

**CONTROLE GENÉTICO DA REAÇÃO DO
FEIJOEIRO AO *Phaeoisariopsis griseola* E SELEÇÃO
DE FAMÍLIAS BASEADA EM CARACTERES
AGRONÔMICOS**

FLÁVIA CAMPOS VIEIRA

2004

FLÁVIA CAMPOS VIEIRA

**CONTROLE DA REAÇÃO GENÉTICO DO FEIJOEIRO AO
Phaeoisariopsis griseola E SELEÇÃO DE FAMÍLIAS BASEADA
EM CARACTERES AGRONÔMICOS**

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

Orientador:

Prof. – Dr. João Bosco dos Santos

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

Vieira, Flávia Campos

Controle genético da reação do feijoeiro ao *Phaeoisariopsis . griseola* e seleção de famílias baseada em caracteres agronômicos / Flávia Campos Vieira. -- Lavras : UFLA, 2004.

31 p. : il.

Orientador: João Bosco dos Santos.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Feijão. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Seleção. 4. Mancha angular. 5. Produção. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.65223
-635.652944

FLÁVIA CAMPOS VIEIRA

**CONTROLE GENÉTICO DA REAÇÃO DO FELJOEIRO AO
Phaeoisariopsis griseola E SELEÇÃO DE FAMÍLIAS BASEADA
EM CARACTERES AGRONÔMICOS**

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

APROVADA em 02 de agosto de 2004.

Dra. Elaine Aparecida de Souza

DBI – UFLA

Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu

DBI – UFLA

Prof. Dr. João Bosco dos Santos

DBI – UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*“Muitas vezes as pessoas são egocêntricas, ilógicas, insensatas, perdoe-as
assim mesmo.*

*Se você é gentil, as pessoas podem acusá-lo de egoísta, interesseiro, seja gentil
assim mesmo.*

*Se você é vencedor terá falsos amigos e alguns inimigos verdadeiros, vença
assim mesmo.*

*Se você é honesto e franco às pessoas podem enganá-lo, seja honesto assim
mesmo.*

*O que você levou anos para construir, alguém pode destruir de uma hora para
outra, construa assim mesmo.*

Se você tem paz, é feliz, as pessoas podem sentir inveja, seja feliz assim mesmo.

*Dê ao mundo o melhor de você, mas isso pode nunca ser o bastante, dê o
melhor de você assim mesmo.*

*Veja você que no final das contas o acerto é entre você e Deus, nunca foi entre
você e as outras pessoas”.*

(Madre Tereza de Calcutá).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Biologia, pela oportunidade de realizar este curso e pelos ensinamentos recebidos.

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

Ao Professor João Bosco, pela orientação dedicada e segura, pela amizade e boa vontade.

Aos professores do Departamento de Biologia César Brasil, Elaine Aparecida, Lisete e Magno, pelos conhecimentos transmitidos e pela atenção.

À pesquisadora Ângela, e aos colegas do Departamento de Biologia, cujos nomes não citarei para não correr o risco de esquecer alguém.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, especialmente à Elaine, pela paciência e ao Lamartine, pela dedicação e ensinamentos no Laboratório de Genética Molecular.

Aos pesquisadores Dra. Waldelice e Dr. João Rodrigues de Paiva, pelos primeiros ensinamentos na pesquisa científica.

Aos grandes amigos que conquistei e que, com certeza, serão para toda vida, Lê, Dani, Mari, Ildon, Elizângela, Jadir, Raphael e Nádia.

Á todos que me apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 A cultura e o melhoramento do feijão	03
2.2 Cultivares de feijão	05
2.2.1 Hábito de crescimento	05
2.2.2 Tipo de grãos	07
2.2.3 Mancha angular no feijoeiro	08
2.2.4 Ciclo	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local	13
3.2 Genitores e cruzamento	13
3.3 Avaliação da população F ₂ e das famílias F _{2:3}	14
3.4 Análise dos dados	14
3.5 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Controle genético da reação à <i>P. griseola</i>	18
4.2. Avaliação e seleção de famílias F _{2:3}	20
5 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

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

Visando conhecer o controle genético da reação ao agente causal da mancha angular, foi cruzada a linhagem ESAL 693 (resistente) com a cultivar Rosinha (suscetível) e obtidas as gerações F_1 e F_2 . Objetivou-se também selecionar na população segregante ($F_{2:3}$), famílias superiores quanto ao tipo e produtividade de grãos. O trabalho foi conduzido no Departamento de Biologia da UFLA. A avaliação da reação das populações F_2 e $F_{2:3}$ à mancha angular, foi realizada a partir da incidência natural da doença em campo. As 120 famílias $F_{2:3}$ com grãos semelhantes aos das cultivares Carioca e Rosinha e o genitor ESAL 693 foram avaliados na seca de 2001. Utilizou-se o delineamento látice 11 x 11 com duas repetições e cada parcela foi composta por uma linha de um metro. Além da reação à mancha angular, avaliaram-se também a produtividade e o tipo de grãos das famílias. Constatou-se que o controle genético da reação à mancha angular foi monogênico sendo o alelo dominante responsável pela resistência. A ampla variação das famílias em relação ao tipo e produtividade de grãos e reação à mancha angular, implica na possibilidade de seleção daquelas mais promissoras, principalmente porque há evidência de independência desses caracteres.

* Orientador: João Bosco dos Santos – UFLA.

ABSTRACT

VIEIRA, F. C. **Genetic control of common bean reaction to *Phaeoisariopsis griseola* and selection of promising families based on agronomical traits.** Lavras: UFLA, 2004. 31p. (Dissertation – Master Program in Genetic and Plant Breeding)*

The genetic control of common bean reaction to the agent of angular leaf spot was studied by crossing the ESAL 693 line (resistant) and cv. Rosinha (susceptible) cultivar. Superior families were also selected in F_{2:3} population based on grain type and yield. The research was set up at the Department of Biology/UFLA – MG. The reaction of angular leaf spot was evaluated in F₂ plants and F_{2:3} families, under natural incidence of the pathogen in the field. One hundred and twenty F_{2:3} families were selected for grain type like those of Carioca and Rosinha cultivars. The families plus the ESAL 693 were evaluated in the dry reason of 2001, using a 11 x 11 lattice square design, with two replications and plots of one in long line. Besides the angular leaf spot reaction, the families were also evaluated for grain yield and type. The reaction to *P. griseola* was due to one gene, and the resistance allele from ESAL 693 is dominant. The high variability of the families implies the possibility of selecting promising lines for grain type and yield and resistant to angular leaf spot.

* Major professor: João Bosco dos Santos – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em quase todo o território nacional, constituindo-se a base da alimentação do seu povo e, assim, adquirindo a mais alta expressão econômica e social.

A possibilidade de cultivar o feijão no período outono-inverno, com o uso da irrigação, em regiões de inverno ameno, despertou interesse de grandes agricultores de algumas regiões de Minas Gerais. A expansão da cultura nesse período vem aumentando significativamente e o uso de cultivares precoces, proporciona vantagens, tais como menor custo com a irrigação.

Entretanto, nessas condições de cultivo, a incidência de algumas doenças, como a antracnose e mancha angular tem causado significativas reduções de produção no Sul de Minas Gerais. A antracnose, cujo agente causal é o *Colletotrichum lindemuthianum*, pode causar perdas de até 100% e a mancha angular, cujo agente causal é o *Phaeoisariopsis griseola*, pode causar danos em até 80% da lavoura (Sartorato e Rava, 1994).

Devido a esses problemas, uma medida de controle ideal seria a obtenção de novas cultivares com resistência às raças mais frequentes na região, principalmente por não onerar o custo de produção, além de contribuir para evitar o controle químico, o qual, além de caro, causa danos ambientais já conhecidos.

Além da resistência aos principais patógenos, outros caracteres importantes são a produtividade, o tipo de grão, a arquitetura e a precocidade, sendo o tipo de grão um dos fatores determinantes para a aceitação do produto no mercado. Além do tipo semelhante ao da cultivar Carioca, o tipo Rosinha também é aceito em algumas regiões.

No melhoramento, o conhecimento do controle genético auxilia na escolha de genitores e nos procedimentos a serem adotados na condução do

programa. Especificamente em relação à reação a patógenos auxilia na escolha das fontes de resistência, nos esquemas de cruzamento e também nos procedimentos de seleção.

Os objetivos do trabalho foram conhecer o controle genético da reação ao agente causal da mancha angular, a partir do cruzamento ESAL 693 x Rosinha e selecionar famílias resistentes e favoráveis em outros caracteres agronômicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura e o melhoramento do feijão

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em todo o território nacional e sua expressão econômica e social pode ser avaliada pela produção de grãos que, em 2003, foi de 3.309.900 toneladas, quase a totalidade para o consumo interno e uma produtividade média de 868 kg/ha (IBGE, 2004). Apresenta, atualmente, um consumo per capita da ordem de 17 kg/ano o que representa um aumento de 31,47% nos últimos quatro anos (IBGE, 2002). Entretanto, o feijoeiro comum necessita tornar-se mais produtivo e competitivo no sistema agrícola para garantir sua sustentabilidade no agronegócio brasileiro (Sartorato e Rava, 1994).

O estado de Minas Gerais é responsável por cerca de 16% da produção nacional de feijão, sendo o segundo estado maior produtor do Brasil, com uma área plantada de aproximadamente 416.689 ha (IBGE, 2002). Entretanto, a produtividade média da cultura neste estado está próximo de 930 kg/ha (IBGE, 2002).

Nos últimos 10 ou 15 anos, os trabalhos de melhoramento do feijoeiro receberam grande impulso, sobretudo nos estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul. A ênfase dada no melhoramento do feijoeiro foi para aumentar-lhe a capacidade produtiva e torná-lo resistente às várias doenças que o prejudicam.

Existem três formas de aumentar a produção de uma cultura: abertura de novas áreas, utilização de tecnologia e melhoramento genético. Novas áreas, adaptadas a condições de agricultura com cultura anual, são relativamente limitadas. O emprego de novas tecnologias geralmente implica em maior utilização de insumos com o conseqüente aumento de custo de

produção. Assim, o melhoramento resulta na alternativa mais adequada, especialmente pelo fato da cultura ser de grande importância social, no sentido de atender um grande número de agricultores mais pobres.

Dependendo da região para a qual se está desenvolvendo novas cultivares, o melhoramento genético poderá ter objetivos diferentes e os métodos de melhoramento a serem utilizados variam com a(s) característica(s) a ser(em) melhorada(s) e os genitores a serem utilizados.

A obtenção de cultivares resistentes às doenças é uma das metas em quase todos os programas brasileiros de melhoramento do feijoeiro. Dentre todas as doenças, a antracnose e a mancha angular estão entre as mais importantes.

Além das principais doenças, várias características devem ser consideradas no melhoramento, como o tipo comercial de grão, que é representado pela cor, tamanho e forma da semente; a arquitetura da planta, que visa à obtenção de plantas de porte mais ereto, com menor acamamento e a precocidade, considerada quando a cultivar completa seu ciclo em menos tempo do que as tradicionalmente cultivadas. Nas regiões onde há escassez de água para irrigação, as cultivares precoces deverão ser preferidas nos cultivos “da seca” e de “inverno”. Na “seca”, por permitir a cultivar completar seu ciclo durante o período chuvoso e no cultivo de “inverno” ou irrigado, porque apresenta, além de gastar menos água, a vantagem de facilitar o manejo de cultivos ao facilitar as rotações.

A eficiência dos trabalhos de seleção para resistência às doenças depende do local de seleção, da técnica de inoculação, da concentração do inóculo e do estágio de desenvolvimento da planta. A eficiência na seleção dependerá da intensidade da epidemia. Uma epidemia muito severa poderá tornar pouco eficiente a seleção para resistência horizontal. Ao contrário, a

seleção para resistência vertical é favorecida por uma epidemia de alta intensidade.

Dois tipos comerciais de feijão – carioca e preto – são alvos principais de programas de melhoramento. Outros tipos (roxo, jalo, rajado, mulatinho, vermelho, rosinha, branco e graúdo) atraem menos atenção, embora existam algumas regiões onde há preferências por esses tipos.

2.2 Cultivares de feijão

2.2.1 Hábito de crescimento

No feijoeiro existem dois tipos básicos de hábitos de crescimento: determinado e indeterminado. Para se classificar uma cultivar quanto a estes hábitos é necessário apenas observar a disposição das inflorescências na planta. De acordo com Andrade e Ramalho (1999), no hábito determinado, por ocasião do florescimento, as inflorescências surgem na parte terminal da haste principal e dos ramos por diferenciação dos meristemas apicais, que dessa forma, perdem sua atividade meristemática, cessando o crescimento da planta. Já no hábito de crescimento indeterminado, como as inflorescências são axilares, os meristemas apicais continuam ativos, podendo haver crescimento após o início do florescimento. Assim, para se identificar o tipo de crescimento do feijoeiro, basta observar a parte terminal da haste principal e dos ramos.

Juntamente com outras importantes informações, como o número de nós da haste principal, o comprimento dos entrenós e o grau de ramificação, pode-se reconhecer quatro tipos básicos de planta ou de hábitos de crescimento do feijoeiro, conforme descritos a seguir (Andrade e Ramalho, 1999):

- a) **Hábito de crescimento do tipo I: determinado arbustivo** – plantas de crescimento determinado e haste principal de pequena altura com 5 a 10 entrenós curtos, com poucos ramos curtos e eretos. São plantas bastante compactas e precoces, com baixo potencial de produção por planta que pode, entretanto, ser compensado, dentro de certos limites, pelo aumento da população por área. Como exemplo, as cultivares Novo Jalo, Ouro Branco, Rosinha Precoce e ESAL 693.
- b) **Hábito de crescimento do tipo II: indeterminado arbustivo** – plantas de crescimento indeterminado, hastes eretas, com 10 a 20 nós e sem aptidão trepadora, ramos em maior número que do tipo I, porém, também curtos e eretos, permitindo rápida distinção visual da haste principal. O porte ereto e a quantidade não excessiva de folhas dificultam a disseminação de doenças foliares. As cultivares Carioca-MG e Ouro são deste tipo.
- c) **Hábito de crescimento tipo III: indeterminado semiprostrado** – plantas de crescimento indeterminado com haste comprida, com 10 a 20 entrenós longos e ramos semiprostrados, principalmente após o início da frutificação. Apresenta ramos longos que podem ultrapassar o comprimento da haste principal e apresentar tendência trepadora. Podem apresentar, com frequência, vagens em contato com o solo, depreciando ou reduzindo a produção final. As plantas são mais sensíveis ao acamamento em solos muito férteis ou com o emprego de grandes populações. A grande quantidade de ramos e de folhas favorece a disseminação de fungos da parte aérea. A Carioca e Aporé são cultivares deste tipo.
- d) **Hábito de crescimento do tipo IV: indeterminado trepador** – plantas com pequeno número de ramos laterais pouco desenvolvidos, com forte tendência trepadora. Sua haste principal, com 20 a 30

entrenós longos, suporta todas as vagens. São normalmente plantas de ciclo mais longo, com grande desuniformidade na maturação. Quando tutoradas, as plantas são bastante produtivas. Embora não sejam utilizadas no Brasil para produção de grãos, existem cultivares com este hábito, recomendadas para a produção de vagem verde. A cultivar G2333 é deste tipo.

A grande maioria das cultivares mais populares no Brasil é de hábito de crescimento indeterminado dos tipos II e III, como a cultivar Carioca e outras dela derivadas. Porém, as cultivares que possuem hábito de crescimento do tipo I, por serem geralmente mais precoces, com ciclo variando de 70 a 85 dias, têm, como já mencionado, a vantagem de permitir maior economia de água em cultivos irrigados, como nos plantios das secas e de inverno, que acontecem na região Sudeste do Brasil.

2.2.2 Tipos de grãos

O tipo comercial de feijão é determinado principalmente pela cor, brilho e tamanho do grão. No Brasil, são cultivados feijões dos tipos preto, carioca, roxo, mulatinho, rosinha, vermelho e manteigão. Dentre eles, o mais consumido atualmente é o carioca. A qualidade das sementes pode ser considerada sob três aspectos: quanto à aceitação comercial, quanto às suas propriedades nutritivas ou ainda, quanto às características culinárias.

A obtenção de cultivares de alta qualidade nutricional e culinária é desejável, porém, para que uma cultivar seja aceita comercialmente é preciso que o melhorista se preocupe em desenvolver cultivares com o tipo de grão exigido pelo mercado. Portanto, dentre as características a serem observadas na semente do feijão, algumas que merecem destaque pelo melhorista são as

relacionada à sua coloração, tamanho e forma (Ramalho e Abreu, 1998; Vieira et al., 1999).

Algumas vezes a cor é uniforme, como, por exemplo, no feijão preto. Já em outros, há presença de cores secundárias, como as estrias marrons do tipo “Carioca” ou mesmo o halo amarelo ou laranja, considerado defeito em alguns tipos, como alguns tipos de carioca. Em outras cultivares, a presença do halo amarelo é favorável, como na cultivar Bico de Ouro, e o halo rosa, na cultivar Rosinha. O brilho no grão pode determinar além da maior preferência (feijões vermelhos) ou menor (nas demais cultivares) porque também se acredita estar relacionada com o maior tempo necessário para cozimento.

O tamanho do grão é definido pelo peso de 100 grãos, que auxilia caracterizar os grupos comerciais, como o grupo Manteigão, com cerca de 40-45 g/100 grãos, e as cultivares mais comuns do tipo carioca, que devem ter em torno de 22 - 25 g/100 grãos.

2.2.3 Mancha angular no feijoeiro

Entre as principais doenças que ocorrem em todo o território nacional e com grande intensidade na região Sudeste, a mancha angular, causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola*, é uma das mais importantes.

A mancha angular ocorre tanto nas folhas como nas vagens, caules e ramos, embora seja mais comum e facilmente identificada nas folhas (Sartorato e Rava, 1994). As primeiras lesões podem aparecer nas folhas primárias, apresentando conformação mais ou menos circular, de cor castanho-escura, com halos concêntricos. Nas folhas trifolioladas, o sintoma mais evidente, como o próprio nome da doença indica, é o aparecimento de lesões de formato angular, delimitadas pelas nervuras, inicialmente de coloração cinzenta, tornando-se, posteriormente, castanhas. Entretanto, dependendo da combinação raça-cultivar,

as manchas nas folhas trifolioladas podem também se apresentar arredondadas ou com halos concêntricos. Nos caules, ramos e pecíolos, as plantas podem apresentar lesões alongadas de cor castanho-escuro. Nas vagens, as lesões são, a princípio, superficiais, de coloração castanho-avermelhada, quase circulares, com os bordos escuros. O tamanho das lesões é variável e, quando numerosas, coalescem, cobrindo toda a largura da vagem. Sob condições de alta umidade, pode ser observada, na face inferior das folhas, nas vagens, nos caules e nos pecíolos, uma eflorescência de cor cinza-escuro a negra, formada pela frutificação do fungo. Estas frutificações compreendem o sinêmio, o qual é formado por um grupo de hifas eretas, os conidióforos, em cujas extremidades são formados os conídios (Sartorato e Rava, 1994).

Os principais agentes de disseminação do patógeno são o vento, a chuva, as sementes e as partículas de solo infestadas.

Dentre os fatores climáticos mais importantes envolvidos no desenvolvimento de epidemias, encontram-se as temperaturas moderadas (24°C), com períodos de alta umidade relativa suficientemente longos, alternados por períodos de baixa umidade e a ação de ventos. As condições ambientais mais favoráveis à incidência da doença ocorrem na cultura das secas.

O controle desta enfermidade pode ser alcançado por meio do plantio de sementes de boa qualidade, do uso de cultivares resistentes, de práticas culturais, tais como a eliminação de restos de cultura, época de plantio, etc. e do tratamento químico (Zaumeyer e Thomas, 1957; Pio-Ribeiro e Chaves, 1975).

Para se fazer melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes, é imprescindível conhecer o controle genético da resistência. Esta tem se revelado monogênica e dominante nos genótipos AND 277 (Carvalho et al., 1998), MAR-2 (Ferreira et al., 2000), Cornell 49-242 (Nietsche et al., 2000), México-54 (Sartorato et al., 2000) e Ouro-Negro (Corrêa et al., 2001).

Caixeta (2003), utilizando a linhagem BAT 332 como uma fonte de resistência à mancha angular, verificou que a herança é monogênica e dominante para a raça 61.41 de *P. griseola*. A autora concluiu que a existência de um único alelo controlando a resistência de BAT 332 à mancha angular facilitará grandemente a transferência dele para cultivares elite, em programas de retrocruzamentos e piramidação. Recomenda ainda que testes de alelismo sejam feitos para verificar se esse alelo de resistência dominante segrega independentemente de outros já caracterizados, para que ele possa ser incorporado em programas de melhoramento.

O controle genético da resistência da cultivar Jalo foi recentemente estudado por Bruzi et al. (2002), por meio do cruzamento da linhagem resistente ESAL 550, selecionada dentro daquela cultivar, com a suscetível Carioca MG. É importante mencionar que, embora a resistência do Jalo seja, em princípio, mais durável, por ser de origem andina, ela é também mais difícil de ser utilizada no melhoramento. Isso ocorre devido à incompatibilidade dos genótipos andinos de grãos grandes para cruzar com genótipos mesoamericanos de grãos pequenos (Gepts e Bliss, 1985). Entretanto, existem algumas combinações compatíveis, como o cruzamento com a cultivar Carioca MG, a qual funciona como ponte para transferência do alelo de resistência para outros genótipos típicos mesoamericanos (Vieira et al., 1989; Santos e Gavilanes, 1998).

Estudos relatados para a diversidade genética de *P. griseola* demonstraram grande variabilidade patogênica desse fungo (Brock, 1951; Villegas, 1959; Alvarez – Ayala & Schwartz, 1979; Buruchara, 1983; Ribeiro et al., 1993; Lacerda et al., 1994; Pastor-Corrales & Jara , 1995; Nietsche et al., 2001).

Considerando o método binário de identificação de raças de *P. griseola* sugerido por Corrales e Jara (1995), cada raça é identificada por dois números. O primeiro número é fornecido pela expressão $2^a - 1$ e o segundo número é

fornecido por 2^{m-1} , em que a é o número de cultivares diferenciadoras de origem Andina, utilizadas na identificação de raças e m é o número das diferenciadoras de origem Mesoamericana (Tabela 1). Entender essa variabilidade é importante para o desenvolvimento de cultivares resistentes (Pyndji, 1993; Nietsche et al., 2001). A diversidade de *P. griseola* tem sido inicialmente avaliada pela inoculação de variedades diferenciadoras (Buruchara, 1983; Sartorato et al., 1991; Lacerda et al., 1994; Nietsche et al., 2001). Mais recentemente, técnicas moleculares tem sido usadas para o mesmo propósito (Pastor-Corrales & Jara, 1995; Nietsche et al., 2001).

Em função da alta variabilidade patogênica a resistência monogênica ou vertical tem se mostrado muito pouco durável. Às vezes, linhagens experimentais resistentes tornam-se suscetíveis antes da recomendação como cultivares, como têm sido verificado no programa de melhoramento conduzido na UFLA. Assim, a alternativa para se obter uma resistência mais durável é por meio da seleção recorrente, como a que vem sendo praticada por Abreu et al (2002).

TABELA 1. Cultivares diferenciadoras de raças de *P. griseola* de origens andina e mesoamericana, com os respectivos valores binários (Pastor-Corrales e Jara, 1995).

Andinas	Valor binario (2^{a-1})	Mesoamericana	Valor binario (2^{m-1})
Don Timoteo	1	PAN 72	1
G 11796	2	G 2858	2
Bolón Bayo	4	Flor de Mayo	4
Montcalm	8	México 54	8
Amendoim	16	BAT 332	16
G 5686	32	Cornell 49.242	32

2.2.4 Ciclo

Em Minas Gerais, nos últimos 15 anos, graças à irrigação, foi viabilizada a chamada ‘terceira-época’ ou ‘feijão de inverno’, com semeadura de abril a julho, em adição às duas épocas tradicionais, ‘águas’ (outubro/novembro) e ‘seca’ (fevereiro/março). Além disso, a cultura passou a ser explorada também por grandes produtores e empresas rurais, atraídos pelo menor risco, boa remuneração e fácil comercialização (Andrade e Ramalho, 1999). A irrigação permitiu a desconcentração dos períodos de safra e a incorporação de novas áreas de produção em todo o território nacional. Dessa maneira reduzindo-se a sazonalidade, a instabilidade dos preços e os problemas de abastecimento (Santos e Braga, 1998).

Entretanto, a preferência é principalmente por cultivares de ciclos menores, especialmente no Sul de Minas Gerais, as baixas temperaturas no inverno obrigam o agricultor a realizar a semeadura entre meados de julho e de agosto. A necessidade de cultivares de ciclo curto é devido ao fato da colheita ocorrer no final de outubro ou início de novembro, quando geralmente iniciam-se as chuvas de verão.

Em relação ao ciclo, a variação entre as cultivares observada em Minas Gerais é de 70 a 187 dias (Vieira 1967). Entretanto, entre as cultivares mais utilizadas, como as do tipo carioca, o ciclo é em torno de 90 dias. As cultivares mais precoces oscilam entre 70 e 80 dias, dependendo da cultivar e da época do ano. Nas culturas de outono inverno no Sul de Minas Gerais, o ciclo tende a se alongar, principalmente devido ao atraso da germinação e desenvolvimento das plantas na fase jovem, em razão das baixas temperaturas.

Além do ciclo, no melhoramento visando a obtenção de cultivares, é necessário considerar, além da produtividade de grãos, o tipo de grão e a reação a alguns patógenos, como mancha-angular e antracnose.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no município de Lavras, na região Sul do estado de Minas Gerais, a 918 metros de altitude (21°14' de latitude Sul e 40°17' de longitude Oeste), com precipitação média anual de 1.529,7 mm e temperatura média de 19,14°C.

3.2 Genitores e cruzamento

As famílias avaliadas foram originadas do cruzamento entre a cultivar Rosinha e a linhagem ESAL 693, que possuem as seguintes características agrônômicas: Rosinha pertence ao grupo Rosinha, é suscetível aos agentes causais da mancha angular e antracnose, possui hábito de crescimento do tipo I, baixa produtividade, com grãos pequenos de cor creme clara e halo rosa, com boa aceitação comercial em algumas regiões brasileiras e com boa capacidade de cozimento. ESAL 693 possui sementes tipo carioca com listras levemente escuras; é resistente aos agentes causais da mancha angular, antracnose (alelo Co5) e oídio (*Erisiphe polygoni*), possui hábito de crescimento tipo I, alto potencial produtivo, embora seja pior quanto a capacidade de cozimento.

O cruzamento foi efetuado na casa de vegetação do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, segundo Ramalho et al. (1993) e foram obtidas as gerações F₁ e F₂ em casa de vegetação. As sementes F₂ foram semeadas no campo e as sementes colhidas de cada planta F₂ foram semeadas em linhas separadas, obtendo-se assim as famílias F_{2:3}.

3.3 Avaliação da população F₂ e das famílias F_{2:3}

A população F₂ foi semeada na seca de 2000 e avaliada quanto a reação à mancha angular por planta. Utilizou-se um diagrama de notas de 1 a 9, em que 1 correspondeu à planta completamente resistente e a 9 à mais suscetível, por meio de dois avaliadores (Bergamin Filho et al., 1995; Sartorato, 2001). Avaliaram-se 147 plantas F₂. Foram colhidas as sementes de cada planta F₂ que constituiu uma família F_{2:3}, tem sido eliminadas aquelas com tipos de grãos marrons de diversas tonalidades e mantidas as 120 com grãos semelhantes aos das cultivares Carioca e Rosinha.

As famílias F_{2:3} e o genitor ESAL 693 foram avaliados, na área experimental do Departamento de Biologia, na seca de 2001. Utilizou-se o delineamento látice 11x11 com duas repetições, em que cada parcela foi composta por uma linha de um metro linear com 15 sementes. A adubação foi realizada com 300 kg/ha do fertilizante 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O). Aproximadamente 20 dias após a emergência foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura à base de 20 kg de N por ha. As famílias foram avaliadas quanto a severidade da mancha angular sendo identificadas aquelas com 100% das plantas resistentes, as segregantes e aquelas com 100% das plantas suscetíveis. Além da reação à mancha angular, avaliou-se também a produtividade de grãos das famílias.

3.4 Análise dos dados

Os dados da reação à mancha angular obtidos em F₂ e F_{2:3} foram utilizados no estudo do controle genético do caráter, sendo as proporções fenotípicas observadas testadas pelo teste χ^2 .

Os dados relativos à produção de grãos das famílias F_{2:3}, em kg/ha foram submetidos à análise de variância, de acordo com o seguinte modelo estatístico, considerando como fixo apenas o efeito da média:

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

Y_{ijk} : valor observado da família i, no bloco j, dentro da repetição k;

m: média geral;

t_i : efeito da família i, sendo $i = 1, 2, 3, \dots, 121$;

r_j : efeito da repetição j, sendo $j = 1, 2$;

$b_{(j)k}$: efeito do bloco k dentro da repetição j, sendo $j = 1, \dots, 11$;

e_{ijk} : efeito do erro experimental da parcela que recebe o tratamento k, no bloco l, da repetição q, sendo $e_{ijk} \sim N \cap (0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância do delineamento em látice, com as respectivas esperanças dos quadrados médios está apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Esquema de análise de variância e esperança dos quadrados médios [E(QM)].

Fonte de Variação	GL	QM	E(QM)
Famílias	gl_1	Q_1	$\sigma_e^2 + r\sigma_G^2$
Erro efetivo	gl_2	Q_2	σ_e^2

em que:

σ_e^2 : variância do erro experimental;

$\hat{\sigma}_G^2$: variância genética entre famílias.

3.5 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

Utilizando-se as esperanças dos quadrados médios apresentados na Tabela 1, foram obtidas as seguintes estimativas:

- a. Variância genética entre famílias na geração $F_{2:3}$ ($\hat{\sigma}_G^2$)

$$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{(Q_1 - Q_2)}{r}$$

- b. Variância fenotípica entre médias das famílias na geração $F_{2:3}$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{Q_1}{r}$$

- c. Herdabilidade (h^2) no sentido amplo na média das famílias

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_F^2} \times 100$$

- d. Ganho esperado com a seleção

$$GS = ds \times h^2, \text{ em que:}$$

ds: é o diferencial de seleção

Estimaram-se também os limites inferior (LI) e superior (LS) da estimativa da h^2 , pelas expressões apresentadas por Knapp et al. (1985), ou seja,

$$LI = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \cdot F_{1-\alpha/2; g/2, g/l1} \right]^{-1} \right\}$$

$F_{1-\alpha/2;gl_2,gl_1}$: valor da distribuição de F para os graus de liberdade gl_1 e gl_2 , tal que a probabilidade de exceder este valor é de $1-\alpha/2$.

$$LS = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \cdot F_{\alpha/2;gl_2,gl_1} \right]^1 \right\}$$

$F_{\alpha/2;gl_2,gl_1}$: valor da distribuição de F para os graus de liberdade gl_1 e gl_2 , tal que a probabilidade de exceder este valor é de $\alpha/2$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Controle genético da reação a *P. griseola*.

As segregações de plantas resistentes e suscetíveis em F₂ e das famílias 100% resistentes, as segregantes e as suscetíveis, são apresentadas na Tabela 3.

O resultado da F₂ se ajustou perfeitamente às proporções esperadas de ¾ resistentes e ¼ suscetível, sugerindo herança monogênica, sendo o alelo dominante responsável pela resistência e o recessivo pela suscetibilidade. A segregação 1:2:1 observada entre as famílias F_{2:3} confirma o resultado da F₂.

A origem do alelo de resistência é do genitor ESAL 693, o qual é uma linhagem descendente do cruzamento L 3272 x (Carioca x TU). A linhagem denominada Carioca x TU possui hábito de crescimento I e a resistência à *P. griseola* provavelmente originou-se da linhagem mexicana TU. Isso porque a linhagem L3272 é originária por mutação da cultivar Milionário, que é altamente suscetível à *P. griseola*.

TABELA 3. Segregação para reação à mancha angular no feijoeiro nas gerações F₂ e F_{2:3}. Lavras, 2001.

Fenótipo	Nº de plantas F ₂		Famílias F _{2:3}		
	FO	FE	Fenótipo	FO	FE
Resistente	111	110,25	Resistente	22	29,75
			Segregantes	60	59,60
Suscetível	36	36,75	Suscetível	37	29,75
χ^2	0,02 (P = 0,89)		3,79 (P = 0,15)		

A resistência observada é do tipo vertical porque ela foi praticamente completa, sendo a média das plantas resistentes da F_2 de 2,1 e das plantas suscetíveis de 6,6 em uma escala de 1 (resistência completa) a 9 (susceptibilidade máxima), em que notas de 1 a 3 foram consideradas resistentes e notas de 4 a 9 foram consideradas suscetíveis. Devido à alta variabilidade patogênica do *P. griseola* (Nietsche et al., 2001; Sartorato, 2002), deduz-se que raças que vencem a resistência do alelo da ESAL 693 não ocorriam na população natural do patógeno, uma vez que a avaliação das duas gerações ocorreu sob incidência natural da doença em campo. Em levantamento de raças realizado em 1999, na área experimental onde foi realizado o experimento, foram identificadas as raças 63.39 e 63.63 na cultivar Ouro e as raças 63.63, 31.7, 63.39 e 63.23 na cultivar Carioca (Nietsche et al., 2001). Vale salientar que essas duas cultivares foram muito utilizadas na área experimental em 2000 e 2001 e podem ter sido a fonte de inóculo.

Conclui-se que as raças provavelmente presentes na população do patógeno venciam todos os alelos de resistência das diferenciadoras andinas, exceto a 31.7. No entanto, como já foi mencionado, a resistência da linhagem ESAL 693 é provavelmente proveniente da linhagem Mexicana TU. Em relação à variabilidade patogênica no local do experimento, que vence algumas fontes de resistência de origem mesoamericana, estão as raças 7 e 23 detectadas apenas na cultivar Carioca e as raças 39 e 63 encontradas nas cultivares Carioca e Ouro. Considerando a raça $63 = 32(2^5) + 16(2^4) + 8(2^3) + 4(2^2) + 2(2^1) + 1(2^0)$, infere-se que ela também vence a resistência de todas as diferenciadoras. Nesse caso, o alelo de resistência da ESAL 693 é diferente daqueles presentes nas diferenciadoras. Vale salientar que os dois grupos de diferenciadoras não inclui todas as fontes de resistência. Como exemplo, a resistência presente na cultivar de origem andina Jalo, também monogênica e atribuída a um alelo dominante, é diferente daquela que ocorre no grupo de diferenciadoras andinas e ainda não foi

vencido pelas raças prevalentes nas condições experimentais da UFLA (Silva e Santos, 2003).

Entretanto, há a possibilidade de, nas condições em que as populações foram avaliadas, estivessem presentes apenas as raças 7, 23 e 39 e, nesse caso, o alelo de resistência da ESAL 693 deve ser o mesmo da diferenciadora México 54. Na verdade, a linhagem TU corresponde à México 223, possivelmente aparentada da México 54, portadoras do mesmo alelo de resistência.

O controle genético da resistência é semelhante aos obtidos em trabalhos anteriores que indicam a presença de um alelo dominante controlando a resistência à mancha angular na linhagem ESAL 550 (Silva, 2003) e nas cultivares Cornell 49-242, MAR – 2 e AND – 277 (Nietsche, 2000; Ferreira, 2000; Carvalho et al., 1998). A linhagem BAT 332 também é uma fonte de resistência para mancha angular com herança monogênica, sendo o alelo dominante também responsável pela resistência à raça 61.41 de *P. griseola* (Caixeta, 2003). Outra cultivar, a Ouro Negro, também é fonte de resistência para mancha angular com herança monogênica, sendo o alelo dominante responsável pela resistência à raça 63.39 de *P. griseola* (Corrêa et al., 2001).

4.2 Avaliação e seleção de famílias F_{2:3}

Dentre os caracteres relacionados ao tipo de grão, a cor da semente de feijão é fundamental para sua aceitação pelo mercado consumidor. Na maioria das regiões do Brasil a preferência é pelo tipo Carioca, que é aquele com cor de fundo creme bem claro, tipo leitoso, com listras marrom-claras. As cultivares do tipo Rosinha também são aceitas em algumas regiões. O tipo Rosinha consiste em grãos de cor rosa ou de fundo creme, semelhante ao tipo Carioca, porém, com a presença de halo rosa.

Assim, a seleção das 120 famílias F_{2,3} baseou-se naquelas com grãos semelhantes aos das cultivares Carioca e Rosinha. Foram eliminadas aquelas de grãos com cores diferentes dos padrões Carioca e Rosinha, que consistiram, quase na totalidade, em diferentes tonalidades de marrom (Baltoni et al., 2002).

Em relação à produtividade de grãos das famílias, os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 4. Entre os fatores que afetam a eficiência da seleção, um dos principais é a precisão com que as famílias são avaliadas, especialmente nas gerações iniciais. A precisão experimental avaliada por meio do coeficiente de variação (CV %) pode ser considerada aceitável (Tabela 4), estando dentro da amplitude das estimativas de CV que são relatadas para a cultura do feijoeiro na região (Marques Júnior, 1997). Evidentemente, nas primeiras gerações, segregantes, quando se avalia um grande número de tratamentos e em parcelas pequenas, devido ao reduzido número de sementes disponíveis por família, o CV tende a ser maior (Pereira et al., 2004). Quando se utilizam maiores números de tratamentos e parcelas maiores as estimativas do CV são menores (Rosal, 1999).

TABELA 4. Resumo da análise de variância para produtividade de grãos (g/parcela) obtida na avaliação de famílias F_{2,3} de feijoeiro em Lavras, Secas de 2001.

Fonte de Variação	GL	QM
Famílias	120	3377,72*
Erro efetivo	100	2270,00
CV (%)		25,70
Média ESAL693		44,647
Eficiência do látice		101,45

* Significativo a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Um outro fator fundamental para se conseguir ganho com a seleção é a existência de variabilidade entre as famílias (Tabela 4) e ela foi significativa ($P < 0,02$). Essa diversidade genética pode ser melhor observada na distribuição de frequência da produtividade de grãos apresentada na Figura 1.

A estimativa de herdabilidade entre médias de famílias foi de 32,79% (Tabela 4). Esse valor possibilita inferir que a produção sofre acentuada influência do ambiente, refletida pelas estimativas muito contrastantes dos limites inferior e superior da herdabilidade. No entanto, a existência de variação entre as famílias assegura a possibilidade de ganho com a seleção. Se forem selecionadas as 40 famílias mais produtivas, espera-se um ganho de 7,67% e nota-se a superioridade das médias das famílias selecionadas (Tabela 5).

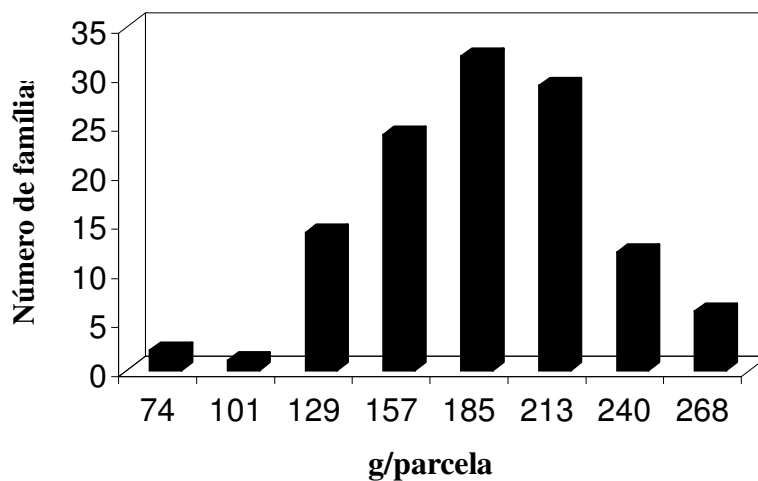


FIGURA 1. Distribuição de frequência da produtividade média de grãos (g/parcela) das famílias de feijoeiro.

Como já comentado, na seleção, deve ser considerado não só a produção de grãos, especialmente nas gerações iniciais, como em $F_{2:3}$, quando a precisão experimental não foi entre as melhores para esse caráter, a seleção deve ser menos intensa e deve-se dar ênfase principalmente para outros caracteres menos influenciados pelo ambiente, como o tipo de grãos e reação a patógenos. Assim, foram selecionadas 40 famílias $F_{2:3}$, baseando-se essencialmente no tipo de grãos (Baldoni e Santos, 2003). Em consequência, praticamente não houve ganho na produtividade de grãos (Tabela 5). Como a média da população selecionada foi praticamente idêntica à da população original, infere-se a inexistência de correlação entre tipo e produtividade de grãos.

Caso se decidisse selecionar as 22 famílias $F_{2:3}$ mais resistentes à mancha angular, igualmente não haveria nenhum ganho na produtividade de grãos e até uma tendência de redução (Tabela 5). Aparentemente, não há associação entre tipo de grãos, reação à mancha angular e produtividade de grãos (Pereira et al., 2004), que implica na possibilidade de seleção de famílias com fenótipos favoráveis para os três caracteres.

TABELA 5. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos da produtividade de grãos das famílias F_{2,3} de feijoeiro. Lavras, 2001.

Estimativas	Secas/01
Nº de famílias	121
σ^2_G	553,86
GS _{Tipo de grão (%)}	0,0129
h^2 (%)	32,79
h^2_{LI} (%)	2,63
h^2_{LS} (%)	54,06
GS _{produtividade de grãos (%)}	7,67
GS _{Resistência à Mancha Angular (%)}	- 1,42
Média Geral	185,37
Produtividademédia selecionada/tipo de grão	185,44
Produtividade média selecionada/produtividade de grãos	228,73
Produtividade média selecionada/resistência à mancha angular	177,35

Observa-se, na Figura 2, que, entre as 40 famílias selecionadas para tipo de grãos, ainda há ampla variação para a produtividade de grãos, de 120 g a 245 g por parcela. Além disso, entre essas famílias, cinco são homozigóticas para o alelo de resistência ao *P. griseola*, cuja produtividade média é de 186,26 g/parcela. Porém, três das cinco famílias apresentaram produtividade acima de 200g por parcela e uma de 244g/parcela, portanto, superior à produtividade média da população selecionada com base apenas na produção de grãos (Tabela 5).

Deve-se considerar ainda que cada família é segregante, havendo a possibilidade futura de seleção de linhagens dentro daquelas superiores.

Com maior disponibilidade de sementes na geração F_{2,4}, as 40 famílias selecionadas já foram avaliadas com maior precisão, em mais de um local, e foram selecionadas as mais promissoras, dando-se maior prioridade à produção de grãos (Baldoni et al., 2003). Vale lembrar que todas as famílias são precoces e de hábito de crescimento tipo I.

Serão realizadas seleções dentro das melhores famílias com grãos carioca e rosinha, visando-se obter linhagens superiores em relação à produtividade e ao tipo de grãos e resistência à mancha angular. As linhagens serão testadas também quanto à resistência ao agente causal da antracnose, porque o genitor ESAL 693 é portador do alelo *Co.5* de resistência.

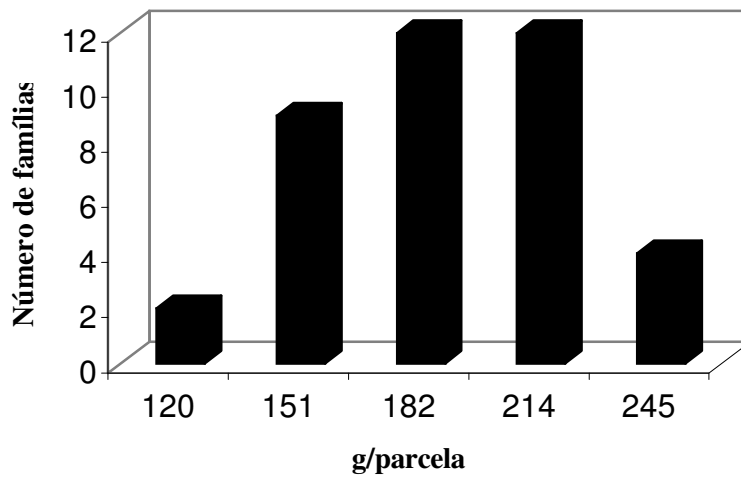


FIGURA 2. Distribuição de frequência da produtividade média de grãos (g/parcela) das famílias de feijoeiro selecionadas para tipo de grãos.

5 CONCLUSÕES

1. Foi observado que o controle genético da reação ao *P. griseola* é monogênico, sendo o alelo dominante da ESAL 693 responsável pela resistência.
2. Há ampla variação entre as famílias quanto à produtividade e tipo de grãos e reação à mancha angular, havendo a possibilidade de seleção das superiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S.; GONÇALVES, F. M. A. Seleção recorrente fenotípica no melhoramento do feijoeiro visando a resistência à *P. griseola*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/DFT, 2002. p. 233-235.

ALVAREZ-AYALA, G.; SCHWARTZ, H. F. Preliminary investigations of pathogenic variability expressed by *Isariopsis griseola*. **Annual Report Bean Improvement Cooperation**, Fort Collins, v. 22, p. 86-88, 1979.

ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. A. P. **A cultura do feijoeiro-comum no curso de agronomia**. Lavras: UFLA, 1999. 99 p.

BALDONI, A. B.; SANTOS, J. B. dos; TEIXEIRA, F. F. Melhoramento do feijão visando a obtenção de cultivares precoces com grãos tipo Carioca e Rosinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS: MELHORAMENTO E QUALIDADE DE VIDA, 2., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro, 2003. CD-ROM.

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. 5, p. 1427-1431, set./out. 2002.

BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, L. E. A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1.

BROCK, R. D. Resistance to angular leaf spot among varieties of beans. **Journal of the Australian Institute of Agriculture Science**, Melbourne, v. 17, n. 1, p. 25-30, 1951.

BRUZI, A. T.; SILVA, F. B.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Melhoramento visando a resistência à mancha angular utilizando cultivares de raças andinas e mesoamericanas de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV/DFT, 2002. p. 207-208.

BURUCHARA, R. A. **Determination of pathogenic variation in *Isariopsis griseola* Sacc. and *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola***. 1983. 188 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Nairobi, Nairobi.

CAIXETA, E. T. **Caracterização da resistência genética à mancha angular e desenvolvimento de marcadores microssatélites para regiões específicas do genoma do feijoeiro**. 2002. 74 p. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, G. A.; PAULA-JR, T. J.; ALZATE-MARIN, A. L.; NIETSCHKE, S.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Herança da resistência da linhagem AND-277 de feijoeiro-comum à raça 63-23 de *Phaeoisariopsis griseola* e identificação de marcador RAPD ligado ao gene de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 482-485, dez. 1998.

CHAVES, G. La Antracnosis. In: SCHWARTZ, H. F.; GALVEZ, G. E. (Ed.). **Problemas de producción de frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris***. Cali: CIAT, 1980. p. 37-54.

CORRÊA, R. X.; GOOD-GOD, P. I.; OLIVEIRA, M. L. P.; NIETSCHKE, S.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Herança da resistência à mancha angular do feijoeiro e identificação de marcadores moleculares flanqueando o loco de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 27-32, mar. 2001.

FERREIRA, C. F.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; NIETSCHKE, S.; PAULA-JR, T. J. ; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Inheritance of angular leaf spot resistance in common bean and identification of a RAPD marker linked to a resistance gene. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 1130-1133, July/Aug. 2000.

GEPTS, P.; BLISS, F. A. F₁ hybrid weakness in the common bean. **The Journal of Heredity**, Baltimore, v. 76, n. 6, p. 447-450, Dec. 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Área plantada, área colhida, quantidade, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25/07/2004.

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.

LACERDA, J. T.; COELHO, R. S. B.; MARIANO, R. L. R. Variabilidade patogênica de *Isariopsis griseola* em feijoeiro no estado de Pernambuco. **Summa Phytopathologica** v. 20, p. 93-96, 1994.

MARQUES JUNIOR, O. G.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, Suplemento, 1997.

NIETSCHÉ, S.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; ROCHA, R. C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. RAPD and SCAR markers linked to a gene conferring resistance to angular leaf spot in common bean. **Phytopathology**. v. 148, p.117-121, 2001.

NIETSCHÉ, S.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; ROCHA, R. C.; PAULA-JR, T. J.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. RAPD and SCAR markers linked to a gene conferring resistance to angular leaf spot in common bean. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 148, n. 2, p. 117-121, Feb. 2000.

NIETSCHÉ, S.; BORÉM, A.; CARVALHO, G. A.; PAULA JUNIOR, T. J.; FERREIRA, C. F.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A. Genetic diversity of *P. griseola* in the State of Minas Gerais, Brazil. **Euphytica**. v. 117, p. 77-84, 2001.

PASTOR-CORRALES, M. A.; JARA, C. E. La evolución de *P. Griseola* con el frijol comun en América Latina. **Fitopatología Colombiana**. v.19, p. 15-22, 1995.

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

PIO-RIBEIRO, G.; CHAVES, G. M. Estudos sobre a variabilidade de isolados e culturas monospóricas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.& Magn.) Scrib. **Experientiae**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 59-71, fev. 1975.

PYNDJI, M. M. Pathogenic variability of *P. griseola* in the Great Lakes region. In: PAN African Bean Pathology Working Group Meeting, Thinka, Kenya. **Proceedings ...** Thinka, Kenya: (CIAT African Workshop Series, 23). 1993.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão – aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: Editora UFV, 1998. p.435-449.

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

RIBEIRO, M. J.; COELHO, R. S. B.; MENEZES, M. A. Fontes de resistência em feijoeiro (*P. vulgaris* L.) à mancha angular do feijoeiro (*Isariopsis griseola* Sacc.). **Caderno Omega – Série Agronomia**. v. 1, p. 243-246, 1993.

ROSAL, C. J. S. de. **Seleção precoce para produtividade no feijoeiro (*P. vulgaris* L.)**. 1999. 51 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, Editora UFV, 1998. p. 55-81.

SANTOS, M. L. dos; BRAGA, M. J. Aspectos Econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão – aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: Editora UFV, 1998. p.19-53.

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

SARTORATO, A. Resistência do feijoeiro comum à mancha angular. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos ...** Viçosa: UFV/DFT, 2002. p. 117-118.

SARTORATO, A. Variabilidade de *P. griseola* no feijoeiro comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO, 1., 2001, Goiânia. **Resumos ...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001.

SARTORATO, A.; NIETSCHKE, S.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. RAPD and SCAR markers linked to resistance gene to angular leaf spot in common beans. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 637-642, dez. 2000.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Especialização fisiológica de *Isariopsis griseola* Sacc. em *Phaseolus vulgaris* L. **Summa Phytopathologica** v.10, p. 58-59, 1984.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Mancha angular. In: SARTORATO, A.; RAVA, C. A. (Eds.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, 1994. pp. 41-68.

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

SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; MENTEN, J. O. M. Resistência vertical do feijoeiro comum (*P. vulgaris* L.) a *Isariopsis griseola* Sacc. **Fitopatologia Brasileira**. v.16, p.43-46, 1991.

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

SILVA, G. F. da; SANTOS, J. B. dos; RAMALHO, M. A. P. Identification of SSR and RAPD markers linked to a resistance allele for angular leaf spot in the common bean (*P. vulgaris*) line ESAL 550. **Genetics and Molecular Biology**, 26, 4, 459-463, jun. 2003.

VIEIRA, A. L.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. Crossing incompatibility in some bean cultivars utilized in Brazil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 169-171, Mar. 1989.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: Borém, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.273-349.

VILLEGAS, J. M. **Variabilidad del *Isariopsis griseola* Sacc. Agente causal de la mancha angular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1959. 61p. Colombia: Manizales Universidade de Caldas. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Manizales Universidade de Caldas, Colômbia.

ZAUMEYER, W. J.; THOMAS, H. R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington: USDA, 1957. 255p. (USDA. Technical Bulletin, 868).