

**SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO
TIPO ROSINHA RESISTENTES À
ANTRACNOSE, À MANCHA ANGULAR E DE
BOA COCÇÃO**

DIEGO VELÁSQUEZ FALEIRO E SILVA

2007

DIEGO VELÁSQUEZ FALEIRO E SILVA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO TIPO ROSINHA
RESISTENTES À ANTRACNOSE, À MANCHA ANGULAR E DE
BOA COCCÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. João Bosco dos Santos

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Diego Velásquez Faleiro

Seleção de linhagens de feijoeiro tipo rosinha resistentes à antracnose à mancha angular e boa cocção. / Diego Velásquez Faleiro Silva. -- Lavras : UFLA, 2007.

71 p. : il.

Orientador: João Bosco dos Santos.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão. 2. Melhoramento Genético. 3. Grão tipo rosinha. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 635.6523

DIEGO VELÁSQUEZ FALEIRO E SILVA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO TIPO ROSINHA
RESISTENTES À ANTRACNOSE, À MANCHA ANGULAR E DE
BOA COCÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 4 de julho de 2007.

Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu

EMBRAPA

Prof. Dr. Antônio Alves Soares

UFLA

Prof. Dr. João Bosco dos Santos
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Ana Maria e Moacir;

A minhas irmãs, Letícia e Tamara;

Aos meus avós, Décio (*in memória*), Sãozinha, José (*in memória*) e Maria;
que foram e sempre serão os pilares do meu caráter, os propulsores dos meus estudos e trabalho, a fonte de amor e carinho, os ouvintes dos meus desabaços, os braços que sempre me acolheram e aqueles com quem compartilho minhas alegrias e vitórias, não importa onde estejam.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela minha vida, minha família, pela ajuda em todos os momentos da minha caminhada, inclusive nos dias mais difíceis, pelos meus estudos, enfim, por todas as coisas boas que tenho e que acontecem em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por meio do Departamento de Biologia, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Walclée de Carvalho Melo, pela primeira orientação na atividade científica.

Ao professor Dr. João Bosco dos Santos, por esses quatro anos de orientação, atenção, paciência, simplicidade, dedicação, trabalho, competência, ensinamentos e pela grande amizade. Sempre o terei como exemplo de pesquisador, professor e, acima de tudo, como pessoa.

Aos professores do Departamento de Biologia, pelos preciosos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

À Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu e ao professor Dr. Mágnio Antonio Pato Ramalho que, com praticidade, experiência, conhecimento e, principalmente, trabalho, unidos a uma agradável conversa, tornam a instalação e a condução dos experimentos de campo uma atividade simples e prazerosa.

Ao laboratorista e grande amigo Lamartine, pela sua simplicidade, alegria e competência, sendo um facilitador das nossas atividades no laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, em especial às minhas três amigas secretárias Elaine, Rafaela e Zélia e à nossa querida Dona Ironдина, pela eficiência e seriedade.

Aos funcionários de campo, Léo, Lindolfo e Ramon, pela amizade, auxílio e boa prosa durante todo esse tempo. Assim como os ponteiros do relógio, eles são peças fundamentais para o andamento dos programas de melhoramento do Departamento.

A todos os colegas do GEN, pela amizade, ajuda, estudos em grupo, boa conversa e pelas grandes confraternizações e eventos esportivos de que participamos juntos.

Aos meus inesquecíveis companheiros, Alexander, Adriano, Juarez, Zé Luís, Zé Ângelo, Pira, Parrela, Márcio vulgo “onça”, Helton, Flávio, Deyne, Mateus, Marcão, Admilson e às minhas queridas companheiras Larissa, Quélen, Graciele, Aninha, Vanessa, Flavinha, Lívia, Mônica e Isabela.

Ao meu colega de república e irmão, César “Peruano”, pela amizade, paciência, conselhos e, acima de tudo, pelo companheirismo mostrado, principalmente, nos momentos difíceis que passei durante o curso. Jamais esquecerei.

A Helena, minha namorada, pelo carinho, simplicidade, cumplicidade, atenção, paciência e compreensão que teve durante todo esse maravilhoso e harmonioso tempo em que estamos juntos.

A todos os meus familiares que me acompanharam e acompanham nessa minha jornada.

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Importância do feijão no Brasil.....	3
2.2 Cor da semente.....	6
2.3 Grão tipo rosinha.....	8
2.4 Tempo de cozimento.....	14
2.5 Produtividade de grãos.....	19
2.6 Doenças do feijoeiro.....	21
2.6.1 Antracnose.....	22
2.6.2 Mancha angular.....	26
2.7 Hábito de crescimento.....	29
2.8 Precocidade.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Locais de condução dos experimentos.....	33
3.2 Material genético avaliado.....	33
3.3 Avaliação das linhagens em campo.....	34
3.4 Características avaliadas.....	35
3.4.1 Tipo de grão.....	35
3.4.2 Produtividade de grãos.....	36
3.4.3 Reação à antracnose.....	36
3.4.4 Reação à mancha angular.....	36
3.4.5 Tempo de cozimento.....	37
3.5 Análise dos dados.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

RESUMO

SILVA, Diego Velásquez Faleiro. **Seleção de linhagens de feijoeiro tipo rosinha resistentes à antracnose, à mancha angular e de boa cocção.** 2007. 71p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. *

O feijão tipo carioca, atualmente, é o mais consumido e o mais cultivado no Brasil, sendo um padrão na comercialização do feijão brasileiro. Porém, existem nichos de mercado para outros tipos de grãos, como o rosinha. Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens com grão tipo rosinha, altamente produtivas, de rápido cozimento e resistentes à antracnose e à mancha angular. Foram utilizadas 143 linhagens F_{8,9}, selecionadas dentro de cinco famílias F_{2,7} e F_{4,7} do cruzamento Rosinha Maria da Fé x ESAL 693. Essas linhagens foram avaliadas em cinco experimentos, conduzidos em dois locais no estado de Minas Gerais, sendo um na safra das águas 2005/2006, em Lavras, onde se avaliaram as 143 linhagens mais a testemunha ESAL 693; dois na safra da seca/2006, um em Lavras e outro em Lambari, onde se avaliaram 99 linhagens mais a testemunha Rosinha Maria da Fé e dois na safra de inverno/2006, um em Lavras e outro em Lambari, onde se avaliaram 24 linhagens mais a testemunha Rosinha Maria da Fé. Em todos os experimentos de campo, foi utilizado o delineamento látice quadrado e as características avaliadas foram: produtividade e tipo de grão e reação à mancha angular. Foi também estimada a correlação fenotípica entre esses caracteres. As 99 linhagens, selecionadas na safra das águas, mais a cultivar Rosinha foram inoculadas com a raça 65 de *C. lindemuthianum*, para identificar as linhagens resistentes à antracnose. Na safra de inverno/2006, as 24 linhagens selecionadas na safra da seca/2006, mais a testemunha Rosinha também foram avaliadas quanto ao tempo de cozimento. Em todas as análises de variâncias realizadas, detectou-se diferença entre as linhagens, para todos os caracteres avaliados, indicando haver variabilidade genética suficiente para se proceder, com sucesso, à seleção de linhagens superiores. As altas estimativas de herdabilidade, assim como os ganhos com a seleção, confirmaram o sucesso na seleção. Todas as 24 linhagens selecionadas na safra da seca/2006 apresentaram o tipo de grão rosinha. Nas inoculações com *C. lindemuthianum*, 87% das linhagens foram resistentes. Foi possível selecionar linhagens com alta produtividade e tipo de grão ideal, auxiliado pela correlação favorável entre esses caracteres ($r = -0,36^*$) e, ainda, associar a elas rápido tempo de cozimento e resistência à mancha angular e à antracnose.

* Orientador: João Bosco dos Santos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

ABSTRACT

SILVA, Diego Velásquez Faleiro. **Selection of common bean lines with rosinha grain type resistant to anthracnose, to angular leaf spot and high cooking ability.** 2007. 71p. Dissertation (Master in Genetics and Plant Breeding) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Nowadays the carioca grain type of common bean is the most consumed and cultivated in Brazil, becoming a pattern in the market, although other kinds of grain type are also accepted in some places. The objective of this research was to select lines with a fast cooking rosinha grain type, high grain yield and resistant to anthracnose and angular leaf spot. One hundred and forty three F_{8:9} lines were selected within five F_{2:7} e F_{4:7} families from the Rosinha Maria da Fé x ESAL 693 cross. These lines were evaluated in five field experiments in two places of Minas Gerais State. The first experiment was set up in the rainy season of 2005/2006 at Lavras county, when the 143 lines plus the ESAL 693 check were evaluated. From these lines 99 were selected and evaluated in two places, Lavras and Lambari, in the dry season of 2006 plus the check Rosinha Maria da Fé. Finally two others experiments were set up in the winter/spring seasons of 2006, in Lavras and Lambari, where the 24 selected lines and the check Rosinha were evaluated. The square lattice design was used in all experiments, and the lines were evaluated for grain type and yield, and reaction to angular leaf spot. Besides, the 99 lines and Rosinha cultivar were inoculated with the race 65 of *C. lindemuthianum* for identifying the lines with the *Co-5* allele for anthracnose resistance. The 24 lines selected in the dry/2006 season, and the check Rosinha were also evaluated for cooking ability using a complete randomized design. Phenotypic correlation was estimated between the traits evaluated in the field. The lines were genetically different in all evaluations for all traits, assuring success in the selection as confirmed by the high heritability estimates as well as high selection gains. All the 24 selected lines have the rosinha grain type, and 87% were resistant to *C. lindemuthianum*. The correlation between grain yield and grain type ($r = -0,36^*$) was favorable for selecting high grain yield lines with ideal grain type. Besides the selected lines are resistant to anthracnose and angular leaf spot.

* Guidance: João Bosco dos Santos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), por se adaptar bem às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil e pela alta tradição de consumo, desempenha papel fundamental na alimentação do brasileiro e na demanda por mão-de-obra, fazendo parte da maioria dos sistemas produtivos dos pequenos, médios e grandes produtores. Ele pode ser cultivado, dependendo da região, ao longo de todo o ano, no geral, em três épocas: águas, seca e outono/inverno. Desse modo, o feijão é ofertado durante todos os meses do ano, o que contribui para regularizar o abastecimento interno e reduzir as oscilações dos preços.

O mercado brasileiro de feijão é caracterizado por comercializar os mais variados tipos de grãos, sendo, atualmente, o tipo carioca o mais aceito pelo mercado.

Como os programas de melhoramento são orientados pelas tendências de mercado e os anseios da população, maior atenção tem sido dada ao melhoramento de feijões com grão carioca, resultando, assim, no lançamento de dezenas de cultivares desse grupo nos últimos anos. De maneira mais discreta, é feito o melhoramento para outros grupos comerciais, como Rosinha, Roxo, Manteigão, Vermelho e outros que ocupam um espaço pequeno no mercado, em alguns casos até devido à falta de opção de cultivares melhoradas nos respectivos grupos comerciais (Zimmermann *et al.*, 1996).

Recentemente, os melhoristas têm se interessado em obter novas cultivares de outros grupos comerciais, além do Carioca e Preto, que substituam com vantagem as já existentes. Dessa forma, o produtor tem maior opção na escolha da cultivar a ser plantada. Além do mais, feijões desses grupos são considerados produtos diferenciados e, com isso, o produtor pode conseguir

bons preços e obter maiores lucros com a comercialização, principalmente para a classe da população de maior poder aquisitivo.

Pesquisas têm mostrado que o feijão tipo carioca, realmente, é o preferido, mas há um interesse também pelos tipos de grão rosinha e jalo, principalmente pelos consumidores de renda mais alta (Ferreira & Yokoyama, 1999).

Cultivares com grão rosinha foram importantes, no passado, para os produtores de feijão. Ainda hoje, mesmo com a preferência pelo grão carioca no mercado nacional, feijões do grupo Rosinha, entre outros, são ainda cultivados por produtores e apreciados por certos grupos de consumidores de algumas regiões brasileiras.

Assim, a obtenção de novas cultivares, principalmente aquelas com o tipo de grão como o rosinha, é um desafio crescente para os melhoristas. Isso porque as exigências são cada vez maiores com relação a determinadas características, como alta produtividade, resistência às principais doenças e, principalmente, características relacionadas ao grão, como cor, tamanho e formato, que devem estar dentro de determinados padrões comerciais, além de apresentarem boas propriedades culinárias, como boa capacidade de cozimento.

Diante dessas informações, o presente trabalho teve como objetivo selecionar linhagens de feijoeiro com grão tipo rosinha que, além de apresentarem alta produção de grãos, com rápido cozimento, sejam também resistentes à antracnose e à mancha angular, que estão entre as principais doenças do feijoeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do feijão no Brasil

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento de alto significado social e econômico no cenário nacional, representando uma importante fonte de renda para produtores e trabalhadores rurais. É considerado um dos componentes básicos da dieta alimentar dos brasileiros, sendo uma importante fonte de nutrientes (proteína, minerais, vitaminas) e calorias, principalmente para as classes mais carentes da população. A proteína do feijão é rica do aminoácido essencial lisina, porém, pobre dos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína. Os cereais, em compensação, dispõem de maior quantidade de aminoácidos sulfurados, sendo pobres em lisina, tornando o tradicional prato brasileiro, arroz com feijão, complementar em termos de aminoácidos essenciais.

O consumo *per capita* de feijão no país é o mais alto do mundo, tendo, na década de 1970, chegado a patamares de 25 kg/ano. Em 2003, situou-se em 16 kg/ano e, atualmente, estima-se que seja de 11 kg/ano, sendo ainda o Brasil o maior consumidor mundial dessa leguminosa. As possíveis causas da redução do consumo estão relacionadas com a migração da população do meio rural para as cidades, dificuldade no preparo, mudança dos hábitos alimentares da população urbanizada, flatulências após a ingestão do produto e redução do preço de outras fontes protéicas e calóricas, como a carne de frango e o macarrão, respectivamente (Aidar; Kluthcouski & Stone, 2002; Borém & Carneiro, 2006; Ferreira *et al.*, 2006).

O Brasil assume também o posto de maior produtor mundial de feijão-comum, tendo como principais estados produtores o Paraná, com 19,7% da

produção total; Minas Gerais, com 15,1%; Bahia, com 10,1%; São Paulo, com 10,1%; Goiás, com 7,8%; Santa Catarina, com 6,6% e Rio Grande do Sul, com 5,0% (Ferreira *et al.*, 2006). Atualmente, o feijão-comum e o caupi ocupam a terceira maior área colhida de grãos do país (4,3 milhões de hectares, ou seja, 9,4% da área total), superados apenas pela soja e o milho, ultrapassando importantes culturas, como arroz e trigo (CONAB, 2007).

De 1984 a 2004, o Brasil teve sua área de plantio reduzida em torno de 25%; por outro lado, teve um aumento da produção de 16%, devido ao aumento da produtividade média de 54%. Mesmo com essa produção, o país não é auto-suficiente para atender ao mercado interno, que aumentou a demanda em 31% no mesmo período, em função do aumento da população. Assim, é necessário importar, aproximadamente, 100 mil toneladas por ano (Silva & Del Peloso, 2006).

O cultivo dessa leguminosa é bastante difundido em o todo território nacional, assumindo assim, uma enorme importância econômico-social, em razão de ser cultivado em grandes áreas e absorver grande contingente de mão-de-obra durante o ciclo da cultura. Estima-se que no cultivo do feijão sejam utilizados cerca de sete milhões de homens/dia/ciclo de produção, envolvendo aproximadamente 295.000, produtores só em Minas Gerais (Borém & Carneiro, 2006).

O feijão pode ser cultivado, dependendo da região, ao longo de todo o ano, no geral em três épocas. A primeira, também conhecida como safra das “águas”, é plantada entre agosto e dezembro e concentra-se mais nos estados das regiões Sul e Sudeste; a segunda safra, ou da “seca”, abrange todos os estados brasileiros e seu plantio ocorre entre janeiro e abril; a terceira safra, ou de “inverno”, concentrada nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e no estado da Bahia, é realizada de maio até julho ou agosto, dependendo do estado (Aidar; Kluthcouski & Stone, 2002). Para a safra 2006/2007, levando-se em

consideração o feijão-comum e o caupi, a 1ª safra ocupa 31,3% da área total colhida de feijão e é responsável por 40,8% do feijão produzido pelo país; a 2ª safra ocupa 47% da área, sendo responsável por 36,2% da produção e a 3ª safra ocupa 21,9% da área e gera 23% da produção (CONAB, 2007). Desse modo, o feijão, atualmente, é ofertado durante todos os meses do ano, alguns meses de maior oferta (janeiro, maio e junho) e um período de menor oferta (setembro a novembro), o que contribui para o abastecimento interno e redução da oscilação dos preços (Figura 1).

Essa leguminosa pode ser conduzida no sistema solteiro ou consorciada com outras culturas, principalmente o milho no caso da agricultura familiar. É reconhecida como cultura de subsistência, sendo cultivada por pequenos produtores que dispõem de poucos recursos tecnológicos. Porém, nos últimos anos, outras classes de produtores, de alta tecnologia, tiveram seu interesse despertado pela possibilidade de cultivar o feijão na terceira safra, viabilizada pela irrigação e clima ameno, reduzindo, assim, o risco de perda das lavouras e aumento da quantidade e qualidade do produto colhido, com perspectivas de aumento do lucro.

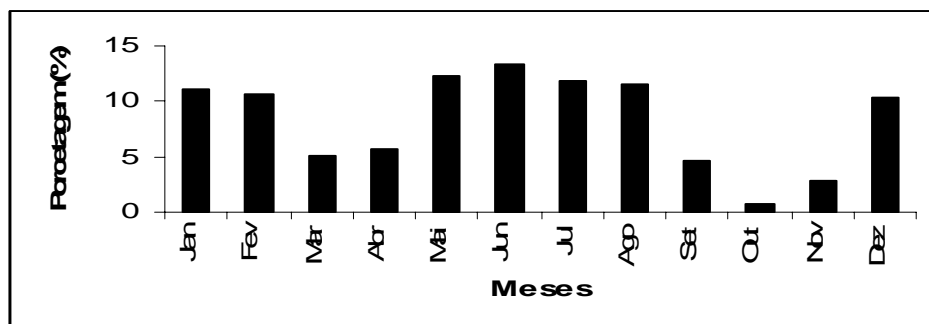


FIGURA 1. Percentual médio mensal de feijão em relação ao total colhido nos principais estados produtores, 1990 a 1999 (adaptado de Ferreira, 2001).

Assim, devido a sua boa adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, o feijoeiro desempenha fundamental papel na alimentação do povo brasileiro, na demanda por mão-de-obra, na geração de divisas para o país, fazendo parte da maioria dos sistemas produtivos dos pequenos, médios e grandes produtores.

2.2 Cor da semente

O feijoeiro é cultivado em todo o território nacional, exibindo o mais alto nível de variabilidade para cor, brilho, tamanho e formato dos grãos produzidos. A ampla diversidade de cores (bege, vermelha, rósea, roxa, branca, amarela, etc.) fez com que diversos autores tenham se dedicado ao seu estudo, propondo diferentes classificações, devido à importância dos diferentes tipos, tanto para a aceitação comercial quanto na identificação botânica (Abrahão, 1960; Vieira, 1967).

A Unidade de Recursos Genéticos (URG) do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), levando em consideração apenas a cor básica do grão, admite, em seu catálogo de descrição do germoplasma de feijão-comum, oito grupos de cores: Branco, Creme, Amarelo, Pardo, Rosado, Vermelho, Roxo e Preto. Abrahão (1960) classificou cultivares e linhagens de feijoeiro em grupos comerciais com base nas observações sobre os tipos de plantas e no aspecto das sementes e, mais especificamente, na cor das mesmas. O autor salientou que, embora a cor seja variável com a idade das sementes, ela é fundamental na identificação de cultivares.

Vieira (1967) modificou a classificação desse autor, apresentando uma descrição dos seguintes grupos: Preto, Rosinha, Mulatinho, Manteigão, Pardo, Roxinho, Bico-de-Ouro e Amarelo.

Vilhordo (1978), estudando cultivares pertencentes a esses mesmos grupos comerciais, observou a cor das sementes em três etapas: logo após a colheita (entre 6 e 10 dias), depois de um e dois anos. O autor concluiu que a classificação comercial desses grupos só é válida se a observação for realizada logo após a colheita. Observou também que este caráter muda conforme a idade das sementes que escurecem, com exceção das pretas, dificultando a separação das cultivares de grupos distintos.

O controle genético da cor dos grãos vem sendo estudado há mais de 90 anos, segundo Ramalho & Abreu (2006). De acordo com Menezes Júnior (2007), a ampla variabilidade de cores deve-se à presença de interações epistáticas, de efeitos pleiotrópicos, alelismo múltiplo e de ligação gênica, fatores esses que dificultam o entendimento desse controle genético. Apesar de existirem muitas dúvidas, sabe-se que está envolvido um grande número de genes. A literatura relaciona, pelo menos, 18 genes no controle da expressão desse caráter (Leakey, 1988; Basset, 1996).

No estudo do controle genético de alguns caracteres relacionados à cor de semente de feijão no cruzamento ‘Rosinha’ X ‘ESAL 693’ por Baldoni; Teixeira & Santos (2002), constatou-se que apenas um gene é responsável pela ocorrência de listras na semente e outro pela cor bege clara ou escura de fundo da semente tipo carioca. Para os caracteres presença ou ausência de halo e tipo de semente igual ou diferente da cultivar Rosinha, foram identificados dois genes em cada caso. Além disso, verificou-se que exceto a presença de listra, certamente estão também envolvidos genes modificadores no controle dos demais caracteres.

No entanto, apesar do grande número de genes envolvidos e da complexidade do controle genético da cor do tegumento da semente, tem-se constatado alta herdabilidade para o caráter, provavelmente devido a pouca

influência do ambiente, permitindo que a seleção seja eficiente a partir da geração F₂ (Ramalho; Santos & Zimmermann, 1993).

2.3 Grão tipo rosinha

Provavelmente, os feijões de grão pequeno que se cultivam na América Central, nas costas do México, nas Antilhas, na Venezuela e no Brasil (tipo rosinha e vermelho) tenham origem comum. No entanto, os tipos de feijões do Brasil são muito mais parecidos com os feijões vermelhos da América Central que qualquer outro tipo de feijão do México ou da América do Sul (Voysset, 2000). Segundo esse mesmo autor, os feijões do grupo Rosinha pertencem ao “pool gênico” mesoamericano e são provenientes da raça Durango, a mesma do grupo Vermelho.

No Brasil, os programas de melhoramento de feijão iniciaram-se por volta de 1930, conduzidos, inicialmente, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), até então conhecida como Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Viçosa (Voysset, 2000). Naquela década, essas instituições iniciaram seleções de linhagens e foram também realizadas as primeiras hibridações, o que resultou no lançamento de várias cultivares melhoradas do tipo rosinha, mulatinho e preto, entre outras.

No grupo Rosinha, a cultivar que mais se destacou foi ‘Rosinha G-2’, tendo sido lançada pelo IAC em 1963. Essa cultivar é proveniente da seleção realizada dentro de variedades com grão tipo rosinha tradicionalmente cultivadas pelos agricultores daquela época. Em 1966, segundo Vieira (1967), além da ‘Rosinha G-2’ foram recomendadas para plantio no Brasil as cultivares Rosinha-da-Seca e Rosinha EEP 726, ambas com grão tipo rosinha.

A cultivar Rosinha-da-Seca foi coletada no México e introduzida, em 1955, na Estação Experimental de Patos de Minas, onde foi estudada e difundida por R. J. Guazzelli. Ela recebeu esse nome pelo fato de ser uma cultivar que exige dias curtos para florescer, devendo ser plantada somente no período “da seca”, além de ser trepadora, com alta capacidade de produção e resistente à antracnose e à ferrugem. A Rosinha EEP 726 resultou do cruzamento entre ‘1910’ e ‘Mex 450’, efetuado, em 1957, por R. J. Guazzelli, na mesma Estação Experimental, apresentando flores brancas, porte ereto, produtiva, mas sendo suscetível à ferrugem e antracnose (Viera, 1967).

Em 1974, foi lançada pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária/Rio Grande do Sul (IPEAS/RS), a cultivar Tahyu com grãos tipo rosinha que, junto com as cultivares Tambo, Rico 23 e Cuva 168-N, ocupou grande parte da área de feijão plantada no estado do Rio Grande do Sul, naquela época.

Em 1988, o então Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão da Embrapa (CNPAP), em Goiás, lançou a cultivar EMGOPA 202-Rubi do grupo Rosinha, originada do cruzamento realizado entre a cultivar Iguazu (grupo Preto) e a cultivar Tahyu (grupo Rosinha). Posteriormente, a mesma instituição recomendou a cultivar Safira, em 1992, com tipo de grão também rosinha. Mais recentemente, essa instituição lançou a cultivar BRS Vereda, pertencente ao grupo Rosinha, com hábito de crescimento indeterminado, resistente à antracnose, à mancha angular e à ferrugem e com boa produtividade de grãos.

Mesmo com esse breve histórico sobre as cultivares do grupo Rosinha, desconhece-se o número total de cultivares desse grupo utilizadas no país. Isso porque o feijoeiro é ainda cultivado, em sua grande maioria, por pequenos agricultores que, muitas vezes, utilizam cultivares crioulas, que não fazem parte da lista de recomendação.

No início dos programas de melhoramento de feijoeiro no Brasil, as cultivares recomendadas eram caracterizadas por apresentar maior variação para tipos comerciais de grãos, pois havia exigências regionais variadas para o tipo de grão. Conseqüentemente, os programas de melhoramento tinham que atender a essa demanda. Os mais preferidos eram os feijões do tipo preto, rosinha, mulatinho e manteigão. Em julho de 1966, a Comissão Brasileira do Feijão (CBF), em sua terceira reunião, recomendou cultivares de *P. vulgaris* para serem plantadas em diferentes regiões brasileiras. A porcentagem das cultivares indicadas, dentro de cada grupo, era a seguinte: grupo Preto (29,4% das cultivares), grupo Rosinha (29,4%), Manteigão e Mulatinho (11,8% cada), Vermelho e Bico-de-Ouro (5,9% cada) e outros (5,9%). As cultivares do grupo Preto e Rosinha, naquela época, representavam, aproximadamente, 60% das cultivares recomendadas para todo o território brasileiro (Vieira, 1967).

A partir do lançamento da cultivar Carioca, de cor creme e rajas marrons, pelo IAC, no final da década de 1960, houve grande mudança no mercado nacional de feijão. Essa cultivar, até então desconhecida pelos brasileiros, foi muito bem aceita pelos consumidores e produtores, na maioria das regiões brasileiras, depois do ano de 1975. Desde então, o tipo de grão carioca passou a ser o mais consumido e o mais cultivado, tornando-se um padrão na comercialização do feijão brasileiro.

Essa mudança pode ser constatada quando se verifica a lista das cultivares inscritas no Registro Nacional de Cultivares e no Zoneamento Agrícola de cada Unidade da Federação, publicada periodicamente pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para o ano-safra de 2006/2007, foram indicadas 53 cultivares para as regiões brasileiras produtoras de feijão. Nesse caso, 41,5% das cultivares indicadas pertencem ao grupo comercial Preto, 39,6% são do grupo Carioca, o grupo Mulatinho e Manteigão é representado por 5,7% das cultivares cada, seguido pelos grupos

Roxinho (3,8%), Rosinha e Jalinho, com 1,9% cada. Esses valores dão uma idéia da importância de cada grupo no cenário comercial do feijão brasileiro ultimamente. Comparando-se esses dados com aqueles de 1966, anteriormente mostrados, pode-se notar que o grupo Preto manteve sua importância, em relação ao número de cultivares lançadas, mesmo sendo consumido apenas em determinadas regiões. Porém, grupos comerciais, como o Rosinha, que detinham 29,41% das cultivares recomendadas no ano de 1966, tornaram-se inexpressivos após o surgimento de cultivares do grupo carioca. Atualmente, menos de 2% das cultivares recomendadas pertencem a esse grupo. Nesse período, houve uma redução de 15 vezes no número de cultivares recomendadas do grupo Rosinha (1966 em relação a 2006/2007). Hoje, apenas a cultivar BRS Vereda, lançada pela Embrapa Arroz e Feijão, é recomendada para algumas regiões brasileiras. Certamente, a suscetibilidade das cultivares do grupo Rosinha a várias doenças e a baixa produtividade de grãos foram responsáveis pela quase eliminação desse tipo de grão do mercado brasileiro.

Cultivares com grão rosinha foram importantes, no passado, para os produtores de feijão. Ainda hoje, mesmo com a preferência pelo grão carioca no mercado nacional, feijões do grupo Rosinha, entre outros, são ainda cultivados por produtores e apreciados por certos grupos de consumidores de algumas regiões brasileiras.

A preferência da população por um dos vários tipos comerciais é uma característica que varia conforme a região. O feijão preto é mais popular no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, Zona da Mata e no vale do Rio Doce, em Minas Gerais e sul do Espírito Santo, representando 17,6% do feijão consumido no país. O feijão do tipo carioca é o mais cultivado e consumido no Brasil, correspondendo a 71,7% do consumo. Os feijões dos tipos roxo, rosinha, vermelho, enxofre, mulatinho e manteigão são restritos a determinadas regiões. Como exemplo, pode-se citar o roxo, para

Goiás e algumas regiões de Minas Gerais; o rosinha é mais popular na região norte do Brasil (Pará e Acre), Minas Gerais e Goiás; o vermelho, especificamente para a Zona da Mata de Minas Gerais e o jalo (manteigão), para a região de Paracatu-MG. A aceitação do tipo mulatinho limita-se à região nordeste (Borém & Carneiro, 2006; Ramalho & Abreu, 2006; Aidar; Kluthcouski & Stone, 2002; Zimmermann *et al.*, 1996).

Como os programas de melhoramento são orientados pelas tendências de mercado e os anseios da população, maior atenção foi dada ao melhoramento de feijões com grão carioca, haja vista o mercado criado, em âmbito nacional, para feijões desse tipo, resultando, assim, no lançamento de dezenas de cultivares desse grupo nos últimos anos. O melhoramento para outros grupos comerciais, como o preto e o mulatinho, é mais regionalizado, mas ainda representa uma proporção significativa. Em último plano, está o melhoramento para os demais grupos comerciais, como rosinha, roxo, manteigão, vermelho e outros que ocupam um espaço pequeno no mercado, em alguns casos, até devido à falta de opção de cultivares melhoradas nos respectivos grupos comerciais (Zimmermann *et al.*, 1996).

Trabalhos realizados por Baldoni & Santos (2005) e Baldoni; Santos & Abreu (2006), visando selecionar famílias com tipos de grão carioca ou rosinha, provenientes do cruzamento ‘ESAL 693’ x ‘Rosinha’, na região do Sul de Minas Gerais, com características agronômicas, culinárias e comerciais desejáveis, permitiram identificar famílias promissoras para proceder à seleção de linhagens com grão tipo rosinha.

A Embrapa Arroz e Feijão vem trabalhando também no melhoramento de outros grupos comerciais, resultando no lançamento de cultivares como ‘BRS-Marfim’ (grupo Mulatinho), ‘BRS-Timbó’ (Roxinho) e ‘BRS-Vereda’ (Rosinha).

Esses trabalhos demonstram, novamente, o interesse dos melhoristas em obter novas cultivares de outros grupos comerciais, além do Carioca e do Preto, que substituam com vantagem as já existentes. Dessa forma, o produtor tem maior opção na escolha da cultivar a ser plantada. Feijões desses grupos são considerados produtos diferenciados. Com isso, o produtor pode conseguir bons preços e obter maiores lucros pelo feijão comercializado, principalmente para a classe da população de maior poder aquisitivo.

Uma pesquisa interessante feita por Ferreira & Yokoyama (1999), foi realizada com consumidores de feijão de diferentes estratos de rendas nas capitais dos estados da região Centro-Oeste. Os autores constataram que, além do aspecto do grão, os caracteres mais importantes relacionados à qualidade após cozimento são o sabor, o tipo de caldo e o tempo de cozimento. Nessa avaliação, a cor não foi considerada importante após o cozimento, indicando a possibilidade de mudança no hábito de consumo, se forem ofertados outros tipos de feijões. Nessa pesquisa, também foram apresentados nove tipos de feijões: carioca, preto, creme, roxo, rosinha, jalo, branco, vermelho e jalinho. Para conhecer a preferência dos consumidores, considerou-se preço igual para todos, para que a decisão tivesse como principal parâmetro o tipo de grão. Em todos os estratos de renda, a preferência foi pelo feijão tipo carioca, seguido pelos feijões rosinha, preto, creme e jalo. Os dados mostraram que o feijão tipo carioca, realmente, é o mais preferido, mas há um interesse dos consumidores pelos tipos de grão rosinha e jalo, principalmente pelos consumidores de renda mais alta.

Os autores comentam que, durante a pesquisa, os consumidores deixaram transparecer que associam o feijão carioca a um produto de qualidade garantida, possivelmente pelo fato de, quase sempre, este tipo de feijão ser comercializado novo. Percebeu-se que as pessoas gostariam de consumir outros tipos de feijão, porém, tinham receio da qualidade culinária por não ter

parâmetros visuais que lhes permitam inferir sobre a qualidade. Desta forma, preferem optar pelo produto mais garantido que, no caso, é o tipo carioca.

Os pesquisadores concluíram que há nichos de mercado para outros tipos de feijão, como o rosinha, principalmente à medida que a renda aumenta. No entanto, é necessário que esses feijões sejam comercializados com padrão de qualidade.

Assim, a obtenção de novas cultivares com o tipo de grão diferenciado, como o rosinha, é um desafio crescente para os melhoristas. Isso porque as exigências são cada vez maiores com relação a determinadas características como alta produtividade, resistência às principais doenças, porte ereto e, principalmente, características relacionadas ao grão, como cor, tamanho e formato, que devem estar dentro de determinados padrões comerciais, além de apresentarem boas propriedades culinárias.

2.4 Tempo de cozimento

O feijão, como qualquer outro alimento, tem um conjunto de propriedades percebidas pelos consumidores que definem sua qualidade tecnológica ou culinária. As características que influenciam diretamente a aceitabilidade do feijão pelo consumidor, entre outras, são: tamanho, forma, cor e, principalmente, o tempo de cozimento dos grãos (Scholz, 2000).

Em muitos países latino-americanos, o consumo de feijão é limitado pelo longo tempo de cozimento requerido para alcançar a maciez aceitável pelos consumidores (Jacinto-Hernandez *et al.*, 2003). Períodos prolongados de cozimento causam mudanças estruturais a nível celular, provocando perdas de nutrientes, além do maior gasto de tempo e de energia.

No procedimento de registro e, muitas vezes, de proteção de uma cultivar de feijoeiro, certas exigências de mercados devem ser atendidas e, entre

elas, tão importantes quanto à produtividade e à resistência às principais doenças, está a qualidade tecnológica dos grãos, a qual envolve o tempo de cozimento (Carbonell; Chiorato & Perina, 2005). Para ser considerada boa, o ideal é que a cultivar apresente tempo médio de cozimento inferior a 30 minutos (avaliação utilizando cozedor experimental).

O consumo de feijão no Brasil vem diminuindo nos últimos anos. A maioria dos trabalhos realizados, normalmente, faz uma série de especulações sobre a mudança de hábitos alimentares da população, apontando como um dos principais fatores, a inserção da mulher no mercado de trabalho, com dupla jornada de trabalho. Isso limita o tempo destinado ao preparo das refeições, portanto, o ideal é que os feijões apresentem rápido tempo de cozimento (Silva & Santos, 2004). Desse modo, os programas de melhoramento devem lançar cultivares que, além de produtivas e resistentes às doenças, apresentem menor tempo de cozimento. Para isso, torna-se necessário que mais estudos direcionados à capacidade de cocção sejam feitos.

Sabe-se que o tempo de cocção é controlado geneticamente, porém, pode ser afetado por vários fatores ambientais. Entre eles, podem-se destacar os climáticos, as condições de cultivo, o beneficiamento pós-colheita (Dalla Corte, 2003) e, principalmente, as condições de armazenamento (Ibarra-Perez *et al.*, 1996; Carbonell; Carvalho & Pereira, 2003; Londero *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2005). Em trabalho realizado por Lemos *et al.* (2005), visando avaliar a influência da adubação nitrogenada e molibídica na produtividade e na característica tecnológica do feijão, utilizando a cultivar Pérola, verificaram que o tempo de cocção e o de máxima hidratação dos grãos aumentaram com incremento de N aplicado em cobertura e de Mo via foliar. Segundo esses autores, tal resultado pode ter ocorrido devido ao aumento do teor protéico nos grãos, visto que a molécula da proteína tem características hidrofílicas, necessitando de maior tempo para desnaturação protéica.

A variação do tempo de cozimento e de absorção de água dos grãos de feijão tem sido correlacionada a componentes químicos (celulose, lignina, polifenóis) e enzimáticos (polifenoloxidase e peroxidase) presentes no tegumento e nos cotilédones do grão (Sartori, 1996).

Em trabalho realizado por Borges *et al.* (2005), foram utilizadas duas cultivares de feijão tipo carioca ‘BRS Requite’ e ‘BRS Pontal’ para avaliar o efeito do armazenamento sobre escurecimento, tempo de cocção, teor de taninos e atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Os autores observaram que o armazenamento do grão influenciou significativamente nas atividades enzimáticas, especialmente da peroxidase, no teor de taninos e no tempo de cocção, sendo mais evidente na cultivar BRS Pontal. De acordo com os autores, os processos de escurecimento e endurecimento do grão parecem ser explicados, em parte, pela correlação positiva entre os atributos: atividade da peroxidase, teor de tanino e longo tempo de cocção.

A quantidade de água absorvida pelo feijão também afeta o tempo de cocção (Costa; Ramalho & Abreu, 2001; Londero *et al.*, 2005). Na literatura, muitos trabalhos estão propondo a utilização do teste da capacidade de absorção da água pelos grãos como indicativo do tempo de cozimento, partindo do princípio de que quanto maior a absorção de água, menor é o tempo de cocção (Costa; Ramalho & Abreu, 2001; Rodrigues *et al.*, 2005). No entanto, essa metodologia tem sido questionada devido à baixa correlação encontrada (Carbonell; Carvalho & Pereira, 2003) ou, até mesmo, devido à não correlação observada (Silva & Santos, 2004; Durigan; Faleiros & Lam-Sanchez, 1978). Provavelmente, as respostas diferenciadas obtidas sejam possíveis em decorrência de diferenças genéticas entre os genótipos e quanto à permanência dos grãos em embebição, tornando-se necessário a padronização do tempo ideal de embebição (Carbonell; Chiorato & Perina, 2005; Rodrigues *et al.*, 2005).

Romano *et al.* (2005), utilizando as cultivares Guapo Brilhante (grupo Preto) e Pérola (grupo Carioca), visando definir o tempo suficiente de permanência dos grãos em hidratação para proceder à avaliação do tempo de cocção, verificaram que cinco horas de embebição são suficientes.

A cor do halo, a presença de brilho e a ocorrência dos fenômenos “hardshell” (casca dura) e “hard-to-cook” (endurecimento dos cotilédones) podem influenciar a capacidade de absorção de água, afetando, conseqüentemente, a capacidade de cocção. A presença de brilho, por si só, não é indicativo de menor capacidade de absorção de água pela semente de feijão, segundo Paula; Ramalho & Abreu (2004) citando Brick; Gul & Schwartz. (2000). A presença ou a ausência de halo amarelo em uma linhagem é controlada por muitos genes, sendo o gene J um deles. Quando o alelo dominante está sendo expresso, o tempo de cozimento é prejudicado, pois ele tem efeito pleiotrópico na cor e na capacidade de absorção de água. Contudo, existem outros genes envolvidos na cor do halo que não afetam a qualidade dos grãos, o que indica que, nem sempre, a presença do halo amarelo é indicativo de que aquela linhagem e/ou cultivar seja ruim quanto ao cozimento (Souza, 2004).

A ocorrência do fenômeno da casca dura (“hardshell”) resulta na impermeabilidade do tegumento da semente à água, impedindo que as sementes absorvam água de maneira normal, demandando, conseqüentemente, maior tempo para cozinhar. Essa característica é controlada geneticamente e tem poucos genes envolvidos, porém, sofre influência do ambiente. Condições de baixa umidade relativa do ambiente de armazenamento e alto teor de água nos grãos favorecem sua ocorrência, sendo, entretanto, um processo reversível. O endurecimento dos cotilédones (“hard-to-cook”) é um fenômeno irreversível, resultando na dificuldade de hidratação e de cozimento do grão. É favorecido por alta temperatura e alta umidade relativa durante o armazenamento (Scholz *et al.*, 2000; Esteves, 2000; Rolston, 1978).

Como já mencionado, o tempo de cocção é controlado geneticamente sendo afetado por vários fatores ambientais. No entanto, ampla variabilidade genética para esse caráter tem sido relatada (Costa; Ramalho & Abreu, 2001; Ribeiro *et al.*, 2003b; Silva & Santos, 2005). A existência dessa ampla variação possibilita ganhos acentuados com a seleção, mesmo nas primeiras gerações segregantes (Ramalho; Santos & Zimmermann, 1993).

Em relação ao controle genético da capacidade de cozimento, as informações disponíveis são limitadas. Altas estimativas de herdabilidade foram obtidas para este caráter, cuja magnitude varia de $h^2 = 0,6$, obtida por Carmen *et al.* (1999), até valores de $h^2 = 0,9$ (Elia; Hosfield & Uebersax, 1997). Jacinto-Hernandez *et al.* (2003), avaliando três gerações (F_6 a F_8) de 104 linhagens originadas do cruzamento biparental entre linhagens contrastantes para o tempo de cozimento e seus respectivos genitores, constataram que a característica capacidade de cozimento é controlada por dois genes e ainda sugerem a ocorrência de efeito materno, como previsto por Elia; Hosfield & Uebersax (1997) e confirmado por Paula; Ramalho & Abreu (2004).

A metodologia mais usual proposta para realizar a avaliação do tempo de cozimento requer a utilização do cozedor experimental JAB-77 tipo menor (Figura 2).

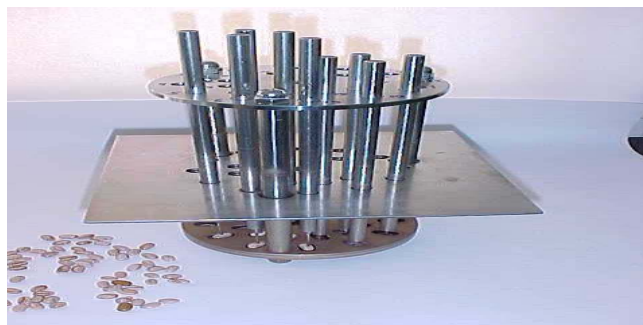


FIGURA 2. Cozedor experimental JAB-77 tipo menor

Esse aparelho possui 25 pinos, um para cada grão, cujo peso corresponde à força realizada pelas donas de casa com os dedos indicador e polegar para verificar se os grãos estão cozidos (Ramalho; Abreu & Carneiro, 2004; Rodriguez *et al.*, 2005).

Com o advento dos marcadores de DNA, Silva & Santos (2005) propõem o emprego desses marcadores, permitindo uma avaliação rápida e eficiente de genótipos quanto ao tempo de cocção. Segundo eles, a metodologia que utiliza cozedor experimental, embora eficiente, é muito demorada, o que inviabiliza sua utilização nas rotinas dos programas de melhoramento.

Segundo Jacinto-Hernandez *et al.* (2003), métodos de seleção indireta podem aumentar a eficiência da seleção para esse caráter. Dessa forma, esses autores, visando identificar marcadores de RAPD associados a esse caráter, identificaram um marcador associado ao menor tempo de cozimento. No entanto, a relação encontrada entre a marca e o tempo de cocção foi baixa ($R^2 = 0,21$). Embora a associação entre o marcador e o caráter tenha sido baixa, esse trabalho comprova que há possibilidade de encontrar marcadores associados ao tempo de cozimento, permitindo, assim, empregá-los futuramente em seleções assistidas por marcadores para genótipos com menor tempo de cocção, facilitando a avaliação deste caráter.

2.5 Produtividade de grãos

Na cultura do feijoeiro, desde o início da década de 1990, há uma tendência da redução da área cultivada no Brasil, que não tem refletido na redução da produção. Isso pode ser explicado pela maior produtividade da cultura. A produtividade média brasileira de feijão, que em 1990 era de 510 kg/ha, passou a 753 kg/ha, em 2002, ou seja, um aumento de 48% (Chagas *et al.*, 2004).

O aumento do rendimento de grãos do feijoeiro, ao longo dos últimos anos, pode ser explicado pela melhoria do manejo da cultura, uso de alta tecnologia, sobretudo no cultivo irrigado e, principalmente, pelo melhoramento genético, que tem resultado no desenvolvimento de cultivares cada vez mais produtivas. Segundo Zimmermann *et al.* (1996), a utilização de cultivares melhoradas é a única forma que não implica em ônus adicional para o agricultor ou em necessidade de abertura de novas áreas.

Relatando a contribuição do melhoramento genético de plantas no Brasil, Vencovsky & Ramalho (2006) estimaram um ganho de 2,74%, equivalente ao aumento de 9,89 kg/ha/ano, para a produtividade de grãos do feijoeiro, considerando o período de 1974 a 2004. Nessa estimativa, foram consideradas as espécies de *Phaseolus vulgaris* (feijão comum) e *Vigna unguiculata* (feijão caupi). Estimando também o progresso genético na cultura do feijoeiro, Abreu *et al.* (1994) encontraram ganhos superiores (17,46 kg/ha/ano) aos estimados por Vencovsky & Ramalho (2006).

Vários trabalhos relativos ao controle genético da produtividade de grãos informam que se trata de um caráter quantitativo, muito influenciado pelo efeito ambiental, refletindo em baixas estimativas de herdabilidade. Dessa maneira, a seleção só será eficiente se a avaliação dos genótipos for realizada em vários ambientes, em experimentos com repetições, utilizando um delineamento adequado (Ramalho; Santos & Zimmermann, 1993).

Santos; Vencovsky & Ramalho (1985) demonstraram que o controle genético da produção de grãos e seus componentes primários sofrem ação gênica predominantemente aditiva em relação à dominância. Sugeriram que se deve considerar o desempenho médio das cultivares utilizadas nos cruzamentos e das populações segregantes que vão ser utilizadas nos programas de melhoramento para realizar a seleção.

Visando estimar a herdabilidade da produção de grãos e seus componentes primários, bem como os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental entre os mesmos em duas épocas de cultivo, Coelho *et al.* (2002) verificaram que as estimativas de herdabilidade de todos os caracteres avaliados foram baixas, sendo a maior estimativa para o número de vagens por planta. Observaram também que o número de vagens por planta foi o componente primário que apresentou as maiores correlações com a produção em ambas as estações, sendo estas positivas. Conseqüentemente, maiores ganhos para a produção de grãos serão obtidos com a seleção de plantas que apresentem maiores números de vagens.

Em decorrência da produtividade de grãos ser um caráter controlado por inúmeros genes e sofrer intensa influência ambiental, tem sido comumente relatado na literatura a ocorrência de interação genótipos por ambientes (Ramalho; Abreu & Santos, 1998; Ribeiro *et al.*, 2003a). Em decorrência dessa interação genótipos por ambientes, é que o melhoramento genético busca desenvolver cultivares que apenas não apresentem alto potencial de rendimento de grãos, mas que as mesmas também possuam uma estabilidade do desempenho produtivo sobre uma grande quantidade de condições de ambiente. Com o objetivo de minimizar os efeitos da interação de genótipos por ambientes, as linhagens desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético do feijoeiro devem ser avaliadas em mais de um local e em diferentes safras agrícolas.

2.6 Doenças do feijoeiro

As doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro são os fatores mais importantes responsáveis pela baixa produtividade no Brasil e, entre as principais, podem-se citar a antracnose e a mancha angular.

2.6.1 Antracnose

O agente causal da antracnose do feijoeiro apresenta duas fases reprodutivas, uma assexuada ou imperfeita e outra sexuada ou perfeita. Na sua forma sexuada, é conhecido como *Glomerella cingulata* f. sp. *Phaseoli*, sendo encontrada somente sob condições de laboratório. No entanto, na sua forma assexuada, recebe o nome de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scribner, pertencendo à classe Deuteromicetos e à ordem Melanconiales, sendo a forma até hoje encontrada na natureza e, conseqüentemente, a de maior importância econômica (Roca, 1997). As perdas ocasionadas por essa doença podem ser da ordem de 100%, quando são utilizadas sementes infectadas e as condições ambientais são favoráveis (Chaves, 1980).

A antracnose do feijoeiro ocorre em todo o mundo, afetando as cultivares suscetíveis semeadas em localidades com temperaturas de moderadas a frias (entre 13°C e 27°C, com um ótimo de 17°C) e alta umidade relativa. No Brasil tem ocorrido nos principais estados produtores, tais como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco (Sartorato; Rava & Rios, 1996).

Os sintomas da antracnose podem ser observados em qualquer órgão da parte aérea da planta, dependendo da fonte de inóculo e da intensidade da doença. Lesões marrom-escuras ou negras surgem nos cotilédones, em decorrência da transmissão da doença pelas sementes. As lesões no caule e no pecíolo são, normalmente, em formato elíptico, deprimidas e escuras. Nas folhas, os sintomas mais característicos surgem na face inferior, como escurecimento ao longo das nervuras. Às vezes, canchros ou necroses das áreas adjacentes às nervuras são também observados. Nas vagens, as lesões são circulares, inicialmente de coloração marrom-clara, evoluindo, posteriormente, para deprimidas e escuras, com o centro mais claro. Em condições favoráveis,

surge, no centro das lesões, uma coloração rósea, ocasionada pela produção de uma massa de esporos do fungo. Sementes infectadas apresentam lesões escuras e deprimidas, de tamanho variável (Paula Júnior & Zambolim, 2006).

A disseminação do patógeno, a curtas distâncias, ocorre por meio de respingos da água de chuvas ou irrigação, ventos, insetos, homem e trânsito de implementos. A semente infectada é responsável pela disseminação a longas distâncias, sendo considerada a maior fonte de inóculo, uma vez que o patógeno sobrevive de uma estação à outra ou de um cultivo a outro, como micélio dormente dentro do tegumento da semente. O patógeno pode sobreviver também em restos culturais (Sartorato; Rava & Rios, 1996; Davide, 2006 citando Zaumeyer & Thomas, 1957).

Várias estratégias de manejo têm sido adotadas para o controle da antracnose do feijoeiro como o uso de práticas culturais, de produtos químicos e resistência varietal, visando reduzir as perdas causadas pelo patógeno. Salienta-se, entretanto, a importância das medidas de controle de doenças serem implementadas de forma simultânea e integrada (Paula Júnior & Zambolim, 2006). No manejo integrado, visando o controle da antracnose no feijoeiro, a resistência genética é um importante componente, por ser uma estratégia de baixo custo e, conseqüentemente, fácil de ser adotada pelos agricultores, além de ser um método de controle ambientalmente correto, por reduzir o uso de fungicidas, resultando em menor poluição da água e do solo.

O melhoramento do feijoeiro para resistência à antracnose nos trópicos foi, e continua sendo dificultado devido à grande variabilidade patogênica, expressada pelas diferentes raças fisiológicas encontradas, sendo fatores complicadores no desenvolvimento de novas cultivares resistentes (Rava; Purchio & Sartorato, 1994; Sartorato, 2002).

Para universalizar a nomenclatura de raças de *C. lindemuthianum* e também simplificar e facilitar a identificação dessas, o CIAT aprovou, no final

da década de 1980, um procedimento de denominação de raças proposto por Habgood (1970). Esse método consiste na utilização de um conjunto de 12 cultivares diferenciadoras em ordem pré-estabelecida de 1 a 12 (Tabela 1).

TABELA 1. Conjunto de cultivares diferenciadoras de feijoeiro para a caracterização de raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*, com seus respectivos alelos de resistência.

Cultivares diferenciadoras	Reação ¹	Série binomial	Valor numérico (2^{d-1})	Alelos de Resistência
1. Michelite	1	2^0	1	<i>Co-11</i>
2. MDRK ²	0	2^1	2	<i>Co-1</i>
3. Perry Marrow	0	2^2	4	-
4. Cornell 49242	0	2^3	8	<i>Co-2</i>
5. Widusa	0	2^4	16	<i>Co-1⁴, Co-1⁵</i>
6. Kaboon	0	2^5	32	<i>Co-1²</i>
7. México 222	1	2^6	64	<i>Co-3</i>
8. PI 207262	0	2^7	128	<i>Co-9, Co-4³</i>
9. TO	0	2^8	256	<i>Co-4</i>
10. TU	0	2^9	512	<i>Co-5</i>
11. AB 136	0	2^{10}	1024	<i>Co-6, co-8</i>
12. G2333	0	2^{11}	2048	<i>Co-4², Co-5, Co-7</i>

¹ 0: reação de resistência da diferenciadora/1: reação de suscetibilidade da diferenciadora.

² MDRK = Michigan Dark Red Kidney

A obtenção do nome de uma nova raça se faz pelo somatório dos valores numéricos de cada cultivar diferenciadora que é suscetível a essa raça, estimado pela expressão $\sum 2^{d-1}$, em que “d” é o número de ordem da diferenciadora. Com base na “reação” das diferenciadoras à raça inoculada, no exemplo da Tabela 1, a raça identificada foi a 65 ($2^0 + 2^6$), a qual venceu a resistência de duas diferenciadoras e possui apenas dois alelos de virulência, um que vence o *Co-11*, da Michelite e o outro que vence o *Co-3*, da México 222.

No Brasil, de 1994 a 2002, por meio desse procedimento de identificação, foram classificadas 50 raças diferentes (Rava; Purchio & Sartorato, 1994; Andrade; Costa & Rava, 1999; Thomazella *et al.*, 2000; Sartorato, 2002). Entre essas raças, a 65, 73, 81 e 89 são as mais frequentes em Minas Gerais (Paula Júnior & Zambolim, 2006; Silva, 2004).

Apesar da ampla variabilidade do patógeno, a resistência genética é um dos mecanismos de controle mais eficientes, 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; Purchio & Sartorato, 1994; Pereira; Santos & Abreu, 2004).

A literatura relata que um dos problemas para uso da resistência conferida por apenas um gene, que expressa resistência completa (resistência vertical) contra esse patógeno, é a existência de um grande número de raças, que reduz a vida útil de uma cultivar.

Existem casos nos quais um único gene controla a resistência a um amplo espectro de patogenicidade, fornecendo efetiva proteção durante muitos anos. Em feijoeiro, especificamente para resistência à antracnose, diversas fontes de resistência monogênicas efetivas contra um amplo espectro de raças do patógeno têm sido identificadas e apresentam grande valor potencial, por fornecerem proteção durável até o surgimento de uma nova raça. Por exemplo,

os alelos de resistência *Co-1*, *Co-4*, *Co-4²*, *Co-4³* e *Co-5* são muito importantes, pois cada um confere resistência às quatro raças mais encontradas no estado de Minas Gerais, sendo elas 65, 73, 81 e 89 (Marcondes, 2007).

Maior durabilidade da resistência de uma cultivar, conferida por um alelo de resistência vertical, pode ser explicada pela idéia de adaptação das raças em função do número de alelos desnecessários para virulência, proposto por Vanderplank (1968) e verificado por Vera Cruz *et al.* (2000), em que as raças mais adaptadas são aquelas sem alelos desnecessários para virulência e, conseqüentemente, estão em maior freqüência na natureza. De acordo com esses autores, a força de um gene de resistência é diretamente proporcional à força da seleção estabilizadora contra o alelo de virulência correspondente no patógeno. Assim, um alelo forte de resistência é aquele cuja ausência na população de hospedeiro resulta na redução rápida do alelo de virulência correspondente na população de patógenos, isto é, uma seleção estabilizadora forte. Dessa forma, os alelos verticais fortes em relação aos alelos fracos são mais úteis para o melhorista. Já os alelos fracos induzem a uma seleção estabilizadora lenta ou inoperante sobre o patógeno, de modo que, se um melhorista obtiver uma cultivar com um alelo fraco para resistência a determinada raça, esta já estará presente na população de patógeno em alta freqüência e o vencerá, causando doença em grande quantidade, resultando em uma menor durabilidade do alelo de resistência vertical.

2.6.2 Mancha angular

Com a semeadura do feijoeiro durante quase todo ano no Brasil, viabilizada principalmente pela irrigação, acentuou a importância de determinadas doenças, especialmente a mancha angular, causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Braun & Crous (2006).

Essa doença encontra-se distribuída em todas as regiões do mundo onde se cultiva esta leguminosa, principalmente quando submetida a condições de temperaturas amenas (temperatura ótima de 24°C) em cultivos irrigados (Sartorato; Rava & Rios, 1996; Sartorato, 2005).

As perdas no rendimento são maiores quanto mais precoce for o surgimento da doença na cultura, podendo reduzir em até 70% a produção (Brenes *et al.*, 1983; Sartorato & Rava, 1992).

O fungo afeta toda parte aérea da planta: caule, ramos, vagens e, principalmente, as folhas. Nas folhas, as manchas que se originam na face superior e que estão delimitadas pelas nervuras logo evoluem até converterem-se em lesões cinza, que mais tarde se tornam castanhas, sem coloração nas bordas. A angularidade das lesões é o sintoma mais característico para o diagnóstico dessa doença. Quando as lesões atingem grande número, coalescem, causando o amarelecimento das folhas e a desfolha prematura. No caule e ramos, as lesões são alongadas e de cor castanho-escuro. Nas vagens, as lesões são circulares ou ovais, não são deprimidas, como as de antracnose e podem apresentar as bordas mais escuras. Vagens infectadas exibem sementes pouco desenvolvidas (Sartorato; Rava & Rios, 1996).

A mancha angular é disseminada pela chuva, por partículas de solo infestado, pelas sementes e, principalmente, pelas correntes de ar. Sabe-se que, embora a doença seja transmitida pelas sementes, estas apresentam baixa taxa (máximo 2,5%) de transmissão (Sartorato, 2005). Esse mesmo autor confirmou que uma epidemia de mancha angular no campo é iniciada devido aos conídios de *P. griseola* advindos de outras áreas de cultivo.

O patógeno *P. griseola* apresenta ampla variabilidade fisiológica, o que dificulta a obtenção de linhagens com resistência duradoura e em bom nível, tornando-se importante o monitoramento das raças e a obtenção de isolados

dessas raças para serem utilizados nos programas de melhoramento do feijoeiro, visando resistência a essa doença (Sartorato & Rava, 1994).

Semelhante a identificação de raças do agente causal da antracnose, o CIAT também recomendou o emprego de um conjunto de diferenciadoras e o método binário proposto por Habgood (1970) para a identificação de raças de *P. griseola*. Nesse caso, foram sugeridos dois grupos de cultivares diferenciadoras, um de origem andina e outro de origem mesoamericana, e a utilização do método binário para cada grupo. Vários trabalhos na literatura têm relatado a coevolução patógeno-hospedeiro entre *P. griseola* e *P. vulgaris*. Essa informação constitui um importante elemento para se entender a variabilidade genética patogênica, segundo Silva (2003).

Vital *et al.* (2005), visando testar a patogenicidade de isolados monospóricos de *P. griseola* para posterior classificação em raças fisiológicas e uso destas no programa de melhoramento do feijoeiro do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), verificaram a ocorrência de populações de *P. griseola* que diferem, quanto à virulência, nas regiões produtoras de feijão, do sudoeste e leste do estado de São Paulo.

A principal medida de controle dessa doença, principalmente considerando o custo e a facilidade, é o uso de cultivares resistentes. Embora muito se tenha estudado sobre a herança da resistência à mancha angular (Sartorato *et al.*, 1993; Ferreira *et al.*, 1999), ainda há dúvidas com relação ao controle genético desse caráter. Provavelmente, sua herança é quantitativa, caracterizada pelo envolvimento de alguns genes de efeitos maiores e vários outros de pequeno efeito – poligenes (Silva, 2005). O certo é que 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).

Um trabalho interessante foi realizado por Amaro (2006), usando a seleção recorrente fenotípica na obtenção de progênies resistentes a *P. griseola* e, ao mesmo tempo, verificando o efeito da seleção realizada, na produtividade de grãos. Observou-se que o progresso genético para resistência à mancha angular, após cinco ciclos de seleção, foi superior a 6,4% por ciclo, refletindo em incremento superior a 2,1% por ciclo na produtividade de grãos.

2.7 Hábito de crescimento

O hábito de crescimento é um dos caracteres morfológicos mais importantes relacionados com a arquitetura da planta do feijoeiro comum. Outros aspectos morfológicos como comprimento de entrenós, diâmetro de entrenós e grau de ramificação são também determinantes da arquitetura da planta.

O feijoeiro tem dois hábitos de crescimento básicos: determinado e indeterminado. Para classificar uma cultivar quanto a esses hábitos, é necessário apenas observar a disposição das inflorescências na planta (Debouck, 1991).

No hábito determinado, as ramificações e o caule principal terminam numa inflorescência. O início da fase reprodutiva é marcado pelo término da fase vegetativa, uma vez que as gemas do caule e das ramificações diferenciam-se quase simultaneamente em inflorescências, cessando o crescimento. Assim, a floração tem um período curto e a maturação é uniforme. O florescimento ocorre do ápice para base da planta. No caso de hábito indeterminado, após o florescimento, a planta continua crescendo, até que as condições não sejam mais favoráveis. A abertura de flores ocorre da base para o ápice. O período de floração é maior e a maturação dos frutos não é uniforme (Teixeira, 1997).

O controle genético do hábito de crescimento é realizado por um único gene (Fin), cujo alelo dominante é responsável pelo hábito indeterminado. Esse

gene já foi mapeado e se localiza no grupo de ligação B1 (Pedrosa *et al.*, 2003).

Baseando-se, principalmente, no tipo de orientação das ramificações, Vilhordo *et al.* (1980) apresentaram, de forma resumida, a classificação do hábito de crescimento em quatro tipos: Tipo I - plantas de crescimento determinado arbustivo, com ramificação ereta e fechada; Tipo II - plantas de crescimento indeterminado, com ramificação ereta e fechada; tipo III - plantas de crescimento indeterminado, com ramificação aberta e tipo IV - crescimento indeterminado, prostrado ou trepador.

Debouck & Hidalgo (1985) apresentaram uma forma de classificação mais detalhada quanto ao tipo da planta. Segundo estes autores, o tipo I pode ser classificado em Ia e Ib, ambos de crescimento determinado e arbustivo. O tipo Ia inclui cultivares que possuem menor número de nós e internódios mais curtos. Quando tendem a acamar por possuírem maior número de internódios e por serem mais longos, se classifica como tipo Ib.

Cultivares de feijão com hábito de crescimento determinado arbustivo ou tipo I, na maioria das vezes, são plantas que apresentam porte ereto. Vale mencionar as inúmeras vantagens proporcionadas pelo uso de cultivares de porte ereto, como: maior facilidade para realização dos tratos culturais e da colheita mecânica; redução de perdas na colheita se esta coincidir com períodos prolongados de chuvas, uma vez que as vagens não ficam em contato com o solo e menor ocorrência de algumas doenças, em razão do maior arejamento entre as plantas (Ramalho; Abreu & Carneiro, 2004).

Didonet & Silva (2004) comentam que cultivares com hábito de crescimento determinado normalmente apresentam ciclo de vida curto, plantas eretas, com uniformidade de maturação e sementes com tamanho e forma uniforme, no entanto são geralmente encontradas em cultivares com baixo potencial produtivo e baixa estabilidade de rendimento de grãos, quando comparadas às cultivares de hábito de crescimento indeterminado.

Visando comparar a estabilidade de produção entre cultivares de feijão comum com hábito de crescimento determinado e indeterminado a partir de análises de regressão, Kelly; Adams & Varner (1987) verificaram que cultivares com hábito de crescimento tipo II oferecem ao melhorista melhores oportunidades de obterem maiores rendimento de grãos sem ocasionar a perda da estabilidade produtiva, ao contrário do que ocorre com cultivares com hábito de crescimento tipo I e tipo III.

2.8 Precocidade

A precocidade é um conceito relativo. Segundo Zimmermann *et al.* (1996), uma cultivar é precoce quando completa seu ciclo em menos tempo que as tradicionalmente cultivadas e o que isso significa, em número de dias, é muito específico de cada localidade.

No caso da cultura do feijoeiro no Brasil, a maioria das cultivares disponíveis apresenta ciclo de 90 dias. Entretanto, há também cultivares precoces disponíveis com ciclo de até 70 dias (Ramalho; Abreu & Carneiro, 2004). O problema desses materiais precoces, segundo esses autores, é que, normalmente, eles não apresentam tipo de grão aceitável pelo mercado consumidor, são muito suscetíveis aos patógenos e a condições ambientais adversas, que limitam seu potencial produtivo e sua adoção pelos produtores.

Ultimamente, os programas de melhoramento do feijoeiro têm se preocupado em obter linhagens precoces, com bom tipo de grão, resistentes às principais doenças e com alta produtividade. As cultivares mais precoces apresentam inúmeras vantagens, como: redução no consumo de água e de energia na irrigação e do custo de produção e maior flexibilidade na rotação de culturas.

O principal caráter utilizado para avaliar a precocidade é o tempo entre a emergência e o aparecimento das primeiras flores. Segundo Silva (2006), no controle genético do início do florescimento, embora haja algumas divergências, ao que tudo indica, estão envolvidos poucos genes maiores, com a presença de modificadores. Além disso, há relatos de que a herdabilidade do caráter tem sido relativamente alta.

Segundo Didonet & Silva (2004), o encurtamento do ciclo está diretamente associado ao menor potencial individual de rendimento de grãos. Estes mesmos autores, citando Wallace *et al.* (1993), comentam que, na prática, como a precocidade implica em pouco tempo disponível para o crescimento, essas cultivares devem ter alto índice de colheita e elevada taxa fotossintética por unidade de área, para proporcionar altos rendimentos de grãos.

Contudo, Silva (2006), visando avaliar a eficiência da seleção recorrente fenotípica para o número de dias para o florescimento em feijoeiro e constatar o efeito da resposta correlacionada à seleção em outros caracteres de importância na cultura, verificou que a seleção recorrente fenotípica foi efetiva em reduzir o número de dias para o florescimento, com progresso genético de 2,2% ao ano. Constatou-se também ser possível selecionar progênies que associem florescimento precoce à alta produtividade, resistência à mancha angular e com tipo de grão aceitável pelo consumidor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de condução dos experimentos

Os trabalhos foram conduzidos em dois municípios na região Sul de Minas Gerais, Lavras e Lambari. Em Lavras, foi na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a 918m de altitude, nas coordenadas 21°14' S de latitude e 45°00' W de longitude. Em Lambari, os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), a cerca de 850 m de altitude, nas coordenadas 21°31' S de latitude e 45°22' W de longitude.

3.2 Material genético avaliado

Foram utilizadas 143 linhagens F_{8,9}, provenientes da seleção de plantas dentro de cinco famílias F_{2,7} e F_{4,7}, que apresentavam boa produtividade e tipo de grão e, principalmente, boa capacidade de cocção. Dessas cinco famílias, quatro apresentavam grão tipo rosinha e uma, grão tipo carioca. Essas famílias foram obtidas por Baldoni & Santos (2005) a partir do cruzamento envolvendo os genitores 'Rosinha Maria da Fé' e 'ESAL 693'. A cultivar Rosinha Maria da Fé possui tipo de grão rosinha, hábito de crescimento tipo I, é suscetível às principais doenças, apresenta baixa produtividade e necessita de menor tempo de cocção. A linhagem ESAL 693 tem grão tipo carioca, hábito de crescimento tipo I, resistência à antracnose (possui o alelo *Co-5* de resistência ao *C. lindemuthianum*), à mancha angular e oídio, alto potencial produtivo e necessita de maior tempo de cocção.

3.3 Avaliação das linhagens em campo

As linhagens foram avaliadas e selecionadas considerando-se cinco experimentos. O primeiro foi conduzido na safra das águas 2005/2006, em Lavras, MG, no qual foram avaliadas 143 linhagens e o genitor ESAL 693 como testemunha. Algumas das linhagens avaliadas apresentavam grão tipo rosinha e outras, grão tipo carioca. Nesse experimento, foi utilizado o delineamento látice simples 12x12, com parcelas de uma linha de 1m. As linhagens foram avaliadas pela sua produtividade e tipo de grão. No entanto, a seleção foi realizada considerando apenas o tipo de grão.

Outros dois experimentos foram conduzidos em Lavras e Lambari, MG, na safra da seca/2006. Foram avaliadas, em ambos os experimentos, 99 linhagens selecionadas na safra das águas 2005/2006 em Lavras, e a cultivar Rosinha Maria da Fé como testemunha. O delineamento utilizado foi um látice triplo 10x10, com parcelas de uma linha de 2m. Os caracteres avaliados foram produtividade e tipo grão e reação à mancha angular. Nessa mesma safra, separadamente, as 99 linhagens e a testemunha Rosinha Maria da Fé também foram inoculadas com a raça 65 de *C. lindemuthianum*, para avaliação da reação ao patógeno e posterior identificação das resistentes, ou seja, portadoras do alelo *Co-5*. As linhagens mais promissoras foram selecionadas com base na produtividade e, principalmente, no tipo de grão e na reação à mancha angular e à antracnose.

Finalmente, os dois últimos experimentos foram realizados na safra de inverno/2006, em Lavras e Lambari, com 24 linhagens selecionadas na safra da seca/2006, juntamente com a cultivar Rosinha Maria da Fé. O delineamento utilizado foi um látice triplo 5x5 com parcelas de duas linhas de 3m. Foram avaliadas as características tipo de grão, tempo de cozimento e produtividade de grãos.

Todos os experimentos foram conduzidos nos sistema de plantio direto e tiveram densidade de semeadura de 15 sementes por metro e o espaçamento entre linhas foi de 0,5m. A irrigação por aspersão foi utilizada quando necessária. Quanto ao manejo da adubação, todos os experimentos receberam, na semeadura, 300 kg/ha do formulado 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O), mais 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, aproximadamente 20 dias após a emergência.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Tipo de grão

Esse caráter foi avaliado, por dois avaliadores, apenas nos experimentos conduzidos em Lavras. As avaliações foram realizadas, adotando-se uma escala descritiva de notas (Tabela 2), semelhante à proposta por Marques Júnior (1997), sendo 1 (tipo de grão mais aceito pelo mercado) e 5 (grão fora do padrão).

TABELA 2. Escala descritiva de notas utilizada para avaliação do tipo de grão, adaptada de Marques Júnior (1997).

Nota	Descrição
1	Grão com fundo de coloração creme-clara, halo rosa intenso, não achatado, tamanho médio (peso de 100 sementes aproximadamente 25g)
2	Grão que difere do tipo 1 em apenas um dos aspectos
3	Grão que difere do tipo 1 em dois dos aspectos
4	Grão que difere do tipo 1 em três dos aspectos
5	Grão que difere do tipo 1 em todos os aspectos, portanto, fora do padrão

3.4.2 Produtividade de grãos

A produção de grãos foi mensurada em g/parcela e, posteriormente, foi realizada a transformação para kg/ha, para fins de padronização dos dados. Isso foi necessário, uma vez que os experimentos conduzidos em cada safra apresentavam parcelas com tamanhos diferentes.

3.4.3 Reação à antracnose

A avaliação da reação à antracnose foi realizada na safra da seca/2006, utilizando-se 99 linhagens previamente selecionadas apenas para tipo de grão na safra das águas 2005/2006, mais a testemunha Rosinha Maria da Fé. Essas linhagens podiam portar ou não o alelo *Co-5*, proveniente da linhagem genitora ESAL 693, que confere resistência a várias raças de *C. lindemuthianum*, inclusive a raça 65.

Dessa forma, a identificação das linhagens portadoras do alelo de resistência *Co-5* foi realizada por meio da inoculação com a raça 65 de *C. lindemuthianum* em procedimento semelhante ao usado por Silva (2005). O preparo do inóculo e as inoculações com o agente causal da antracnose foram realizados no Laboratório de Resistência a Doenças do Departamento de Biologia da UFLA, em Lavras, MG.

3.4.4 Reação à mancha angular

Essa reação só foi avaliada nos experimentos da seca/2006, quando as condições climáticas favorecem a ocorrência da doença, tornando-se maior a incidência natural do patógeno. As avaliações da severidade da mancha angular foram realizadas por dois avaliadores, utilizando-se um diagrama de notas

variando de 1 (ausência de sintomas visíveis) a 9 (susceptibilidade máxima) (Sartorato, 2001).

3.4.5 Tempo de cozimento

Inicialmente, cada parcela, representada por 25 grãos de cada linhagem, foi colocada individualmente para embeber em recipientes contendo 100 ml de água destilada, por 12 horas, antes de iniciar o teste de cozimento (Figura 3A). O teste foi realizado no cozedor experimental JAB-77 tipo menor. O cozedor experimental possui 25 pinos e esses foram colocados sobre os grãos individualmente em uma cavidade do aparelho (Figura 3B e 3C). Cada pino exerce uma pressão sobre o grão, simulando dessa forma, a pressão exercida pela dona de casa com os dedos para verificar se o cozimento ocorreu ou não. Colocou-se o cozedor, já preparado com os grãos, em uma recipiente de alumínio contendo 1.000 ml de água em ebulição, mantida em aquecimento sobre uma chapa aquecedora com temperatura constante em toda superfície de 300°C (Figura 3F).

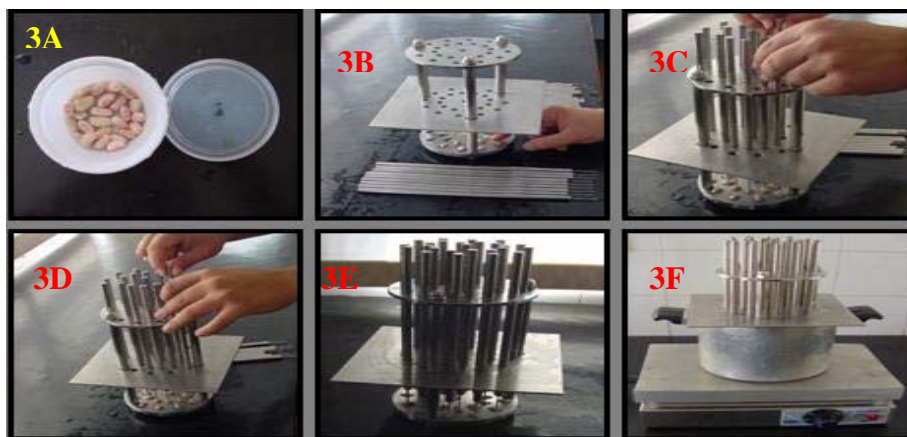


FIGURA 3. Etapas da avaliação do tempo de cozimento utilizando o cozedor experimental JAB-77 tipo menor.

À medida que ocorria o cozimento, os pinos perfuravam os grãos. Nesse momento, foi anotado o tempo gasto para que o pino perfurasse o grão, tempo esse decorrido do instante em que o aparelho foi colocado na água em ebulição, até a queda do pino. A avaliação de cada linhagem encerrava-se com a queda do 13º pino (Romano *et al.*, 2005). Assim, o tempo de cocção de cada linhagem foi determinado pelo tempo médio de cozimento dos 13 grãos.

A avaliação do tempo de cocção, em minutos, foi feita utilizando-se duas repetições, totalizando 50 grãos (25 grãos/parcela). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado.

3.5 Análise dos dados

As características avaliadas nos experimentos de campo, exceto tempo de cozimento, foram submetidas à análise individual de variância, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + r_j + t_i + b_{k(j)} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : observação referente ao tratamento i , no bloco k , dentro da repetição j ;

m : efeito fixo da média geral do ensaio;

r_j : efeito aleatório da repetição j , sendo $j = 1, 2, \dots, J$;

t_i : efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, \dots, I$;

$b_{k(j)}$: efeito aleatório do bloco k , dentro da repetição j , sendo $k = 1, 2, \dots, K$;

e_{ijk} : efeito aleatório do erro experimental, da parcela que recebeu o tratamento i , no bloco k , dentro da repetição j , assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos, com média zero e variância σ^2 .

Uma informação importante a respeito da fonte de variação tratamento é que seu efeito foi considerado como aleatório nos experimentos das águas de

2005/06 e da seca de 2006. No entanto, no experimento de inverno/2006, esse efeito foi considerado fixo.

A característica tempo de cozimento, em minutos, só foi avaliada na safra do inverno/2006, sendo utilizadas 24 linhagens mais a testemunha ‘Rosinha Maria da Fé’. Os dados obtidos foram submetidos à análise individual de variância, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : tempo de cozimento do tratamento i na repetição j ;

m : efeito fixo da média geral;

t_i : efeito fixo do tratamento i sendo $i = 1, 2, 3, \dots, I$;

e_{ij} : efeito aleatório do erro experimental.

Para a realização da análise conjunta por ambientes, foram consideradas as médias ajustadas dos tratamentos comuns. Foi aplicado o teste de homogeneidade de variância de Bartlett, para certificar se os quadrados médios do erro efetivo das análises individuais são semelhantes (Ramalho; Ferreira & Oliveira, 2005).

O modelo considerado para análise conjunta foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + t_i + a_j + (ta)_{ij} + e_{i(j)}$$

em que:

Y_{ij} : observação referente ao tratamento i , no ambiente j ;

m : efeito fixo da média geral do ensaio;

t_i : efeito fixo do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, \dots, I$;

a_j : efeito fixo do ambiente j , sendo $j = 1, 2, \dots, J$;

$(ta)_{ij}$: efeito fixo da interação entre o tratamento i e o ambiente j ;

$e_{i(j)}$: é o erro experimental médio.

Como o efeito de tratamento foi considerado como aleatório nas análises individuais realizadas para produtividade de grãos, tipo de grão e reação à mancha angular, avaliadas nos experimentos das águas de 2005/06 e da seca/2006, foi possível estimar a herdabilidade e seus respectivos intervalos de confiança e o ganho com a seleção.

As estimativas da herdabilidade foram obtidas por meio das expressões:

$$h^2 = (\text{QM}_{\text{tratamentos}} - \text{QM}_{\text{erro efetivo}}) / \text{QM}_{\text{tratamentos}}$$

Os estimadores para o cálculo dos limites inferior (LI) e superior (LS) de herdabilidade foram, segundo Knapp; Stroup & Ross (1985), os seguintes:

$$\text{LI} = \{1 - [(\text{QM}_{\text{tratamentos}} / \text{QM}_{\text{erro efetivo}}) F_{1-\alpha/2; \text{GL Erro}; \text{GL Tratamentos}}]^{-1}\}$$

$$\text{LS} = \{1 - [(\text{QM}_{\text{tratamentos}} / \text{QM}_{\text{erro efetivo}}) F_{\alpha/2; \text{GL Erro}; \text{GL Tratamentos}}]^{-1}\}$$

O ganho esperado com a seleção foi estimado por meio da seguinte expressão:

$$\text{GS} (\%) = ds \times h^2$$

em que:

ds: diferencial de seleção, sendo a diferença entre a média das linhagens selecionadas e a média geral do experimento;

h^2 : herdabilidade do caráter.

As análises individuais, conjuntas e as estimativas das correlações fenotípicas para os caracteres avaliados foram realizadas utilizando-se o programa computacional MSTAT (1983). As médias das 24 linhagens selecionadas, comuns nos cinco ambientes, foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a análise de variância individual para o caráter tipo de grão, nas safras das águas de 2005/2006, seca de 2006 e inverno de 2006, todas em Lavras (Tabela 3), observa-se a existência de diferenças genéticas significativas entre as linhagens em todas as safras, indicando a possibilidade de sucesso com a seleção na melhoria dessa característica.

Um fato interessante é que, apesar de ter sido realizada seleção para esse caráter em todas as safras, observou-se ainda, variabilidade genética na fase final de avaliação, que ocorreu na safra de inverno de 2006, indicando que esse caráter é quantitativo, ou seja, controlado por vários genes. A literatura relaciona, pelo menos 18 genes no controle da expressão da cor da semente (Leakey, 1988; Basset, 1996).

TABELA 3. Resumo das análises de variância individuais para tipo de grão (nota 1 – 5) nas safras das águas 2005/06, seca/06 e inverno/06, em Lavras e estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2).

Fontes de Variação	QM					
	Águas 2005/2006		Seca/2006		Inverno/2006	
	GL	Lavras	GL	Lavras	GL	Lavras
Linhagens	143	0,315**	99	0,405**	24	0,146**
Erro	121	0,105	171	0,089	36	0,035
Média		2,37		2,25		1,7
Média test.		2,56		2,49		2,24
ER (%) ¹		9,84		16,41		16,98
CV (%)		13,68		13,24		11,05
h_a^2 (%)		66,67 [52,87 ^a - 76,31 ^b]		78,02 [69,02 ^a - 84,67 ^b]		-

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{a, b} Limite inferior (LI) e superior (LS) da herdabilidade, respectivamente, a 5% de probabilidade.

¹ Eficiência relativa do látice.

Os valores do coeficiente de variação (CV), referentes à avaliação do tipo de grão realizadas nas três safras (Tabela 3), foram relativamente baixos, sendo semelhantes aos valores encontrados na literatura (Marques Júnior, 1997; Pereira, 2003; Silva, 2005). Esses baixos valores indicam que a precisão experimental, sempre almejada pelos melhoristas na condução dos experimentos, foi alcançada (Ramalho; Ferreira & Oliveira, 2005).

A eficiência do delineamento látice, em relação ao de blocos casualizados, foi constatada em todos os experimentos (Tabela 3). Isso indica que esse delineamento arranjou os tratamentos na área experimental, de modo a atenuar os problemas de heterogeneidade ambiental, contribuindo para melhorar o controle do erro experimental (Ramalho; Ferreira & Oliveira, 2005). Segundo esses mesmos autores, como o látice pode ser analisado como blocos casualizados, a estratégia mais adequada é planejar o experimento adotando-se a estrutura látice. Caso o látice não seja eficiente, a análise pode ser processada considerando como delineamento de blocos casualizados.

As estimativas de herdabilidade, com base nos dados de cada safra (Tabela 3), foram altas, indicando que o caráter sofre pouca influência ambiental, ocorrendo assim, uma situação favorável para seleção. Um detalhe importante é que as estimativas de herdabilidade estão dentro do intervalo de confiança cujos limites foram sempre positivos, indicando que os valores encontrados para herdabilidade não são nulos, com 95% de confiança (Ramalho; Ferreira & Oliveira, 2005). Pelo fato dos materiais avaliados já serem linhagens, isto é, apresentam aproximadamente 100% dos locos em homozigose, faz com que a herdabilidade estimada seja equivalente à herdabilidade no sentido restrito. Nesse caso, considera-se apenas a variância genética aditiva, aquela que é fixada pela seleção, sendo, evidentemente, na maioria dos casos, a mais importante para os melhoristas (Ramalho, Santos & Pinto, 2000).

Uma outra observação que deve ser comentada é sobre a aparente redução das médias, de uma safra para outra (Tabela 3). Isso indica a eficiência da seleção em melhorar o tipo de grão. Inclusive, esse resultado já era esperado, pois o tipo de grão foi a principal característica considerada durante a seleção das linhagens de uma safra para outra, principalmente na primeira seleção. Segundo Pereira (2003), essa redução, na média observada de um experimento para outro, é semelhante a um ganho realizado com a seleção e mostra o progresso efetivo com esse procedimento de avaliação e seleção. Além do mais, nas safras da seca e inverno, a média das linhagens tenderam a ser inferiores à da testemunha ‘Rosinha Maria da Fé’, que já apresenta um tipo de grão rosinha aceito pelo consumidor.

Algumas das linhagens avaliadas na safra das águas de 2005/2006 e da seca de 2006 apresentavam grão tipo carioca. No entanto, durante a seleção realizada na safra da seca de 2006, todas essas linhagens foram eliminadas, por serem inferiores a determinadas outras que, que coincidentemente, apresentavam grão tipo rosinha. Dessa forma, todas as linhagens avaliadas na safra de inverno de 2006 apresentavam exclusivamente grão rosinha.

Os resumos das análises de variância individual para a produção de grãos estão apresentados na Tabela 4. Em todas as safras, observaram-se diferenças significativas entre as linhagens. Verificou-se também que, embora fosse avaliado um grande número de linhagens, principalmente nas safras das águas e da seca, a eficiência do látice foi relativamente pequena, tendo, em apenas um dos ambientes, sido superior a 10%.

TABELA 4. Resumo das análises de variância individuais para produção de grãos (kg/ha) nas safras das águas 2005/2006, seca/2006 e inverno/2006, em Lavras e Lambari, e estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2).

Fonte de Variação	QM								
	Águas 2005/2006		Seca/2006			Inverno/2006			
	GL	Lavras	GL	Lavras	GL	Lambari	GL	Lavras	Lambari
Linhagens	143	1014214,0**	99	560695,2**	99	645030,8**	24	272932,5**	261271,8*
Erro	121	471109,6	198	330890,6	171	427448,1	36	120720,6	159400,2
Média		2.263,06		2.411,83		2.623,73		3.064,66	1.389
Média testemunha		3.794,37		2.466,67		3.068,33		2.772,85	1.160,32
ER (%) ¹		6,46		não eficiente		2,17		10,47	2,95
CV (%)		30,33		23,85		24,92		11,34	28,74
h_a^2 (%)		53,5 [34,3 ^a - 67,0 ^b]		41,0 [17,7 ^a - 58,5 ^b]		33,7 [6,6 ^a - 53,8 ^b]		-	-

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

^{a, b} Limite inferior (LI) e superior (LS) da herdabilidade, respectivamente, a 5% de probabilidade.

¹ Eficiência relativa do látex.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV) não foi das melhores e variou de 11,34%, na avaliação realizada em Lavras, no inverno de 2006 a 30,33%, em Lavras, nas águas de 2005/2006, apresentando um CV médio de 23,8% (Tabela 4). Abreu *et al.* (1994), baseando-se nos dados médios de 78 ensaios, conduzidos no estado de Minas Gerais, encontraram um CV médio de 24,6% para o mesmo caráter. O alto valor de CV obtido em Lavras, na safra da água 2005/06, foi devido provavelmente ao fato de ter utilizado uma parcela de menor dimensão, ou seja, uma linha de um metro, o que contribuiu para aumentar o quadrado médio do erro e inflacionar o CV.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), para a produção de grãos, foram altas quando comparadas com as estimativas normalmente relatadas para a cultura (Moreto, 2005; Parrella, 2006). Em todos os casos, a amplitude de variação entre os limites inferior e superior da h_a^2 apresentou valores positivos, revelando que as estimativas obtidas não são nulas, com 95% de confiança, indicando sucesso com a seleção das linhagens superiores para esse caráter (Tabela 4). Provavelmente, esses altos valores de herdabilidade devem-se, principalmente, à variância genética, uma vez que observou-se média precisão experimental inferida pelos valores CV.

A produtividade média de grãos das linhagens variou de um ambiente para outro, podendo-se observar, aparentemente, uma melhoria na produtividade de grãos na safra da seca em relação à safra de inverno, comparado com a média da testemunha (Tabela 4). Esse aumento deve-se, principalmente, à primeira seleção, realizada na safra da seca, considerando a produtividade de grãos. Apenas no ambiente de Lambari, na safra de inverno de 2006, é que se observa uma redução drástica na produtividade média de grãos das linhagens e da testemunha, comparado aos outros ambientes. Essa redução foi devido às adversidades ambientais que a cultura estava exposta. Nesse caso, foi uma forte chuva de granizo que caiu sobre o município de Lambari, inclusive na área

experimental, 30 dias após a emergência das sementes, provocando grandes danos na área foliar das plantas, o que resultou posteriormente em uma queda de produtividade das linhagens.

A produtividade média das linhagens, aparentemente, superou a média da testemunha 'Rosinha Maria da Fé' somente na safra de inverno, indicando que a seleção, considerando produtividade de grãos, realizada apenas na safra da seca, foi eficiente. Vale lembrar que, na safra das águas, as linhagens foram selecionadas com base somente no tipo de grão, ou seja, foram selecionadas aquelas com melhor tipo de grão. No entanto, essa seleção não inviabilizou identificar e selecionar, na safra da seca, linhagens superiores para produtividade de grãos.

A cultivar Rosinha Maria da Fé, utilizada como testemunha, tem uma boa aceitação pelos produtores de feijão do Sul de Minas, por apresentar um bom tipo de grão e, principalmente, por ter uma boa produtividade na ausência de ocorrência de doenças.

Para o caráter reação à mancha angular, apresentado na Tabela 5, foi detectada ampla variação genética entre as linhagens ($P \leq 0,01$), tanto em Lavras quanto em Lambari, na safra da seca de 2006. Esse caráter foi somente avaliado na época da seca, pois é nessa época que o fungo *P. griseola* encontra condições ambientais favoráveis para seu desenvolvimento, com temperaturas moderadas (24°C) e períodos longos de alta umidade relativa, alternados por períodos de baixa umidade e ação do vento (Sartorato & Rava, 1994).

Foram observados valores superiores de CV para reação à mancha angular quando comparados a valores obtidos por Couto (2005) e Pereira (2003), porém, Silva (2005) e Marques Júnior (1997) obtiveram valores semelhantes aos deste trabalho (Tabela 5). A testemunha utilizada foi a cultivar Rosinha Maria da Fé, que é altamente suscetível à mancha angular.

TABELA 5. Resumo das análises de variância individuais para reação à mancha angular (nota 1 – 9) na safra da seca de 2006, em Lavras e Lambari, e estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2).

Fonte de Variação	QM		
	Seca/06		
	GL	Lavras	Lambari
Linhagens	99	6,081**	5,658**
Erro	171	0,525	0,457
Média		2,09	2,56
Média testemunha		3,78	3,98
ER (%) ¹		7,16	1,70
CV (%)		34,60	26,36
h_a^2 (%)		91,37 [87,83 ^a - 93,98 ^b]	91,92 [88,61 ^a - 94,36 ^b]

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{a, b} Limite inferior (LI) e superior (LS) da herdabilidade, respectivamente, a 5% de probabilidade.

¹ Eficiência relativa do látice.

A baixa eficiência do látice observada e as baixas notas médias da testemunha nos dois experimentos, mesmo ela sendo suscetível, indicam, respectivamente, que a doença ocorreu de forma uniforme na área experimental, entretanto, não ocorreu em grande escala, e pode ter contribuído para os valores relativamente altos dos CVs encontrados. Como a parcela foi pequena e a disseminação do patógeno é feita pelo vento, a interferência entre parcelas também pode ter contribuído para os maiores valores de CV (Parlevliet & Van Ommren, 1984).

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram altas, sendo superiores às apresentadas por Marcondes (2007), Couto (2005) e Pereira (2003), sugerindo a possibilidade de sucesso com a seleção das linhagens mais resistentes, mesmo observando altos valores de CV (Tabela 5). Nota-se que os valores de herdabilidade entre os dois ambientes na safra da seca foram muito próximos, em torno de 91%, o que indica que 91% da variação fenotípica observada entre as linhagens é de natureza genética. Os valores de herdabilidade

estimados estão todos dentro do intervalo de confiança cujos limites foram altos e positivos, indicando que os valores encontrados para herdabilidade são diferentes de zero, com 95% de probabilidade.

O resumo das análises de variância conjunta para produtividade de grãos, tipo de grão e severidade de mancha angular, considerando a média ajustada das linhagens comuns aos três ambientes, Lavras na safra das águas 2005/06 e Lavras e Lambari na safra da seca 2006, estão apresentados na Tabela 6.

Diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre as linhagens foram identificadas em todos os caracteres, indicando a existência de variabilidade genética entre as linhagens, o que torna viável a seleção para esses caracteres.

TABELA 6. Resumo das análises de variância conjunta para produtividade de grãos (Lavras águas 2005/2006, Lavras seca/2006, Lambari seca/2006), tipo de grão (Lavras águas 2005/2006, Lavras seca/2006) e reação à mancha angular (Lavras e Lambari seca/2006) e suas respectivas estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2).

Fontes de Variação	QM					
	GL	Produção (kg/ha)	GL	Tipo de grão nota (1-5)	GL	Mancha angular nota (1-9)
Ambiente (A)	2	2786312,3**	1	0,7176**	1	33,201**
Linhagens (L)	98	1120316,8**	98	0,3936**	98	11,103**
A x L	196	502801,3*	98	0,1368*	98	0,606 ^{ns}
Erro médio	490	399212,7	292	0,0956	342	0,491
Média		2.508,5		2,22		2,313
CV (%)		25,2		13,9		30,3
h_a^2 (%)		55,1 [37,3 ^a -68,5 ^b]		65,0 [48,2 ^a -76,7 ^b]		94,5 [91,9 ^a -96,3 ^b]

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

^{a, b} Limite inferior (LI) e superior (LS) da herdabilidade, respectivamente, a 5% de probabilidade.

O baixo valor do coeficiente de variação (CV) encontrado para tipo de grão merece destaque, sendo ligeiramente inferior aos relatados na cultura do feijoeiro (Pereira, 2003; Couto, 2005). Esse valor de baixa magnitude indica a alta precisão com que esses experimentos foram conduzidos, o que reflete em maior chance de ganho com a seleção. O CV para mancha angular foi superior, devido, provavelmente, à baixa incidência do patógeno no campo.

Interação significativa de linhagens x ambientes foi observada para produção de grãos ($P \leq 0,05$), indicando que as linhagens não mantiveram um comportamento coincidente nos diferentes ambientes em que foram avaliadas (Tabela 6). No caso de produção, a interação é comumente observada (Couto; Santos & Abreu, 2005; Silva, 2005) Um fato interessante, é que para tipo de grão, houve interação das linhagens com os ambientes ($P \leq 0,05$). O mesmo não foi observado para o caráter reação à mancha angular, indicando que as mesmas raças do patógeno devem ter ocorrido no campo, em ambos os experimentos, tornando a seleção mais fácil.

Nesse caso, a interação para tipo de grão era inesperada, porque é um caráter de alta herdabilidade que, geralmente, é pouco afetado pelo ambiente. Uma das possíveis explicações para esse fato seria que, como o uso da escala descritiva de notas depende da interpretação dos avaliadores, os critérios certamente não foram muito consistentes, especialmente por se tratar do tipo de grão rosinha, que não é comumente avaliado. Outra explicação seria a de que um dos resultados era proveniente da safra das águas e pode ter contribuído para piorar o aspecto do grão, devido ao excesso de umidade (Vieira, 2004).

Os valores de herdabilidade no sentido amplo (Tabela 6) estimados foram altos para todos os caracteres, além de apresentarem limites dos intervalos de confiança positivos, indicando que esses valores diferem de zero. Esses resultados confirmam a ocorrência de uma ampla variabilidade genética entre as linhagens, para todos os caracteres e um provável sucesso com a seleção de

linhagens superiores.

Em relação às inoculações feitas sobre as 99 linhagens, com a raça 65 do agente causal da antracnose (*C. lindemuthianum*), 87% das linhagens foram resistentes. Esse resultado indica que, possivelmente, o alelo de resistência *Co-5* presente no genitor ESAL 693 foi transferido para essas linhagens.

Considerando a seleção das quatro melhores linhagens (aproximadamente 4%), com base nas médias ajustadas das análises conjuntas envolvendo as 99 linhagens (Tabela 6), para produtividade de grãos, tipo de grão e reação à mancha angular, foi estimado o ganho com a seleção (Tabela 7). Vale comentar que, a estimativa de ganhos com a seleção, permite que o melhorista infira o ganho que ele terá antes mesmo de realizar a seleção nas linhagens avaliadas (Ramalho; Santos & Zimmermann, 1993). É importante comentar que, neste trabalho, a seleção foi feita no sentido de aumentar a produtividade de grãos, melhorar o tipo de grão e, concomitantemente, aumentar o nível de resistência das linhagens à mancha angular, por meio de redução das notas. Na seleção realizada com base em um conjunto de caracteres, além dos caracteres citados anteriormente, foi também considerado a presença do alelo *Co-5*, que confere resistência a várias raças de *C. lindemuthianum*.

Quando se considerou seleção direta, ou seja, seleção feita com base em uma única característica, foram observados ganhos para todos os caracteres, com destaque para reação à mancha angular, que apresentou um ganho expressivo de 53,9%. A alta estimativa de herdabilidade foi um dos fatores responsáveis para esse ganho significativo (Tabela 7).

TABELA 7. Estimativas de ganho esperado com a seleção das quatro melhores linhagens para produção (kg/ha), tipo de grão (nota) e reação à mancha angular (nota).

Estimativa	Produção	Tipo de grão	Reação à mancha angular
GS ¹	444,9 (17,7%)	-0,32 (14,5%)	-1,25 (53,9%)
GS ²	368,3 (14,68%)	-0,22 (10,1%)	-0,92 (39,8%)

¹Ganho com a seleção de 4 em 99 linhagens (4%), seleção para cada caráter.

²Ganho com a seleção de 4 em 99 linhagens (4%), considerando como critérios para seleção: produção >3.100kg/ha; tipo de grão com nota ≤ 2,0; reação à mancha angular com nota ≤ 1,5 e presença do alelo *Co-5*.

No entanto, a seleção com base em uma característica tem se mostrado inadequada porque, na maioria das vezes, é gerado um produto final superior apenas para o caráter considerado e que, no entanto, apresenta um desempenho inferior para as demais características. Assim, para se ter uma maior chance de êxito em um programa de melhoramento, uma estratégia, segundo Cruz e Regazzi (2001), seria realizar a seleção simultânea de um conjunto de caracteres de importância econômica. Esses autores também comentam que, quando são considerados vários caracteres no processo de seleção, os ganhos para cada um são menores (Tabela 7).

O ganho estimado para a produção de grãos, considerando apenas as mais produtivas, foi de 17,7%. Quando se consideraram várias características na seleção das linhagens mais promissoras, o ganho para produção reduziu para 14,68%. Para reação à mancha angular, houve redução de 53,9% para 39,8%, quando se consideraram vários caracteres no processo de seleção, enquanto que, para tipo de grão, o ganho passou de 14,5% para 10,1%, sendo esse caráter o mais afetado com a seleção, considerando os vários caracteres. No entanto, todas as estimativas de ganhos foram superiores às observadas por Marcondes (2007), Parrella (2006) e Pereira; Santos & Abreu (2004), refletindo a ampla

variabilidade genética das linhagens, para todos os caracteres. As quatro linhagens superiores selecionadas, considerando o conjunto de caracteres, foram 61, 64, 65 e 75.

Foram estimadas as correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados porque uma das causas da redução do ganho com a seleção de um único caráter, em relação à seleção praticada considerando vários caracteres, pode ser a correlação desfavorável entre os mesmos (Tabela 8). Pode-se notar que houve correlação baixa e negativa apenas entre produção e tipo de grão, indicando que, quando se selecionam linhagens mais produtivas, indiretamente se estará selecionando linhagens com melhor tipo de grão (menores notas), sendo este tipo de correlação desejável. Além do mais, a ausência de correlação fenotípica entre os demais caracteres e os altos valores de herdabilidade encontrados para os mesmos viabiliza selecionar com êxito linhagens mais produtivas, com um melhor tipo de grão e com maior nível de resistência à mancha angular e portadoras do alelo *Co-5* de resistência à antracnose.

TABELA 8. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), tipo de grão (nota) e reação à mancha angular (nota), originadas da avaliação de 99 linhagens, em experimentos em Lavras, MG e Lambari, MG.

Caracteres	Correlação
Produção x Tipo de grão	-0,362 ^{**}
Produção x Reação à mancha angular	-0,062 ^{ns}
Tipo de grão x Reação à mancha angular	-0,117 ^{ns}

^{**}, ^{ns} Significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste t.

Como as 99 linhagens foram avaliadas apenas em três ambientes e em parcelas relativamente pequenas, optou-se por proceder a uma avaliação mais precisa das 24 linhagens mais promissoras, para assegurar a seleção das superiores. Assim, na Tabela 9, está apresentada a análise de variância conjunta para produtividade de grãos, tipo de grão e reação à mancha angular, envolvendo 24 linhagens com grãos tipo rosinha. Diferenças significativas ($P \leq 0,01$) foram observadas para todos os caracteres, indicando haver variabilidade genética suficiente entre as linhagens, permitindo, ainda, realizar com sucesso a seleção das superiores.

TABELA 9. Resumo das análises de variância conjunta para produtividade de grãos (cinco ambientes), tipo de grão (três ambientes) e reação à mancha angular (dois ambientes), originadas da avaliação das 24 linhagens com grão tipo rosinha.

Fontes de Variação	QM					
	GL	Produtividade (kg/ha)	GL	Tipo de grão nota (1-5)	GL	Mancha angular nota (1-9)
Ambiente (A)	4	30467431,7**	2	1,9069**	1	7,878**
Linhagens (L)	24	843256,4**	24	0,1696**	24	3,348**
A x L	96	330029,3 ^{ns}	48	0,1131 ^{ns}	24	0,186 ^{ns}
Erro médio	562	366011,7	328	0,0889	342	0,491
Média geral		2.564,9		1,872		1,691
Média test.		2.367,04		2,366		3,877
CV (%)		23,6		15,9		41,4

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

Em relação à interação genótipos por ambientes, nota-se que ela não foi significativa para todos os caracteres, indicando que as linhagens se comportaram de maneira coincidente nos diferentes ambientes. A ausência de interação facilita o trabalho do melhorista, pois permite que a seleção e a recomendação de cultivares sejam feitas de maneira generalizada (Ramalho; Santos & Zimmermann, 1993). A ausência de interação para tipo de grão é comumente relatada na literatura (Pereira; Santos & Abreu, 2004; Couto; Santos & Abreu, 2005). Embora esteja envolvido um grande número de genes no controle desse caráter, ele é pouco influenciado pelo ambiente. No caso da reação à mancha angular, a ausência de interação não está de acordo com o observado por Couto (2005), que verificou sua ocorrência. Essa mesma autora comenta que a presença de interação pode ser indicativo da presença de diferentes raças nos distintos ambientes em que as linhagens foram avaliadas para mancha angular.

A ausência de interação para produção de grãos não era esperada porque é um caráter controlado por um grande número de genes e o efeito ambiental sobre esse caráter é pronunciado; conseqüentemente, a interação é comumente observada (Pirola *et al.*, 2002). Uma possível explicação para esse resultado é que todas as linhagens avaliadas possuem hábito de crescimento determinado e, principalmente, são mais precoces, com o período reprodutivo menor e mais definido em comparação com as cultivares mais tardias. Assim, há maior estabilidade fenotípica em relação à arquitetura da parte aérea do feijoeiro nos diferentes ambientes. Especialmente as cultivares com hábito de crescimento III alteram mais o volume da parte aérea em função do ambiente. Portanto, as cultivares com hábito de crescimento determinado podem contribuir favoravelmente para uma produção de grãos mais estável, mesmo em experimentos conduzidos em ambientes contrastantes, como é o caso de Lavras e Lambari. É importante lembrar, contudo que se houver algum problema

ambiental, especialmente durante a fase reprodutiva, a redução em produtividade é mais acentuada em genótipos com hábito determinado.

Isso, provavelmente, foi verificado por Kelly; Adams & Varner (1987) que compararam a estabilidade entre cultivares de feijão comum com hábito de crescimento determinado e indeterminado, a partir de análises de regressão. Esses autores verificaram que cultivares com hábito de crescimento tipo II oferecem ao melhorista melhores oportunidades de obterem maiores rendimento de grãos, sem ocasionar a perda da estabilidade produtiva, ao contrário do que ocorreu com cultivares com hábito de crescimento tipo I e tipo III.

Além do hábito de crescimento determinado das linhagens avaliadas, a ausência de interação para produtividade de grãos (Tabela 9) pode ser explicada também pelo fato de todos os experimentos terem sido conduzidos no sistema de plantio direto, com a mesma densidade de plantio, manejo da adubação e irrigação.

Na presente avaliação, a produtividade média de grãos das linhagens foi superior à da testemunha, enquanto a nota média para tipo de grão e reação à mancha angular das linhagens foram inferiores, resultado esse desejável, pois quanto menor a nota, melhor o tipo de grão e maior o nível de resistência das linhagens (Tabela 9). Esses resultados mostram que, na média, as 24 linhagens avaliadas são superiores à testemunha para todos os caracteres. A testemunha utilizada foi a cultivar Rosinha Maria da Fé, que tem uma boa aceitação pelos produtores de feijão do Sul de Minas, pelo fato de apresentar um bom tipo de grão, além de produzir bem, quando as condições agronômicas são favoráveis. Entretanto, ela é altamente suscetível a todos os patógenos de importância na cultura.

As 24 linhagens mais a testemunha Rosinha Maria da Fé também foram avaliadas quanto ao tempo de cozimento, na safra de inverno de 2006, em Lavras. Verificaram-se diferenças significativas entre as linhagens ($P \leq 0,01$),

indicando haver variabilidade genética entre elas, permitindo identificar e selecionar as linhagens que apresentem menor tempo de cozimento. A precisão experimental, avaliada pelo coeficiente de variação ($CV = 11,26\%$), foi boa, estando acima dos valores observados em outros trabalhos (Silva & Santos, 2005; Paula; Ramalho & Abreu, 2004) e semelhante aos obtidos por Baldoni & Santos, (2005).

A média da testemunha ‘Rosinha Maria da Fé’, quanto ao tempo de cozimento, foi de 30,08 minutos, sendo inferior à média geral do experimento (Tabela 10). Essa cultivar caracteriza-se por apresentar boa capacidade de cocção, sendo aceita pelo consumidor. No entanto, o tempo médio de cozimento entre as linhagens variou de 25,7 a 39,7 minutos, indicando que existem linhagens melhores que a testemunha quanto ao tempo de cozimento e que essas podem ser selecionadas. No procedimento de registro e, muitas vezes, de proteção de uma cultivar de feijoeiro, certas exigências de mercados devem ser atendidas e, entre elas, estão a qualidade tecnológica dos grãos, a qual envolve o tempo de cozimento (Carbonell; Chiorato & Perina, 2005).

Pode-se observar, de forma mais detalhada, na Tabela 10, as médias das 24 linhagens mais a testemunha para os caracteres avaliados. Entre elas estão as quatro melhores selecionadas (65, 66, 68 e 71), com base na produtividade e tipo de grãos, reação à mancha angular, tempo de cozimento e presença do alelo *Co-5*, que confere resistência a várias raças de *C. lindemuthianum*, inclusive à raça 65, que é uma das mais frequentes em Minas Gerais (Paula Júnior & Zambolim, 2006; Silva, 2004).

Comparando-se o grupo formado pelas quatro linhagens selecionadas (65, 66, 68 e 71) entre as 24 linhagens e o grupo das quatro (61, 64, 65 e 75) previstas na seleção entre as 100 linhagens anteriormente mostradas, constata-se que apenas a linhagem 65 foi comum aos dois grupos, correspondendo a uma coincidência de 25%. Com exceção da linhagem 61, que foi eliminada pelo pior

tipo de grão, a 64 e 75 somente não foram selecionadas porque apresentaram maior tempo de cozimento. Como esse caráter não foi considerado na seleção anterior (das 100 linhagens), constata-se que ela foi eficiente (75%). Essa eficiência da seleção, envolvendo as 100 linhagens, só ocorreu devido à ausência de interação observada na Tabela 9. Entretanto, a eficiência da seleção para que uma linhagem venha a se tornar um cultivar aceita, aumenta à medida que um maior número de caracteres de importância econômica seja considerado, como é o caso da capacidade de cozimento.

TABELA 10. Médias da produtividade de grãos (kg/ha), das notas atribuídas ao tipo de grão (1-5), da reação à mancha angular (1-9), do tempo de cocção (minutos) e da reação à antracnose, provenientes da avaliação das 24 linhagens e a testemunha 'Rosinha. Maria da Fé'.

Genótipos	Produtividade ¹	Tipo de grão ¹	Mancha angular ¹	Cocção ¹	Antracnose ²
2	2.321,0 b	1,962 a	2,213 c	39,462 a	R
4	2.698,0 a	1,813 b	2,757 b	29,923 b	S
10	2.967,0 a	1,958 a	1,525 c	29,846 b	S
20	2.398,0 b	2,064 a	3,717 a	26,500 b	S
25	2.196,0 b	1,961 a	2,213 c	33,423 b	R
28	2.308,0 b	1,931 a	1,725 c	39,731 a	R
56	2.199,0 b	1,760 b	1,141 c	32,885 b	R
59	2.509,0 b	1,945 a	1,456 c	32,308 b	R
60	2.331,0 b	1,858 b	1,519 c	30,193 b	R
64	2.844,0 a	1,643 b	1,506 c	38,115 a	R
65	2.789,0 a	1,757 b	1,035 c	29,269 b	R
66	2.639,0 a	1,682 b	1,534 c	31,538 b	R
68	2.535,0 b	1,782 b	1,348 c	30,615 b	R
69	2.540,0 b	1,761 b	1,641 c	32,846 b	R
71	2.789,0 a	1,810 b	1,127 c	27,962 b	R
72	2.509,0 b	1,928 a	1,141 c	32,615 b	R
75	2.824,0 a	1,759 b	1,505 c	34,962 a	R
76	2.555,0 b	1,709 b	1,359 c	33,154 b	R
77	2.989,0 a	1,838 b	1,100 c	39,500 a	R
78	2.431,0 b	1,977 a	1,415 c	37,000 a	R
80	2.770,0 a	1,838 b	1,115 c	36,615 a	R
94	2.267,0 b	1,897 a	1,269 c	30,577 b	R
100	2.971,0 a	1,813 b	1,666 c	31,385 b	S
105	2.379,0 b	1,984 a	1,368 c	25,731 b	R
Rosinha	2.367,0 b	2,366 a	3,877 a	30,077 b	S
Média geral	2.564,9	1,872	1,691	32,649	-

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ R = linhagens resistentes; S= linhagens suscetíveis.

5 CONCLUSÃO

Foi possível selecionar linhagens de feijão que associaram o tipo de grão rosinha, com alto potencial produtivo, resistência à mancha angular e à antracnose (*Co-5*), além de boa cocção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, I. O. Melhoramento do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 10, p. 129-161, mar. 1960.

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; MARTINS, L. A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.105-112, jan. 1994.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: _____. **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2002. Cap. 16, p. 272-287.

AMARO, G. B. **Seleção recorrente fenotípica no feijoeiro visando a resistência a *Phaeoisariopsis griseola***. 2006. 90 p. Tese (Doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANDRADE, E. M.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A. Variabilidade patogênica de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões brasileiras. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1999. p. 242-244.

BALDONI, A.B.; SANTOS, J. B. dos. Capacidade de cozimento de grãos de famílias de feijão do cruzamento ESAL 693 x Rosinha. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 233-236, Apr./June, 2005.

BALDONI, A.B.; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. de F. B. Melhoramento do feijoeiro comum visando à obtenção de cultivares precoces com grãos tipo ‘carioca’ e ‘rosinha’. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 67-71, jan./fev., 2006.

BALDONI, A.B.; TEIXEIRA, F. F.; SANTOS, J. B. dos. Controle genético de alguns caracteres relacionados à cor da semente de feijão no cruzamento Rosinha x ESAL 693. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 1427-1431, Apr. 2002.

- BASSET, M. J. Listo of genes – *Phaseolus vulgaris* L. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 39, n. 1, p. 1-19, 1996.
- BRAUN, .U.; CROUS, P. W. Proposal to conserve the name *Pseudocercospora* against *Stigmata* and *Phaeoisariopsis*. Oxford, v. 55, p. 803, 2006.
- BRENES, B. M.; CHAVES, G. M.; ZAMBOLIM, L. Estimativas de perdas no rendimento do feijoeiro comum (*P. vulgaris* L.) causadas pela mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 599, out. 1983.
- BORÉM, A. CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 13 - 18.
- BORGES, P. de S.; LOPES, O.C.; KOAKUSU, M. N.; HEINEMAM, A.B.; PELOSO, M.J.D.; BASSINELO, P.Z.; LANNA, A.C. Efeitos do armazenamento sobre atributos associados à qualidade de feijão tipo carioca. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 700-703.
- BRICK, M. A.; GUL, G.; SCHWARTZ, H. F. Morphological features of the seed coat surface of shiny and opaque black bean seed. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.43, p. 15, mar. 2000.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.
- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; PERINA, E. F. Avaliação da qualidade tecnológica de grãos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes, no estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 677-680.
- CARMEN, J. H.; SUSANA, A. R.; JORGE, A. A. G.; HUMBERTO, H. S.; BALTAZAR, B. M.; HIRMA, B. L. Seed physical traits and inheritance of cooking time in recombinant bean inbred lines. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 42, p. 125-126, Feb. 1999.
- CHAGAS, J. M.; FERREIRA, A. C. DE B.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; CHAGAS, R. B. Produtividade e custo de produção do feijão em diferentes

níveis tecnológicos. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n.223, p. 7-12, 2004.

CHAVES, G. La anthracnosis. In: SHUARTZ, H. F.; GALVEZ, G. E. (Ed.). **Problemas de producion de frijol**: enfermidades, insectos, limitaciones edáficas y climáticos de *Phaseolus vulgaris*. Cali: CIAT, 1980. p.37-53.

COELHO, A. D. F.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; ARAÚJO, G. A. de A.; FURTADO, M. R.; AMARAL, C. L. F. Herdabilidades e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 211-216, apr./jun. 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: abr. 2007.

COSTA, G. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 1017-1021, jul./ago. 2001.

COUTO, M. A. **Seleção de linhagens de feijão tipo carioca com resistência à antracnose e à mancha angular**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COUTO, M. A.; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. F. B. Selection of carioca type common bean lines with anthracnose and angular leaf spot – resistance. **Crop breeding and applied biotechnology**, Viçosa, MG., v.5, n. 3, p. 324-331, July/Sept. 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

DALLA CORTE, A. et al. Enviroment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DAVIDE, L. M. C. **Comprovação da variabilidade patogênica dentro da raça 65 de *Colletotrichum lindemuthianum***. 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DEBOUCK, D. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. V.; VOYSEST, O. (Eds.). **Common Beans: research for crop improvement**. Cali: CAB International/CIAT, 1991. p. 55-118.

DEBOUCK, D.; HIDALGO, R. Morfología de la planta de frijol comum. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; CHOONHOVEN, A. van (Eds.). **Frijol: investigación y producción**. Cali: PNUD/CIAT, 1985. p.61-78.

DIDONET, A. D.; SILVA, S. C. DA. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p.13-19, 2004.

DURIGAN, J. F.; FALEIROS, R. R. S.; LAM-SANCHEZ, A. Determinação das características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - I: características tecnológicas. **Científica**, Jaboticabal, v. 6, n. 2, p. 215-224, 1978.

ELIA F. M.; HOSFIELD, G. L.; UEBERSAX, M. A. Genetics analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and tannin content of Andean dry beans. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n. 4, p. 512-518, July 1997.

ESTEVES, A. M. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). 2000. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

FERREIRA, C. F.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; NIETSCHKE, S.; PAULA JUNIOR, T. J.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Herança da resistência do feijoeiro à mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 391-393, set. 1999.

FERREIRA, C. M. **Comercialização de feijão no Brasil 1990-1999**. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

FERREIRA, C. M.; SANTOS, M. L. DOS; BRAGA, M. J.; DEL PELOSO, M. J. **Aspectos econômicos**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. DE; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa, 2006, 2ª ed., p. 19-40.

FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. Comportamento dos consumidores de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 717 – 719. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

HABGOOD, H. Designation of physiological races of plant pathogens. **Nature**, London, v. 277, n. 5264, p. 1268-1269, 1970.

IBARRA-PÉREZ, F. J.; CASTILLO ROSALES, A.; CUELLAR EVENOR, I. Treshing effect on cooking time in comercial beans cultivars from the semiarid highlands of México. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.39, p. 264-265, 1996.

JACINTO-HERNANDEZ, C.; AZPIROZ-RIVERO, S.; ACOSTA-GALLEGOS, HERNANDEZ-SANCHEZ, H.; BERNAL-LUGO, I. Genetic Analysis and Randon Amplified Polymorphic DNA Markers Associated with Cooking Time in Common Bean. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 1, p. 329-332, Jan./Feb. 2003.

KELLY, J. D.; ADAMS, M. W.; VARNER, G. V. Yield stability of determinate and indeterminate dry bean cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 74, n. 4, p.516-521, Ago. 1987.

KNAPP, S. J.; STROUP, W. W.; ROSS, W. M. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. **Crop Science**, Madison, v. 25, n. 1, p. 192 – 194, Jan./Feb. 1985.

LEAKEY, C. L. A. 1988. Geotypic and phenotypic markers in common bean. In: GEPTS P. (Ed.) **Genetics resources of *Phaseolus* beans**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 245-327.

LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. da; TAVARES, C. A. Produtividade e características tecnológicas de feijão, em função da adubação nitrogenada e molíbdica. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 709-712.

LONDERO, P. M. G.; RODRIGUES, J. de A.; RIBIERO, N. D.; FILHO, A. C.; POERSCH, N. L.; TRENTIN, M.; JOST, E. Efeitos de épocas de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade para o cozimento de grãos de feijão da cultivar pérola. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 424-428.

MARQUES JÚNIOR, O. G. **Eficiência de experimentos com a cultura do feijão**. 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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.

MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de. **Seleção recorrente simultânea para alguns caracteres do feijoeiro**. 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORETO, A. L. **Componentes de variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico**. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MSTAT. **Microcomputer statistical program**. Michigan: Michigan State University, 1983.

PARLEVLIET, J. E.; VAN OMMEREN, A. Interplot interference and the assessment of barley cultivars for partial resistance to leaf rust *Puccinia hordei*. **Euphytica**, v. 33, p. 685-690, 1984.

PARRELLA, N. N. L. D. **Seleção de famílias de feijão com resistência à antracnose, produtividade e tipo de grão carioca**. 2006. 50 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PASTOR-CORRALES, M. A.; ERAZO, O. A.; ESTRADA, E. L.; 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 JÚNIOR, T. J. DE; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 359 – 414.

PAULA, S.R.R.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. F. B. Effects of reciprocal crossing on the cooking time of dry bean. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 47, 233-234, Feb. 2004.

PEDROSA, A.; VALLEJOS, C. E.; BACHMAIR, A.; SCHWEIZER, D. Integration of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) linkage and chromosomal maps. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 106, n. 2, p. 205 – 212, Jan. 2003.

PEREIRA, H. S. **Seleção de linhagens de feijão tipo carioca com pirâmide de alelos de resistência à antracnose e outros fenótipos favoráveis**. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. F. B. Seleção de linhagens arbustivas de feijoeiro com grãos tipo carioca, resistência a antracnose e mancha angular e alta produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 209-215, mar. 2004.

PIROLA, L. H.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. de S.; ABREU, A. de F. B. Natural selection and family x location interaction in the common (dry) bean. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 3, p. 343-347, Sept. 2002.

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

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; CARNEIRO, J. E. S. Cultivares. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 21-32, 2004.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SANTOS, P. S. J. Interação genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 176-181, abr./jun. 1998.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. DE. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 322 p.

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

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000. 472p.

RAVA, C. A.; PURCHIO, A. F.; 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 – 173, jun. 1994.

RIBEIRO, N. D.; HOFFMANN JÚNIOR, L.; STROSCHEIN, M. R. D.; POSSEBON, S. B. Genotype x environment interaction in common bean yield and yield components. **Crop Breeding and applied biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 1, p.27-34, Jan./Mar. 2003a.

RIBEIRO, N. D.; SILVA, S. M. E.; SLUSZZ, T.; HOFFMANN JÚNIOR, L.; POSSEBON, S. B. Variabilidade genética para absorção de água em genótipos de feijoeiro dos grupos preto e de cor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro, 2003b. 1 CD-ROM.

ROCA, M.M.G. **Aspectos citológicos da variabilidade genética em *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld & Schrenck f. sp. *Phaseoli* (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sac & Man) Scriber)**. 1997. 82p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, J. de A.; RIBIERO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; FILHO, A. C.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n°1, p.209-214, jan-fev, 2005.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormency. **Botany Review**, New York, v. 44, n. 3, p. 365-396, Sept. 1978.

ROMANO, C.M.; HELBIG, E.; WALLY, A.P. do A.; DIAS, A.R.G.; ELIAS M. C. Relação entre curva de hidratação e tempo de cocção em feijões (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 713-715.

SANTOS, J.B. DOS; VENCOSKY, R; RAMALHO, M. A. P. Controle genético da produção de grãos e de seus componentes primários em feijoeiro.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 20, n. 10, p. 1203-1211, out. 1985.

SARTORATO, A. Variabilidade de *Phaeoisariopsis griseola* no feijoeiro comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2001, Goiânia, GO. **Resumos...** Goiânia, 2001. 1 CD-ROM.

SARTORATO, A. determinação da variabilidade patogênica do fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (sacc.) Scrib. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 114-116.

SARTORATO, A. Origem dos conídios de *Phaeoisariopsis griseola* para iniciar uma epidemia de mancha angular no feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 41-43.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular (*Isariopsis griseolai*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 247-251, jun. 1992.

SARTORATO, A., RAVA, C. A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa, 1994. 300 p.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: ARAÚJO, S. A.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 669-700.

SARTORATO, A.; ZIMMERMANN, M. J. O.; RAVA, C. A.; CARNEIRO, J. E. S. Inheritance of dry bean resistance to *Isariopsis griseola*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 19, n. 5, p. 30, jan./mar. 1993.

SARTORI, M. R. Armazenamento. In: ARAÚJO, S. A.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 543-558.

SCHOLZ, M. B. DOS S. Qualidade tecnológica de variedades de feijão. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Feijão: tecnologia de produção**. Londrina: IAPAR, 2000, p. 101-107. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 135).

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.

SILVA, C. C. DA; DEL PELOSO, M. J. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central-brasileira: 2005-2007. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA CENTRAL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 16., 2005., Goiânia, GO. **Anais...** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e feijão, 2006. 140 p. (Embrapa Arroz e Feijão - documentos 193).

SILVA, D.V. F., SANTOS, J. B. dos. Capacidade de cozimento dos grãos de feijão de linhagens selecionadas de CI 140[ESAL 696(ESAL696 x G2333)]. In.: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA – CICESAL, 17, 2004, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, D.V. F., SANTOS, J. B. dos. Controle genético da capacidade de cozimento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e identificação de marcadores RAPD e SSR. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 389-392.

SILVA, F. B. **Seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro tipo carioca**. 2006. 61 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.

SILVA, G. F. **Marcação do alelo de resistência do feijão comum à mancha angular por meio de microssatélites e RAPD**. 2003. 40 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, K. J. D. **Distribuição e caracterização de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* no Brasil**. 2004, 86p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, M. G. de M. **Seleção de famílias superiores de feijoeiro com resistência à antracnose e mancha angular**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, L. V. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. 2004. 52 p. Dissertação

(Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TEIXEIRA, F. F. **Controle genético do porte do feijoeiro.** 1997. 86p.
Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

THOMAZELLA, C.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; VIDA, J. B. ; VIDIGAL FILHO, P. S.; RIMOLDI, F. Identification of *Colletotrichum lindemuthianum* races in *Phaseolus vulgaris* L. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 43, p. 82-83, 2000.

VANDERPLANK, J. E. **Disease resistance in plants.** New York: Academic Press, 1968. 206 p.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. Contribuições do melhoramento genético no Brasil. In: PATERNIANI, E. (Org.). **Ciência, agricultura e sociedade.** Brasília (DF): Embrapa, 2006. p. 41-74.

VERA CRUZ, C. M.; BAI, J.; ONÃ, I.; LEUNG, H.; NELSON, R. J.; MEW, T.; LEACH, J. E. Predicting durability of a disease resistance gene base on an assessment of the fitness loss and epidemiological consequences of avirulence gene mutation. **Proceedings of the National Academy of Science**, Washington, v. 97, n. 25, p. 13500-13505, Dec. 2000.

VIEIRA, C. **O feijoeiro-comum, cultura, doença e melhoramento.** Viçosa, MG: UFV, 1967. 220 p.

VIEIRA, C. Métodos culturais. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 57-59, 2004.

VILHORDO, B. W. Caracterização botânica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencentes aos oito grupos comerciais. Porto Alegre, 1978. 227p.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VILHORDO, B. W.; MULLER, L.; EWALD, L. F.; LEÃO, M. L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 16, n.1, p. 79-98, 1980.

VITAL, W. M.; ITO, M. F.; CARBONEL, S. A. M.; CHIORATO, A. F. Patogenicidade de isolados monospóricos de *Phaeoisariopsis griseola*, agente

causal da mancha angular em feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, MG. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 212-215.

VOYSEST, O. V. **Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.):** legado de variedades de América Latina 1930 – 1999. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), 2000. 195 p.

WALLACE, D. H.; BAUDOIN, J. P.; BEAVER, J. S.; COYNE, D. P.; HALSETH, D. E.; MASAYA, P. N.; MUNGER, H. M.; MYERS, J. R.; SILBERNAGEL, M.; YOURSTONE, K.S; ZOBEL, R.W. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 86, n. 1, p. 27-40, Mar. 1993.

ZAUMEYER, W. J.; THOMAS, H. R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control.** Washington: USDA, 1957. 225 p. (USDA. Bulletin, 869).

ZIMMERMANN, M. J. de O.; CARNEIRO, J. E. S.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PEREIRA, P. A. A. Melhoramento Genético e Cultivares. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C.A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil.** Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 224-225.