência nos programas de melhoramento (Couto, 2005; Silva, 2005; Marcondes, 2007).

A antracnose é outra doença de grande importância na cultura do feijoeiro, ocasionando perdas de até 100% quando são utilizadas sementes infectadas e as condições ambientais são favoráveis. O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas entre 13 e 27°C com um ótimo de 17°C e alta umidade relativa (Sartorato *et al.*, 1996). Apesar da ampla variabilidade do patógeno causador da antracnose *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.), a resistência genética também tem sido o mecanismo de controle mais eficiente, pois sua herança é bem compreendida e várias fontes com os respectivos alelos de resistência são conhecidas, existindo vários genes independentes que conferem resistência a várias raças (Pastor-Corrales *et al.*; 1994; Rava *et al.*; 1994; Pereira *et al.*; 2004).

O patógeno, (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger var. *appendiculatus*) causador da ferrugem, caracteriza-se por apresentar alta variabilidade, o que dificulta muito o trabalho de melhoramento visando à obtenção de plantas resistentes. Mora *et al.* (1992) identificaram 53 raças fisiológicas em 80 isolados, oriundos de diferentes estados do Brasil, e apenas quatro raças foram identificadas em mais de um estado. Trabalhos mais recentes, visando à identificação de raças de isolados de *U. appendiculatus* oriundos do estado de Minas Gerais, revelaram que as raças 63-19 e 63-

3 são as mais frequentes, representadas por cinco e dois isolados, respectivamente, de um total de 12 isolados coletados (Souza *et al.*, 2007a). Cada uma das demais raças identificadas (21-3, 29-3, 53-3, 53-19 e 61-3) foi representada por apenas um isolado.

Souza *et al.* (2005), usando a série diferenciadora proposta para ferrugem e sete isolados provenientes de Minas Gerais, constataram que as cultivares mesoamericanas California Small White 643, Ecuador 299, México 235, Compuesto Negro Chimaltenango e Ouro Negro (testemunha) foram resistentes a todos os isolados testados.

De acordo com trabalhos desenvolvidos por Faleiro *et al.* (1999), cultivares como Carioca, Pérola, Aporé e Rudá mostraram-se suscetíveis quando inoculadas com quatro raças de *U. appendiculatus*, predominantes nos municípios mineiros de Coimbra, Lavras, Lambari e Patos de Minas. Faleiro *et al.* (2001) inocularam 17 cultivares de feijoeiro recomendadas para plantio em Minas Gerais com cinco patótipos de *U. appendiculatus* e verificaram que a maioria se mostrou suscetível a pelo menos três dos cinco patótipos testados. Em ambos os trabalhos, a cultivar Ouro Negro apresentou reação imune a todas as raças avaliadas. Esta cultivar vem sendo utilizada como fonte de resistência à ferrugem em programas de melhoramento em Minas Gerais (Ragagnin *et al.*, 2003), juntamente com outros genótipos, como México 309, Belmidak RR3 e PI 181996. Souza *et al.* (2007b), visando determinar a herança da resistência à ferrugem de México 309 em populações segregantes obtidas de seu cruzamento com a cultivar Rudá, constataram a existência de um gene dominante conferindo resistência a esta doença.

Além da resistência a doenças, o padrão comercial dos grãos é outro caractere de importância nos programas de melhoramento do feijoeiro. A cor, a forma, o tamanho e o brilho são os principais determinantes do padrão comercial dos grãos de feijão. Segundo Vieira (2004), a obtenção de cultivares com alta qualidade nutricional e culinária são desejáveis, porém para que uma cultivar seja comercialmente aceita é

preciso que o melhorista se preocupe com o tipo de grão exigido pelo mercado. No Brasil são cultivados diversos tipos de feijões, sendo que a preferência por um determinado tipo de grão varia com a região. Os tipos mais comuns são o carioca, preto, rosinha, roxo, mulatinho e vermelho de sementes pequenas, e o manteigão, que apresenta sementes graúdas de distintas cores (Vieira *et al.*; 2005). O feijão carioca, o mais plantado atualmente, possui como padrão comercial tegumento de cor creme com rajadas marrons e peso de 100 grãos variando de 23 a 25 g (Ramalho e Abreu, 2006). No caso do feijão preto, a preferência nacional é por grãos opacos, com peso de 100 grãos em torno de 25 gramas e formato elíptico, cujo padrão se assemelha ao da cultivar Ouro Negro (Oliveira, 2012).

Ênfase tem sido dada ao melhoramento do feijoeiro por hibridação, cujo sucesso depende da eficiência na escolha dos genitores. Em geral, os cruzamentos são feitos entre genitores com fenótipos favoráveis para características que são complementares entre eles. Estes cruzamentos devem gerar populações segregantes com suficiente variabilidade para a seleção de linhagens superiores em relação aos caracteres de interesse. Na escolha eficiente de genitores e ou populações segregantes, destacam-se os cruzamentos em esquemas dialélicos (Cruz *et al.*, 2012). Tais esquemas de cruzamentos permitem obter informações sobre o tipo de ação gênica predominante, avaliar o potencial heterótico e provêm estimativas da capacidade geral e específica de combinação dos genitores. Estas informações auxiliam o melhorista na escolha das populações segregantes mais promissoras, bem como da estratégia de seleção mais adequada, visando à extração de linhagens superiores.

Em geral, os programas de melhoramento genético do feijoeiro visam melhoria em mais de uma característica. Nesse sentido, a hibridação entre potenciais genitores vem sendo amplamente utilizada. O uso do dialélico parcial, em que são avaliados os F_1 's de dois grupos de genitores, permite potencializar esta técnica. Isto porque, além de

determinar o controle genético dos caracteres de interesse e predizer o potencial das populações segregantes oriundas das plantas F_1 's, permitem maximizar a exploração dos cruzamentos entre genitores que são complementares em relação a fenótipos desejáveis de caracteres de interesse. Os dialelos parciais envolvem a avaliação de genitores dispostos em dois grupos (Cruz *et al.*, 2012).

Na literatura são encontradas modificações das metodologias de Griffing (1956), Gardner e Eberhart (1966) e Hayman (1954) adaptadas a dialelos parciais. As metodologias de dialelos parciais distinguem-se pelas gerações avaliadas, sendo mais comum a análise de F_1 's ou F_1 's e genitores, e pelas informações genéticas que fornecem. A vantagem de inclusão dos genitores no dialelo é a possibilidade de estudar tanto a capacidade combinatória quanto o efeito heterótico manifestado nos híbridos. Nestes estudos utilizam os modelos de Geraldi e Miranda Filho (1988) e Miranda Filho e Geraldi (1984), adaptados dos modelos de Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966), respectivamente (Cruz *et al.*, 2012).

No modelo de Griffing (1956) adaptado a dialelos parciais, no qual são estimados os efeitos e a soma de quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação, a análise pode ser feita por duas alternativas. A primeira consiste em desdobrar a soma de quadrados de tratamentos em soma de quadrados de genitores, soma de quadrados de cruzamentos e soma de quadrados de genitores *versus* cruzamentos. Posteriormente, a soma de quadrados de cruzamentos é desdobrada em somas de quadrados associadas à capacidade geral e específica de combinação. Já na segunda alternativa, a soma de quadrados de tratamentos é desdobrada em somas de quadrados associadas aos efeitos da capacidade geral e específica de combinação. Há também um grau de liberdade adicional para o teste do contraste entre os grupos de genitores (Cruz *et al.*, 2012).

Os efeitos da CGC e da CEC estão relacionados principalmente com os efeitos gênicos aditivos e não aditivos (dominância e epistasia), respectivamente. Para cruzamentos envolvendo genitores com alta CGC é esperado populações com maior média para o caráter em questão. Para estimativas elevadas de CEC pressupõe-se maior variabilidade entre progênies após a homozigose completa, considerando que todos os locos darão a mesma contribuição para o fenótipo (Mendonça *et al.*, 2002).

Para Valério *et al.* (2009) a importância da CGC está relacionada com a elevada eficácia e facilidade de seleção quando há predominância de efeitos gênicos aditivos envolvidos na expressão do caráter. Sua importância é mais pronunciada em plantas autógamas, uma vez que os alelos são fixados após sucessivas gerações de autofecundação.

O uso da análise dialélica na identificação de genótipos e combinações híbridas que reúnam vários caracteres de interesse no melhoramento das espécies tem sido relatado por diversos autores em várias espécies. Kurek *et al.* (2001) estimou a capacidade geral e específica de combinação dos caracteres componentes do rendimento do feijoeiro em análise dialélica utilizando seis diferentes genitores. Mendes *et al.* (2009) obteve populações segregantes de feijoeiro selecionadas simultaneamente para produtividade, acamamento e nota de porte a partir de um dialelo parcial (6 x 6). Com o objetivo de selecionar populações segregantes de feijoeiro promissoras para produtividade de grãos e com polimorfismo para marcadores microssatélites ligados a QTL ligados previamente à produtividade de grãos, Pereira *et al.* (2007) realizaram o cruzamento entre sete linhagens de feijão em esquema de dialelo completo. Pimentel (2010), comparando diversas metodologias para a escolha de genitores e de populações segregantes em trigo (*Triticum aestivum* L.), concluiu ser a análise dialélica o método mais consistente na escolha de genitores e de populações segregantes superiores para o caráter rendimento de grãos. Pádua *et al.* (2010) selecionaram linhagens superiores de

tomateiro de hábito de crescimento determinado e ainda um híbrido promissor utilizando cruzamentos em esquema de dialelo parcial (9 x 2). Com o objetivo de identificar combinações híbridas superiores no cruzamento entre clones-elite de *Eucalyptus grandis*, *E.urophylla* e *E. saligna* com clones-elite de *E. camaldulensis* (Aracruz Celulose S.A.), Bison *et al.* (2009), realizaram cruzamentos utilizando um dialelo parcial (6 x 10). Na cultura do milho o uso dos cruzamentos dialélicos tem sido utilizado em vários trabalhos como os de Morello *et al.*, 2001; Rodrigues *et al.*, 2006; Kostetzer *et al.* 2009; Nihei e Ferreira, 2012.

Na cultura do feijoeiro, a maioria das características de interesse econômico é controlada por muitos genes, cujos alelos favoráveis muitas vezes se distribuem em diferentes genitores (Ramalho *et al.*, 1993). Assim, a obtenção de linhagens que reúnam o maior número de alelos favoráveis pode ser realizada em etapas, ou seja, realizando cruzamentos biparentais e posteriormente as melhores linhagens obtidas são utilizadas nos cruzamentos seguintes. A limitação desse processo é o tempo requerido para se reunir todos os alelos de interesse em uma só linhagem (Carneiro, 2002). Outro procedimento consiste na realização de cruzamentos triplos, duplos e múltiplos envolvendo potenciais genitores portadores dos alelos de interesse. No entanto, essa técnica é muito questionada, devido à probabilidade de obtenção de uma linhagem que reúna todos os alelos favoráveis ser extremamente baixa.

Segundo Geraldi (1997), considerando um caráter controlado por 20 pares de genes ($n = 20$) e três populações diferentes quanto à frequência do alelo de interesse, isto é: população 1, com frequência do alelo favorável igual a 0,3 ($p = 0,3$), população 2 com frequência de 0,5 ($p = 0,5$) e população 3 com frequência de 0,7 ($p = 0,7$) e admitindo que uma linhagem favorável deva ter pelo menos 80% dos alelos favoráveis, no caso 16, a probabilidade de ocorrência de tal linhagem na população 1 é de aproximadamente 1 em 180.000, enquanto que na população 2 é de 1 em 170 e na

população 3 de 1 em 5. Assim, populações segregantes com elevada frequência de alelos favoráveis são mais promissoras para a extração de linhagens. Nesse sentido, a avaliação de genitores em esquema de dialelo é de importância na escolha daqueles com elevada frequência de alelos favoráveis e que sejam divergentes e complementares em relação aos genes de interesse.

3. OBJETIVOS

Este trabalho foi realizado com os objetivos de obter e avaliar as combinações híbridas entre 12 linhagens de feijão, visando à escolha de genitores para a obtenção de populações segregantes promissoras para o desenvolvimento de linhagens de feijão preto de arquitetura ereta, com resistência a doenças e de alta produtividade de grãos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizadas cinco linhagens de feijão de grãos preto e sete linhagens de grãos carioca, as quais diferem quanto à arquitetura, resistência a doenças e produtividade de grãos (Tabela 1). Estas linhagens foram cruzadas em esquema de dialelo parcial. As cinco linhagens de grãos pretos (L 20, Xamego, TB 94-01, BRS Valente e Diamante Negro) compuseram o grupo 1, enquanto as sete linhagens de grãos tipo carioca (VC 12, VC 20, BRS Estilo, CNFC 10720, MAI 1813, VC 16 e RP 1) o grupo 2 (Tabela 1).

Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Esses foram realizados segundo o procedimento sem emasculação do botão floral, conforme descrito por Peternelli *et al.* (2009). As sementes F₁s obtidas foram semeadas no campo juntamente com os

Tabela 1 - Descrição dos genitores utilizados nos cruzamentos dialélicos

Genitor ¹	Origem	Grupo comercial	Porte	Resistência
L 20	UFV	Preto	Semi-ereto	Ferrugem/Antracnose
Xamego	PESAGRO/EMBRAPA	Preto	Ereto	Fusário
TB 94-01	EMBRAPA	Preto	Ereto	-
BRS Valente	Embrapa	Preto	Ereto	Antracnose
Diamante Negro	EMBRAPA/EMGOPA	Preto	Semi-ereto	Bacteriose
VC 12	UFV	Carioca	-	Ferrugem
VC 20	UFV	Carioca	Semi-ereto	Ferrugem
BRS Estilo	EMBRAPA	Carioca	Ereto	Ferrugem
CNFC 10720	EMBRAPA	Carioca	Ereto	Mofo-branco
MAI 1813	UFLA	Carioca	-	Mancha-angular
VC 16	UFV	Carioca	Semi-ereto	Mancha-angular
RP 1	UFLA	Carioca	Ereto	Fusário

¹ Os cinco primeiros genitores constituíram o grupo 1 e os demais o grupo 2 nos cruzamentos dialélicos.

– Sem informações

genitores, totalizando 47 tratamentos (35 híbridos + 12 genitores), na safra de inverno/2011, em delineamento de blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas de três linhas de 1 metro (m), com densidade de plantio de 15 sementes por metro e espaçamento entre linhas de 0,50 m. Os experimentos foram conduzidos na estação experimental de Coimbra, em Coimbra-MG, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da UFV, situada a 690 metros de altitude, 20°45'S de latitude e 42°51'W de longitude. Os tratamentos culturais adotados foram os recomendados para a cultura do feijoeiro na região.

No campo, foi realizada a avaliação da arquitetura das plantas e a incidência de mancha-angular (doença que ocorreu nesta safra). A arquitetura de plantas foi avaliada por meio de escala de notas proposta por Collicchio (1995). Esta escala varia de 1 a 5, em que: nota 1 refere-se à planta do tipo II, ereta, com uma haste e inserção alta das primeiras vagens; nota 2, à planta do tipo II, ereta e com algumas ramificações; nota 3, à planta do tipo II ou III, ereta e com muitas ramificações e tendência a prostrar-se; nota 4 à planta do tipo III, semi-ereta e medianamente prostrada; e nota 5, à planta do tipo III, com entrenós muito longos e muito prostrada.

A resistência à mancha-angular foi avaliada com base na ocorrência natural da doença em campo, utilizando uma escala de notas modificada por Inglis *et al.* (1988).

Essa escala varia de 1 a 9, em que: 1- plantas sem sintomas da doença; 3- presença de 5 até 10% de lesões foliares, sem esporulação do patógeno; 5- presença de lesões acima de 20% da área foliar e presença de várias lesões esporuladas; 7- presença de lesões acima de 60% da área foliar com sintomas de clorose e necrose; 9- 90% da área foliar com lesões frequentemente associadas à desfolha e morte da planta.

Após a colheita, as parcelas foram trilhadas, pesadas e obtida a produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de produtividade de grãos, arquitetura de plantas e severidade de mancha angular dos genitores e das plantas F_1 s foram analisadas de acordo com o modelo de Griffing (1956), adaptado a dialelo parcial por Geraldi e Miranda Filho (1988), conforme modelo a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2}(d_1 + d_2) + g_i + g'_j + s_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}.$$

em que:

Y_{ij} : é a média do cruzamento envolvendo o i -ésimo progenitor do grupo 1 e o j -ésimo progenitor do grupo 2;

Y_{i0} : é a média do i -ésimo progenitor do grupo 1 ($i = 0, 1, \dots, p$);

Y_{0j} : é a média do j -ésimo progenitor do grupo 2 ($j = 0, 1, \dots, q$);

μ : média geral do dialelo;

d_1, d_2 : contrastes envolvendo médias dos grupos 1 e 2 e a média geral;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i -ésimo progenitor do grupo 1;

g'_j : efeito da capacidade geral de combinação do j -ésimo progenitor do grupo 2;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação; e

$\bar{\epsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Programa Genes (Cruz, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as três características, severidade de mancha-angular (MA), arquitetura de plantas (ARQ) e produtividade de grãos (PROD) os coeficientes de variação experimental (CV) situaram-se abaixo de 16% (Tabela 2), indicando precisão na avaliação desses caracteres. Esses valores são bem inferiores ao exigido pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2001) para os ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) de feijoeiro visando à recomendação de cultivares.

Observou-se efeito significativo para a fonte de variação genitores(G) e híbridos(H) quanto aos três caracteres avaliados (Tabela 2). Estes resultados indicam variabilidade genética entre os genitores cruzados quanto à reação a mancha-angular, arquitetura de plantas e produtividade de grãos, fato importante para o sucesso do trabalho. O contraste H vs. G foi significativo para ARQ e PROD e não significativo para MA, o que indica predominância de efeitos aditivos no controle genético desta última característica.

A fonte de variação tratamentos foi desdobrada em efeitos de capacidade geral e capacidade específica de combinação e no contraste entre as médias dos dois grupos de genitores (G_1 vs G_2) (Tabela 3). Comparando-se as médias dos dois grupos de genitores (G_1 vs G_2), verificou-se superioridade do grupo 2 em relação ao grupo 1, pois o grupo 2 apresentou média de notas de severidade de mancha-angular inferior e média de produtividade de grãos superior às do grupo 1. Já para arquitetura de plantas não foi observado diferença significativa entre as médias desses grupos. Esses resultados eram esperados uma vez que os genitores do grupo 2 (tipo carioca) foram selecionados com base em resistência a doenças e produtividade de grãos. As estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação dos genitores dos dois grupos (\hat{g}_i e \hat{g}_j) em relação à severidade de mancha-angular, arquitetura de plantas e produtividade de grãos são

Tabela 2 - Resumo das análises de variância para severidade de mancha-angular (MA), nota de arquitetura de plantas (ARQ), e produtividade de grãos (PROD) de genitores e híbridos de feijoeiro

FV	GL	SQ		
		MA	ARQ	PROD
Tratamentos	46	3,602**	0,350**	1766102,887**
Híbridos (H)	34	2,727**	0,337**	1577545,084**
Genitores (G)	11	72,972**	0,325*	1236128,960 **
H vs. G	1	0,006 ^{ns}	1,068**	14006781,354 **
Resíduo	92	36,809	0,149	21781,379
Média dos Híbridos		6,12	2,85	3150,18
Média dos		6,13	2,65	2427,35
CV(%)		10,32	13,78	15,73

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

^{ns} não significativo

Tabela 3 - Resumo das análises dialéticas para severidade de mancha-angular (MA), arquitetura (ARQ) e produtividade de grãos (PROD) referente à avaliação dos genitores dos grupos 1 e 2 (G₁ e G₂) e de suas combinações híbridas

FV	GL	MA		ARQ		PROD	
		SQ	QM	SQ	QM	SQ	QM
Tratamento	46	165,70	3,602**	16,10	0,3502**	81240732,52	1766102,8809**
CGC₁	4	12,84	3,2122**	10,09	2,522**	1370652,25	324663,0646 ^{ns}
CGC₂	6	89,38	14,8977**	0,86	0,1433 ^{ns}	47328470,94	7888078,4910**
CEC	35	41,89	1,1971**	5,14	0,147 ^{ns}	31639911,77	903997,4793**
G₁ vs G₂	1	21,56	21,5683**	0,013	0,0134 ^{ns}	901697,54	901697,54*
Resíduo	92	36,80	0,4001	13,71	0,1491	20038646,89	217811,3793
Média de G₁		7,06		2,59		2130	
Média de G₂		5,47		2,69		2639	

*, ** e ns - Significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos da CGC entre genitores dos grupos 1 (\hat{g}_i) e 2 (\hat{g}_j) para a severidade de mancha-angular (MA), arquitetura de plantas (ARQ) e produtividade de grãos (PROD) no feijoeiro

Grupo 1	\hat{g}_i		
	MA	ARQ	PROD
L 20	0,52	-0,14	-47,23
Xamego	-0,27	-0,05	127,01
TB 94-01	-0,06	-0,20	-117,53
BRS Valente	-0,21	-0,11	-46,89
Diamante Negro	0,03	0,49	84,63
Grupo 2	\hat{g}_j		
RP 1	0,71	0,58	-780,17
BRS Estilo	-1,32	-0,01	817,41
VC 12	0,75	-0,05	-592,30
VC 20	-0,39	-0,09	116,46
CNFC 10720	-0,36	0,11	324,07
MAI 1813	0,38	0,04	49,03
VC 16	0,23	-0,05	65,48

apresentadas na Tabela 3. Para a severidade de mancha-angular foram observados efeitos significativos tanto para a capacidade geral de combinação dos genitores do grupo 1 (CGC_1) e 2 (CGC_2) quanto para capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos entre os grupos, com predominância de efeitos aditivos observada pela superioridade da soma de quadrados da CGC em relação à soma de quadrados da CEC. Esses resultados indicam diferença na concentração de alelos favoráveis entre os genitores do mesmo grupo e divergência genética entre os genitores de grupos diferentes. Considerando as estimativas dos efeitos de CGC dos genitores do grupo 1 (\hat{g}_i) e do grupo 2 (\hat{g}_j) (Tabela 4), destacaram-se as linhagens Xamego, BRS Valente e TB 94-01 (grupo 1) e BRS Estilo, VC 20 e CNFC 10720 (grupo 2), com as menores e significativas estimativas, uma vez que as menores notas indicam linhagens com maior resistência à mancha-angular. Entretanto, cabe ressaltar que, embora haja efeito significativo para a CGC do grupo 1, a frequência de alelos de resistência à mancha-angular nesses genitores é baixa em razão de suas elevadas notas de severidade da

Tabela 5 - Médias de nota de severidade de mancha-angular (MA), nota de arquitetura de plantas (ARQ) e produtividade de grãos (PROD)

	Genitores	MA	ARQ	PROD
Grupo1	L 20	7,67	2,33	2216
	Xamego	7,00	2,33	2324
	TB 94-01	6,67	2,33	1713
	BRS Valente	6,67	2,67	2005
	Diamante Negro	7,33	3,33	2394
	Média de G₁	7,06	2,59	2130
Grupo2	RP 1	7,00	2,83	1552
	BRS Estilo	2,67	2,83	3473
	VC 12	6,67	2,83	1795
	VC 20	5,00	2,33	2960
	CNFC 10720	4,00	3,00	3493
	MAI 1813	6,67	2,67	2753
	VC 16	6,33	2,33	2450
	Média de G₂	5,47	2,69	2639
	Média dos híbridos	6,12	2,85	3150

doença (Tabela 5). Predominância de efeitos aditivos no controle genético da severidade de mancha-angular também foi relatada por Borel *et al.* (2011) e por Mendonça *et al.* (2003) em feijoeiro.

Considerando a arquitetura de plantas, apenas a CGC do grupo 1 apresentou efeitos significativos ($P < 0,01$) (Tabela 3). Esses resultados indicam diferença na concentração de alelos favoráveis envolvidos no controle genético da arquitetura de plantas apenas entre os genitores do grupo 1 e que ocorre predominância de genes também com efeito aditivo no controle desta característica. Estes resultados indicam que no melhoramento dessa característica e da resistência à mancha-angular, via avaliação de progênies, que essas podem ser derivadas a partir da geração F₂. Silva *et al.* (2013), em trabalho realizado para estudo do controle genético da arquitetura de plantas do feijoeiro, também observou predominância de efeitos aditivos no controle desse caráter. Outros autores também relatam predominância de efeitos aditivos para caracteres

envolvidos na arquitetura de plantas do feijoeiro (Santos e Vencovsky, 1986; Kornegay *et al.*, 1992; Teixeira *et al.*, 1999).

Entre os genitores do grupo 1 destacam-se as linhagens TB 94-01, L 20 e BRS Valente com as menores estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) (Tabela 4) para a arquitetura de plantas. Assim como para severidade de mancha-angular, o interesse é nas menores notas, que traduzem plantas de porte ereto.

Embora não tenha sido verificado efeito significativo para o contraste entre as médias dos dois grupos de genitores para arquitetura de plantas, bem como para o efeito de capacidade geral de combinação dos genitores do grupo 2 (Tabela 4), observou-se que as notas médias de arquitetura de plantas da maioria dos genitores situaram-se abaixo de 3 (Tabela 5). Estes resultados indicam que, de modo geral, ocorre elevada frequência de alelos favoráveis no controle genético desta característica entre os genitores envolvidos no dialelo.

Para produtividade de grãos, foram observados efeitos significativos ($P < 0,01$) da capacidade geral de combinação do grupo 2 (CGC_2), bem como da específica de combinação (CEC). Para os genitores do grupo 1 a capacidade geral de combinação foi não significativa. Os resultados evidenciaram maior importância da CGC em relação à CEC (Tabela 4), expressa pela superioridade da soma de quadrados da CGC. Estes resultados também indicam predominância de efeitos aditivos envolvidos no controle genético da produtividade de grãos. Kurek *et al.* (2001), em trabalho realizado com objetivo de avaliar CGC e CEC em um dialelo completo envolvendo 6 genitores de feijoeiro, obtiveram resultados que também evidenciaram maior importância da CGC em relação à CEC para várias características avaliadas, entre as quais produtividade de grãos. Predominância de efeitos gênicos aditivos no controle genético da produtividade de grãos e seus componentes primários, em feijoeiro, também foi verificada por Santos *et al.* (1985).

Em outras culturas também tem se verificado predominância de efeitos aditivos para caracteres de produção. Pádua *et al.* (2010), estimando CGC e CEC em um dialelo parcial entre linhagens de tomateiro, observaram maior magnitude dos efeitos aditivos na produção total de frutos de tomate. Na avaliação da capacidade de combinação de genitores de batata, em um dialelo parcial 4x5, Silva *et al.* (2009a) observaram efeito gênico predominantemente aditivo para rendimento de tubérculos. Ainda com relação ao rendimento de grãos, Valério *et al.* (2009) verificaram predominância de efeitos gênicos aditivos em trigo.

Entretanto, alguns trabalhos relatam predominância de efeitos de dominância no controle genético da produtividade de grãos. Silva (2011), quando avaliou 14 linhagens de feijão e suas combinações híbridas em dialelo parcial (8 x 6), observou predominância de desvios de dominância no controle genético da produtividade de grãos. Neste trabalho, o primeiro grupo (grupo 1) foi composto por três linhagens de grãos preto, três de grãos carioca e duas de grãos mulatinho, enquanto o grupo 2 foi constituído por seis linhagens de grãos carioca. Predominância de efeitos de dominância para produtividade de grãos em feijoeiro também foi verificada por Machado *et al.* (2008) em populações F₂ oriundas de um dialelo completo.

Em relação à frequência de alelos favoráveis para a produtividade de grãos, se destacaram as linhagens BRS Estilo e CNFC 10720, ambas do grupo 2, com as maiores e significativas estimativas de \hat{g}_j (Tabela 4). Para o grupo 1 o efeito de CGC foi não significativo, indicando que os genitores deste grupo possuem frequências semelhantes de alelos favoráveis envolvidos no controle genético da produtividade de grãos.

Entre os genitores avaliados no dialelo, verificou-se que não houve genitores que se destacaram, quanto à frequência de alelos favoráveis, considerando os caracteres resistência à mancha-angular, arquitetura de plantas e produtividade de grãos, simultaneamente (Tabela 6). Entretanto, observa-se que os genitores BRS Estilo e

Tabela 6 - Genitores que se destacaram quanto aos caracteres severidade de mancha-angular (MA), nota de arquitetura de plantas (ARQ) e produtividade de grãos (PROD)

Caracteres	Grupos	
	Grupo 1	Grupo 2
MA	-	BRS Estilo, VC 20 e CNFC 10720
ARQ	TB 94-01, L 20 e BRS Valente	-
PROD	-	BRS Estilo e CNFC 10720

CNFC 10720, que se destacaram para produtividade de grãos, também se destacaram para resistência à mancha-angular.

De acordo com as estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) quanto à resistência à mancha-angular (Tabela 7) destacam-se os valores elevados e negativos, uma vez que o interesse é nas menores notas de severidade da doença. Assim, os híbridos que mais se destacaram foram oriundos dos cruzamentos: Xamego / VC 20, Diamante Negro / BRS Estilo, TB 94-01 / RP 1 e BRS Valente / BRS Estilo. Esses híbridos possuem pelo menos um genitor que também se destacou quanto à capacidade geral de combinação (Tabela 6).

No caso de um dialelo completo, o interesse é pelas combinações híbridas com elevadas CEC e que envolvam pelo menos um genitor com alta CGC (Cruz *et al.*, 2012), uma vez que as estimativas de CGC são relativas a todos os genitores envolvidos no dialelo. Entretanto, para o dialelo parcial essas estimativas são para cada grupo tendo como testadores o grupo oposto. Assim, genitores de elevada CGC pertencentes a um grupo de baixa frequência relativa de alelos favoráveis, como o grupo 1, dada as elevadas médias dos genitores para severidade de mancha-angular (Tabela 5), não indica que estes genitores possuem elevada frequência de alelos favoráveis.

Segundo Vencovsky (1987) e Hallauer e Miranda Filho (1988), no dialelo parcial, as estimativas de CEC são função dos efeitos de dominância e do produto das

diferenças de frequências alélicas dos genitores de grupos opostos fazendo com que as mesmas estejam relacionadas aos efeitos de dominância e epistáticos. Assim, elevadas estimativas de CEC podem ser oriundas de genitores com baixa frequência de alelos favoráveis, porém divergentes como é o caso da combinação híbrida TB 94-01 / RP 1. Já as combinações híbridas Xamego / VC 20, Diamante Negro / BRS Estilo e BRS Valente / BRS Estilo destacam-se na obtenção de populações segregantes promissoras visando a extração de potenciais linhagens em relação à resistência à mancha-angular. Pois estas, além de apresentarem elevadas estimativas de CEC (Tabela 7) possuem um genitor de alta frequência de alelos favoráveis (Tabela 4) e média da combinação híbrida inferior à média de seus pais (Tabela 7), indicando complementação gênica.

Para produtividade de grãos os híbridos com maiores valores de CEC foram: BRS Valente / BRS Estilo, Xamego / VC 20, TB 94-01 / MAI 1813 e Xamego / VC 16 (Tabela 7). Neste caso, apenas o cruzamento BRS Valente / BRS Estilo apresenta um genitor (BRS Estilo) com alta CGC (Tabela 4). Para arquitetura de plantas o efeito de capacidade específica de combinação foi não significativo (Tabela 3).

Considerando os três caracteres de interesse, observou-se que os alelos favoráveis de interesse estão distribuídos em seis diferentes genitores. Entretanto, alguns genitores se destacaram quanto à frequência de alelos favoráveis para duas das três características de interesse. A cultivar BRS Valente se destacou quanto à resistência à mancha-angular e arquitetura de plantas, enquanto BRS Estilo e CNFC 10720 quanto à mancha-angular e produtividade de grãos. Assim, no melhoramento do feijão preto visando esses três caracteres simultaneamente, destacam-se os cruzamentos BRS Valente / BRS Estilo e BRS Valente / CNFC 10720 na obtenção de populações segregantes promissoras para a extração de linhagens superiores.

Tabela 7 - Estimativas dos efeitos da CEC e de Médias dos híbridos entre genitores dos grupos 1 e 2 para severidade de mancha-angular (MA), arquitetura de plantas (ARQ) e produtividade de grãos (PROD) no feijoeiro

	Cruzamento	MA	ARQ	PROD
1	L 20 / RP 1	-0,390 (7,0)	-0,222 (2,5)	277,223 (2408,7)
2	L 20 / BRS Estilo	0,647 (6,0)	-0,148 (2,5)	648,050 (4377,1)
3	L 20 / VC 12	-0,094 (7,3)	0,055 (2,7)	-191,851 (2127,5)
4	L 20 / VC 20	0,054 (6,3)	0,259 (2,8)	216,794 (3244,9)
5	L 20 / CNFC 10720	0,684 (7,0)	0,055 (2,8)	-553,218 (2682,5)
6	L 20 / MAI 1813	-0,057 (7,0)	0,129 (2,8)	136,216 (3096,9)
7	L 20 / VC 16	-0,242 (6,7)	0,222 (2,8)	445,371 (3422,5)
8	Xamego / RP 1	0,065 (6,7)	0,020 (2,8)	-107,913 (2197,8)
9	Xamego / BRS Estilo	1,435 (6,0)	-0,073 (2,7)	100,113 (4003,4)
10	Xamego / VC 12	0,361 (7,0)	-0,036 (2,7)	-7,187 (2486,4)
11	Xamego / VC 20	-1,491 (4,0)	0,002 (2,7)	749,257 (3951,6)
12	Xamego / CNFC 10720	0,139 (5,6)	0,131 (3,0)	182,746 (3592,7)
13	Xamego / MAI 1813	-0,269 (6,0)	0,205 (3,0)	-134,221 (3000,7)
14	Xamego / VC 16	-1,454 (4,6)	0,465 (3,1)	678,135 (3829,5)
15	TB 94-01 / RP 1	-1,148 (6,6)	0,172 (2,8)	-159,377 (1901,8)
16	TB 94-01 / BRS Estilo	0,223 (5,0)	-0,088 (2,5)	174,449 (3833,2)
17	TB 94-01 / VC 12	-0,185 (6,7)	-0,217 (2,3)	196,649 (2445,7)
18	TB 94-01 / VC 20	0,297 (6,0)	0,320 (2,8)	220,494 (3178,3)
19	TB 94-01 / CNFC 10720	0,260 (6,0)	-0,051 (2,7)	242,283 (3407,7)
20	TB 94-01 / MAI 1813	-0,148 (6,3)	-0,143 (2,5)	546,916 (3437,3)
21	TB 94-01 / VC 16	0,005 (6,3)	0,116 (2,7)	482,371 (3389,2)
22	BRS Valente / RP 1	0,004 (6,7)	0,081 (2,8)	-89,413 (2042,4)
23	BRS Valente / BRS Estilo	-0,960 (3,6)	0,155 (2,8)	1076,913 (4806,3)
24	BRS Valente / VC 12	0,300 (7,0)	-0,142 (2,5)	-258,787 (2060,9)
25	BRS Valente / VC 20	-0,218 (5,3)	-0,271 (2,3)	-61,043 (2967,4)
26	BRS Valente / CNFC 10720	0,077 (5,6)	-0,141 (2,7)	327,046 (3563,1)
27	BRS Valente / MAI 1813	0,337 (6,7)	0,099 (2,8)	50,779 (3011,8)
28	BRS Valente / VC 16	0,152 (6,3)	0,025 (2,7)	356,235 (3333,7)
29	Diamante Negro / RP 1	0,094 (7,0)	0,156 (3,5)	89,869 (2353,2)
30	Diamante Negro / BRS Estilo	-1,201 (3,7)	0,064 (3,3)	556,895 (4417,8)
31	Diamante Negro / VC 12	0,057 (7,0)	0,101 (3,3)	538,395(2989,6)
32	Diamante Negro / VC 20	0,539 (6,3)	0,304 (3,5)	-344,261 (2815,7)
33	Diamante Negro / CNFC 10720	0,168 (6,0)	0,101 (3,5)	347,228 (3714,8)
34	Diamante Negro / MAI 1813	-0,905 (5,7)	0,175 (3,5)	326,261 (3418,8)
35	Diamante Negro / VC 16	0,576 (7,0)	-0,066 (3,1)	-363,583 (2745,4)

6. CONCLUSÕES

Há predominância de efeitos aditivos no controle genético da severidade de mancha-angular, arquitetura de plantas e produtividade de grãos.

A cultivar BRS Valente se destacou quanto à resistência à mancha angular e arquitetura ereta de plantas, enquanto BRS Estilo e CNFC 10720 quanto à resistência à mancha-angular e potencial de produção.

Os cruzamentos BRS Valente / BRS Estilo e BRS Estilo / CNFC 10720 se destacam com potencial para a extração de linhagens promissoras quanto à resistência à mancha-angular, com arquitetura ereta de plantas e alta produtividade de grãos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.F. **Dois ciclos de seleção recorrente no melhoramento de feijão carioca**. 2012.61 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (Phaseolus vulgaris L.) para inscrição no registro nacional de cultivares**. Brasília, DF, 2001.

BALBI, B.P.; **Caracterização fenotípica e genotípica de isolados de Pseudocercospora griseola e avaliação de fontes de resistência do feijoeiro**. 2009. 83f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BISON, O.; RAMALHO, M.A.P.; REZENDE, G.D.S.P.; AGUIAR, A.M.; RESENDE, M.D.V. Dialelo parcial entre clones de *Eucalyptus camaldulensis* e clones de *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. saligna*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p. 395-402, 2009.

BOREL, J.C.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; MAIA, L.G.S. Genetic control of the angular leaf spot reaction in common bean leaves and pods. *Sci. Agric.(Piracicaba, Braz.)*[online].2011,vol.68, n.6, p.661-664,

CIF. **Centro de Inteligência do Feijão**. Disponível em: < <http://www.cif.com.br>> Acesso em jan. 2013.

CARNEIRO, J.E. de S. **Alternativas para obtenção e escolha de populações segregantes no feijoeiro**. 2002. 134p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COLLICCHIO, E. **Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1995. 98 p.

COLLICCHIO, E; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 297-304, mar. 1997.

CONAB - **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em jan. 2013.

CORRÊA, R.X., GOOD-GOD, P.I., OLIVEIRA, M.L.P., NIETSCHKE, S., MOREIRA, M.A., BARROS, E.G. Herança da resistência à mancha-angular do feijoeiro e identificação de marcadores moleculares flanqueando o loco de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, p.27-32, 2001

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** (volume 1). 4ª Ed. Viçosa: UFV. 2012. 514p.

CRUZ, C.D. **GENES- software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum Agronomy (Online), v.35, p.271-276, 2013.

CUNHA, W.G.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A.F.B. Selection aiming at upright growth habit common bean with carioca type grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, n. 4, p. 379-386, Dec. 2005.

FALEIRO, F. G.; NIETSCHE, S.; RAGAGNIN, V. A.; BORÉM, A.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Resistência de cultivares de feijoeiro comum à ferrugem e à mancha-angular em condições de casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 86-89, 2001.

FREITAS, R.M. **Progresso genético no melhoramento de feijão vermelho após três ciclos de seleção**. 2012. 41 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Washington, v. 22, p. 439-452, 1966.

GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plantas. In: GUIMARÃES E. P. (ed.) **Selección recurrente en arroz**. CIAT, Cali, p. 3-11. 1997.

GERALDI, I.O.; MIRANDA-FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.11, p.419-430, 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v.9, p. 463-493, 1956.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B.; Quantitative genetics in maize breeding. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.

HALLAUER, A.R. Recurrent selection in maize. **Advanced in Agronomy**, New York, p. 115-179, 1992.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, p.789-809, 1954.

GONÇALVES VIDIGAL, M.C; SILVERIO, L.; ELIAS, H.T.; VIDIGAL FILHO, P.S. Combining ability and heterosis in common bean cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1143-1150, set. 2008.

KORNEGAY, J.; WHITE, J.W.; CRUZ, O.O. Growth habit and gene pool effects on inheritance of yield in common bean. **Euphytica**, 1992, Volume 62, Issue 3, p.171-189.

KOSTETZER, V. MOREIRA, R.M.P.; FERREIRA, J.M. Cruzamento dialélico parcial entre variedades locais do Paraná e variedades sintéticas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.44, n.9, p.1152-1159, set. 2009.

KUREK, J.A.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; CRUZ, P.J. Capacidade Combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.36, n.4, p.645-651, abr. 2001.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 19 de maio de 2013

MENDES, F.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 44, n. 10, p. 1312-1318, 2009.

MARCONDES, E. H. K. **Seleção de linhagens de feijoeiro com tipo de grão carioca e com alelos *Co-4* e *Co-5* de resistência à antracnose**. 2007. 48 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MENDONÇA, H.A.; SANTOS, J.B.; RAMALHO, M.A.P. **Selection of common bean segregating populations using genetic phenotypic parameters and RAPD markers**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.2, n.2, p.219-226, 2002.

MENEZES JÚNIOR, J.A.N.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, v. 67, p. 833-838, 2008.

MORA, N. O. A.; VIEIRA, C.; ZAMBOLIM, L. Variedades diferenciadoras de feijão para identificação de raças fisiológicas de *Uromyces phaseoli* var *typica* Arth. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 39, n. 224, p. 391-404, 1992.

MORELLO, C.L.; MIRANDA FILHO, J.B.; GORGULHO, E.P. **Partial diallel cross between exotic and adapted maize populations evaluated in acid soil**. *Scientia Agricola*, v.58, n.2, p.313-319, abr. /jun. 2001

MOURA, M.M.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E.S. CRUZ, C.D. Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.48, n.4, p.417-425, abr. 2013

NIENHUS, J.; SINGH, S. P. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. *Crop Science*, v. 26, n. 1, p. 21-27, 1986.

NIETSCHKE, S.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; PAULA-JR, T. J.; FERREIRA, C. F.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Genetic diversity of *Phaeoisaiopsis griseola* in the State of Minas Gerais, Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 117, n. 1, p. 77-84, 2001.

NIHEI, T.H.; FERREIRA, J.M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.47, n.3, p.369-377, mar. 2012.

OLIVEIRA, E. J.; ALZATE-MARIN, A. L.; BORÉM, A.; MELO C. L. P.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. **Reação de cultivares de feijoeiro comum a quatro raças de *Phaeoisariopsis griseola***. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 29, n. 2, p. 220-223, 2004.

OLIVEIRA, B.M. **Potencial de linhagens de feijão preto oriundas da população ‘Ouro Negro x Meia Noite’**. 2012. 48 p. Dissertação. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PÁDUA, T.R.P.; GOMES, A.A.; MALUF, W.R.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; GONÇALVES NETO, A.C.; ANDRADE, M.C. **Capacidade combinatória de híbridos de tomateiro de crescimentodeterminado, resistentes a *Begomovirus* e *Tospovirus***. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, n.8, p.818-825, ago. 2010

PASTOR-CORRALES, M. A.; ERAZO, O. A.; ESTRADA, E. I.; SINGH, S. P. Inheritance of anthracnose resistance in common bean accession G2333. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 10, p. 959-962, Oct. 1994.

PAULA JR. T.J. de; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 359-414.

PAULA JÚNIOR, T. J.; CARNEIRO, J. E. S.; VIEIRA, R. F.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; DEL PELOSO, M. J.; TEIXEIRA, H. **Cultivares de feijão-comum para Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig, 2010. 40 p

PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijoeiro com resistência à antracnose selecionadas quanto a características agronômicas desejáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 209-215, mar. 2004.

PEREIRA, H.S.; SANTOS, J.B.; ABREU, A.F.B.; COUTO, K.R. Informações fenotípicas e marcadores microsatélites de QTL na escolha de populações segregantes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.707-713, maio 2007.

PETERNELLI, L. A.; BOREM, A.; CARNEIRO, J. E. S. Hibridação em Feijão. In: Borém, A (ed.) **Hibridação Artificial de Plantas**. Editora UFV, Viçosa, p. 514-536. 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

PIMENTEL, A.J.B.; **Seleção de genitores e predição do potencial genético de populações segregantes de trigo**. 2010. 34f Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

PIRES, L.P.M. Seleção recorrente massal para porte ereto em feijão do tipo carioca. 2013. 81p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

KOSTETZER, V. MOREIRA, R.M.P.; FERREIRA, J.M. Cruzamento dialélico parcial entre variedades locais do Paraná e variedades sintéticas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1152-1159, set. 2009.

RAGAGNIN, V. A.; ALZATE-MARIN, A. L.; SOUZA, T. L. P. O.; ARRUDA, K. M. A.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Avaliação da resistência de isolinhas de feijoeiro a diferentes patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Uromyces appendiculatus* e *Phaeoisariopsis griseola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 591-596, 2003.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, p. 415-436, 2006.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. **Genetic progress after four cycles of recurrent selection for yield and grain traits in common bean**. *Euphytica*, Wageningen, v. 144, n. 1/2, p. 23-29, 2005

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN.; Genética quantitativa em plantas autógamas: **aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

RAVA, C.; PURCHIO, A.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 167-172, jan. 1994.

REIS-PRADO, F. G.; SARTORATO, A.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; SIBOV, S. T.; PINHEIRO, J. B.; CARNEIRO, M. S. **Reação de cultivares de feijoeiro comum à mancha-angular em casa de vegetação**. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 306-309, 2006.

REZENDE, B. A.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P. Progresso genético após sete ciclos de seleção recorrente visando resistência à mancha angular no feijoeiro. XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA 27 de setembro a 01 de outubro de 2010

RODRIGUES, M.C.; CHAVES, J.L.; PACHECO, C.A.P. Heterosis in crosses among white grain maize populations with high quality protein. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.1, p.59-66, jan. 2006.

SANTOS, J.B. VENKOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.9, p.957-963, set. 1986.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 669-700.

SARTORATO, A. **Resistance of andean and mesoamericana common bean genotypes to *Phaeoisariopsis griseola***. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, New York, v. 48, p. 88-89, 2005.

SILVA, M. G. M. **Seleção de famílias superiores de feijoeiro com resistência a antracnose e mancha-angular**. 2005.80 p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, C.A.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P. **Associação entre arquitetura de planta e produtividade de grãos em progênies de feijoeiro de porte ereto e prostrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. v.44, n.12, p.1647-1652, dez. 2009.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A.S.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, F.I.F.; FRITSCHENETO, R. 2009 a. **Estimativas de capacidade de combinação em gerações iniciais de seleção de batata**. Horticultura Brasileira. v.27, n.3, jul-set 2009.

SILVA, V.M.P. **Melhoramento genético do porte do feijoeiro**. 2011.60 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

SILVA, V.M.P.; CARNEIRO, P.C.S.C.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C.D. Genetic improvement of plant architecture in the common bean. **Genetics and Molecular Research**, v.12, p.AOP, 2013.

SOUZA, T. L. P. O.; ALZATE-MARIN, A. L.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Análise comparativa da variabilidade patogênica de *Uromyces appendiculatus* em algumas regiões brasileiras. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 143-149, 2005.

SOUZA, T. L. P. O.; RAGAGNIN, V. A.; SANGLARD, D. A.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Identification of races of selected isolates of *Uromyces appendiculatus* from Minas Gerais (Brazil) based on the new international classification system. **Fitopatologia Brasileira, Brasília**, v.32, n.2, p.104-109, 2007a.

TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.4, p.577-582, 1999.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SOUZA, V.Q.; BENIN, G.; SCHIMDT, D.A.M. RIBEIRO, G.; NORBERG, R.; LUCH, H. Combining ability of wheat genotypes in two models of diallel analyses. **Croop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, n.2, p.100-107, 2009.

VIEIRA, F. C. **Controle genético da reação do feijoeiro ao *Phaeoisariopsis griseola* e seleção de famílias baseada em caracteres agronômicos**. 2004. 31 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG..

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 301-391.