

02632

MFN=26683

GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES

SELEÇÃO DE FAMÍLIAS DE FEIJOEIRO ADAPTADAS ÀS
CONDIÇÕES DE INVERNO DO SUL DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador:

Prof. JOÃO BOSCO DOS SANTOS

LAVRAS

MINAS GERAIS-BRASIL

1997

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e
Catalogação da Biblioteca Central da UFLA**

Nunes, Glauber Henrique de Sousa.

Seleção de famílias de feijoeiro adaptadas às condições de inverno do Sul de Minas Gerais / Glauber Henrique de Sousa Nunes. -- Lavras: UFLA, 1997.

48 p. : il.

Orientador: João Bosco dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão - Família. 2. Seleção. 3. Feijão de inverno. 4. Adaptação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652
-635.6523

GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES

SELEÇÃO DE FAMÍLIAS DE FEIJOEIRO ADAPTADAS ÀS
CONDIÇÕES DE INVERNO DO SUL DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 20/02/1997



Prof. Magno Antônio Patto Ramalho



Prof. Daniel Furtado Ferreira



Prof. João Bosco dos Santos
(Orientador)

Ao Senhor Deus autor de todas as coisas e a ao Rei Jesus,
À Francisca Paula, pelo Amor, Fé e formação dispensados,
Aos meus pais Stefson Pereira Nunes e Maria das Graças de Sousa
Nunes pelo apoio em todas etapas de minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as coisas que me proporciona.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

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

Ao orientador João Bosco dos Santos pela dedicação, disponibilidade, amizade e confiança demonstrados durante o curso.

Aos professores Magno Antônio Patto Ramalho e Daniel Furtado Ferreira pelas pela participação e valiosas contribuições.

A minha família por todo o apoio recebido.

A minha noiva Márcia, pelo amor, compreensão e perseverança.

Aos professores do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, em especial aos professores do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, César, Cristina e Samuel, pela amizade e conhecimentos transmitidos.

Ao Núcleo de Estudo de Genética (GEN) pelo apoio e oportunidades oferecidas.

Aos amigos do curso de Genética e Melhoramento de Plantas: Leonardo, Patrícia, Haroldo, Jaime, Gabriela, Cíntia, Gustavo, Cátia, Ângela, Delly, Oswaldo, João Cândido, Cláudia, Jair, Leonardo Rosse, Cláudio, Juscélio, Hélia, Pedro, Flávia Teixeira, Flávia Avelar, Mônica, Mívia, Bárbara, Wilton, Moacil, Luís, Ewerton, Renzo, Leandro, Vânia, Claudomiro, Fausto, Edwin, Raimundo e demais colegas pelo convívio e amizade.

Aos amigos de outros cursos de pós-graduação, em especial Beto e Fábio pelo convívio e amizade.

Aos amigos da iniciação científica do Departamento de Biologia pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, pelos auxílios prestados.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, pelo atendimento e correções das referências bibliográficas.

À Associação de Pós-graduandos, por representar nossa classe sempre procurando atender nossos anseios e necessidades.

A todos que estiveram presentes e contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES, filho de Stefson Pereira Nunes e Maria das Graças de Sousa Nunes, natural de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, nasceu em primeiro de março de 1971.

Graduou-se no curso de Engenharia Agrônômica em agosto de 1994, pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró- ESAM. Durante o curso, foi bolsista de Iniciação Científica pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de março de 1992 a agosto de 1994.

Em março de 1995, iniciou o curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras-UFLA, concluindo-o em fevereiro de 1997.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Melhoramento visando tolerância à baixa temperatura	3
2.2 Seleção de famílias em feijoeiro	6
2.3 Seleção para resistência ao patógeno <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	10
2.4 Seleção para resistência ao patógeno <i>Erysiphe polygoni</i>	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Locais	15
3.2 Avaliação e seleção das famílias	15
3.3 Análise estatística	18
3.3.1 Famílias F5	18
3.3.2 Famílias F6	19
3.3.3 Famílias F7	22
3.4 Estimativas da variância genética e variância fenotípica entre famílias F6	23
3.5 Estimativas da correlação genética entre caracteres	24
3.6 Estimativa da herdabilidade	25
3.7 Estimativa do ganho com a seleção	25
3.8 Herdabilidade realizada	26
4 RESULTADOS	27
5 DISCUSSÃO	35

6 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Escala de notas utilizadas na avaliação da reação das famílias e cultivares ao patógeno <i>Erysiphe polygoni</i>	16
2	Esquema da análise da variância de um delineamento em blocos aumentados.....	18
3	Esquema de análise de variância de um delineamento em látice.....	19
4	Esquema da análise de variância de um delineamento em blocos casualizados.....	20
5	Esquema da análise de variância conjunta de locais, considerando como fixo apenas o local.....	21
6	Estimativas da variância genética e variância fenotípica das famílias F_6	22
7	Número de dias com temperaturas mínimas e suas amplitudes de variação, por local, durante os dois primeiros meses de experimentos.....	25

- 8 Resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento , reação a *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} e estimativas da herdabilidade no sentido amplo. Lavras, 1994..... 28
- 9 Resumos das análises conjuntas da variância da produtividade de grãos (kg/ha) e número de dias para o florescimento, avaliação apenas em Lavras para reação a *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} e estimativas da herdabilidade no sentido amplo das famílias F₆ de ciclo normal. Lavras/Lambari, 1995.... 29
- 10 Resumo das análises conjuntas da variância da produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento, avaliação apenas em Lavras para a reação a *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} das famílias F₆ de ciclo precoce . Lavras/Lambari,1995..... 30
- 11 Resumo das análises de variância para produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento e reação a *E. polygona* das famílias F₇. Lavras, 1996..... 32
- 12 Estimativas das herdabilidades e dos ganhos com a seleção estimados e realizados, com base na produção de grãos. Lavras/Lambari, 1995/1996..... 32

RESUMO

NUNES, Glauber Henrique de Sousa. **seleção de famílias de feijão adaptadas às condições de inverno do Sul de Minas Gerais.** Lavras:UFLA,1997.p.50 (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)*

Na região Sul de Minas Gerais, a cultura do feijão de inverno, instalada entre a segunda quinzena de julho e primeira de agosto, vem se expandindo nos últimos anos como opção para uma exploração mais eficiente e lucrativa das áreas agrícolas. Entretanto, os cultivares utilizados não são especificamente adaptados às condições de baixa temperatura, predominantes na fase inicial dessa época de cultivo. Esse fato contribui para a redução da produtividade da cultura. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi obter famílias de feijoeiro adaptadas as condições de cultivo de inverno no Sul de Minas Gerais. A partir das populações segregantes L3272 x(Carioca x TU) e L3272 x ESAL 601, foram escolhidas 230 famílias que foram avaliadas utilizando-se o delineamento em blocos aumentados. A partir desta avaliação foram selecionadas 103 famílias, sendo 79 de ciclo normal e 24 precoces. Estes dois grupos foram avaliados separadamente em látices triplos 9x9 e 5x5, respectivamente, através da produtividade de grãos, número de dias para o florescimento e resistência a *Colletotricum lindemuthianum* e *Erysiphe polygoni*. Estas avaliações foram realizadas em 1995 em dois locais, Lavras e Lambari. Foram mantidas 24 famílias, as

* Orientador: João Bosco dos Santos. Membros da banca: Magno Antônio Patto Ramalho e Daniel Furtado Ferreira.

quais vinte eram de ciclo normal e quatro precoces. Elas foram avaliadas juntamente com a cultivar Carioca, no inverno de 1996, em um látice triplo 5x5, em Lavras. Os resultados mostraram que a grande variabilidade entre as famílias permitiu selecionar genótipos tolerantes ao frio na fase jovem da cultura, de hábito de crescimento arbustivo, precoce, com resistência a *Colletotricum lindemuthianum* e a *Erysiphe polygoni*, alto potencial produtivo e com tipo de grão semelhante ao Carioca. Foram selecionadas quatro famílias da população L3272 x (Carioca x TU) e duas da população L3272 x ESAL 601, as quais poderão servir como germoplasma promissor para futuros programas de melhoramento.

ABSTRACT

SELECTION OF FAMILIES OF BEAN ADAPTED TO THE WINTER CONDITIONS OF THE SOUTH OF MINAS GERAIS STATE

In the south of Minas Gerais State, the common bean have been planted in the winter, from July 15th to August 15th, and the planted area have expanded lately as an option for exploring the land more efficiently. However, the cultivars that have been used are not specific adapted to that conditions, when the temperature is usually low in the begining of the culture. This fact have contributed to reduction of yield. Therefore, the objective of this research was to select families adapted to the winter conditions in the south of Minas Gerais State. From populations L3272 x (Carioca x TU) and L3272 x ESAL 601, there were selected 230 families that were evaluated in a experiment using augmented block design. The cultivars Carioca and Ouro were used as a common treatments. Considering grain type and yield, 103 families were selected , among then 24 are precocious, and 79 are normal. Those two sets of families were assessed in two experiments, using triple lattice square design, 5x5 end 9x9, respectively, two locations, Lavras and Lambari, in 1995. The families were evaluated through grain yield, number of days to flowering, and resistance to *Colletotricum lindemuthianum* and *Erysiphe polygoni*. In the winter of 1996, in Lavras, the 24 best families selected in the last year were evaluated, again

using a triple lattice square design. In this case, four families were precocious and 20 normal. The high genetic variability among families allowed the selection of genotypes adapted to the winter conditions, plant type II, precocious, resistant to *Colletotrichum lindemuthianum* and *Erysiphe polygoni*, high grain yield and grain type like of Carioca. Four families were selected from cross L3272 x (carioca x Tu), and two were selected from cross L3272 x ESAL 601, which can be used in future breeding programs.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem aumentado o cultivo do feijoeiro na semeadura feita de abril a julho ("outono-inverno") no Estado de Minas Gerais. Segundo Moura, Paiva e Resende (1994), o aumento da produção de feijão de "inverno" foi a mais expressiva durante o período de 1984 a 1993. A participação da área cultivada com feijão de "outono-inverno", que em 1984 foi de apenas 2%, cresceu para 11% em 1993. A produção de grãos, no mesmo período, teve um incremento de 4% para cerca de 28%. No âmbito nacional, Minas Gerais teve uma participação de 37,8% na produção de grãos e de 33,1% na área cultivada com feijão de "outono-inverno" (Silva, 1995). A evolução dessa cultura nessa época de semeadura se deve, principalmente, às condições climáticas favoráveis, notadamente temperaturas mais amenas, menor incidência de pragas e doenças e a pressão exercida pelo mercado, que eleva o preço do produto e cria expectativas de lucro para os produtores (Silva, 1995).

No caso da região do Sul de Minas Gerais, segunda maior em produção no Estado, as semeaduras são feitas entre 15 de julho e 15 de agosto ("inverno"), devido as baixas temperaturas nos meses de junho e julho, inclusive com ocorrência de geadas. No entanto, os cultivares que vêm sendo utilizadas nessa época são adaptados aos plantios das "águas" e das "secas". Logo, a maior parte desses cultivares apresentam sensibilidade à baixa temperatura durante a semeadura. A baixa temperatura contribui, principalmente, para o atraso na germinação, com consequente prolongação do ciclo da cultura em até vinte dias. Esse atraso é

muito prejudicial porque a colheita coincide com o início das chuvas, tornando-a mais difícil, com redução na produtividade e qualidade do produto. Assim, uma das alternativas para o aumento da produtividade nessa época é a busca de cultivares adaptados às condições de baixas temperaturas na fase jovem da cultura. Outras características desejadas são o porte arbustivo, precocidade, tipo de grão aceitável pelo consumidor e resistência às principais doenças, entre elas, a antracnose e o oídio, que ocorrem com grande intensidade nessa época do ano nos cultivares suscetíveis.

Entre os cultivares de feijoeiro disponíveis existe ampla variabilidade genética para todos os caracteres mencionados. Portanto, a hibridação dos cultivares portadores dos fenótipos de interesse, produz populações segregantes de onde tem-se a possibilidade de seleção de famílias com fenótipos desejados. Evidentemente, tal seleção será eficaz se as famílias forem avaliadas nas condições de ambiente onde se pretende explorar a cultura.

Diante destas considerações, o objetivo desse trabalho foi selecionar famílias de feijoeiro adaptadas às de cultivo de inverno do Sul de Minas Gerais e com boas características agronômicas e comerciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melhoramento visando tolerância à baixa temperatura.

No Brasil, poucos trabalhos foram desenvolvidos, até o momento, visando obter cultivares tolerantes ao frio, como também nenhum cultivar tolerante à baixa temperatura nas fase de germinação e emergência foi identificada e/ou desenvolvida (Otubo,1994). Contudo, linhagens tolerantes ao frio, em outras fases da cultura, já foram desenvolvidas no programa de melhoramento de feijão realizado na Universidade Federal de Lavras (Santos e Ramalho, 1986, Santos, Ramalho e Abreu, 1990).

No caso da região Sul de Minas Gerais, os plantios são feitos entre 15 de julho e 15 de agosto, devido ao frio intenso nos meses de junho e julho, inclusive com ocorrência de geadas (Melo, 1996). Assim sendo, as baixas temperaturas apresentam-se como fator limitante, principalmente nas fases iniciais da cultura. Nesse contexto, a busca de cultivares com tolerância as baixas temperaturas é uma das principais alternativas para o aumento da produção de feijão de inverno.

Von Pinho (1990) estudou a tolerância do feijoeiro à baixa temperatura na fase de germinação e emergência. Ele observou que os cultivares Small White, ESAL 610, CNF 246, CNF05, A 488 e A 536 foram tolerantes ao frio. Entre os mais sensíveis destacaram-se os cultivares EMGOPA 201 Ouro, ESAL 592, Carioca 300V e Carioca. Além disso, esse trabalho pioneiro, mostrou que a

variação genética foi alta, indicando a possibilidade de sucesso com a seleção.

Dias et al. (1992) selecionaram progênies de feijoeiro adaptadas ao inverno no Sul de Minas Gerais, nas fases de germinação e jovem, na população Rio Tibagi x Carioca 300V. Verificou-se a possibilidade de obtenção de progênies com alto potencial de produção, porte arbustivo e com resistência ao fungo *colletotrichum lindemuthianum*. No entanto, todas as progênies possuíam sementes grandes e escuras.

Santos, Ramalho e Abreu (1993) a partir da população Rio Tabagi x ESAL 501, selecionaram progênies com resistência a baixa temperatura na fase jovem nas condições do Sul de Minas Gerais. As populações com 50% e 75% dos alelos do cultivar Rio Tibagi foram conduzidas no inverno até as gerações F₄ e F₅, respectivamente. Das duas populações foram escolhidas e avaliadas 298 progênies no inverno e selecionadas as mais promissoras em três ciclos sucessivos. Foram selecionadas oito progênies tolerantes ao frio. Também neste caso, as características da semente, embora semelhantes aquelas do cultivar Carioca, apresentaram defeitos como tamanho reduzido e o fundo com a tonalidade creme mais escura.

Vieira et al. (1994) fizeram uma triagem em germoplasma de feijão em busca de fontes de tolerância ao frio. Sobressaíram-se os feijões Ricopardo 896, Ouro Negro 1992, Antioquia 8 e RAB 94. Outros cultivares tiveram comportamento relativamente bom, como L3272, AN 512706-0, AN 512634-0 e o MA 534559.

Otubo (1994) estudando o controle genético da tolerância do feijoeiro às baixas temperaturas na fase de germinação, observou diferença na velocidade de germinação nos genitores. Os cultivares mais tolerantes foram Small White, A 488 e Rio Vermelho. Contudo, esses materiais apresentaram menores porcentagens de germinação.

Otoni et al. (1996) avaliaram cem progênies na geração F₆ provenientes do cruzamento A 488 x ESAL 501 em condições de

laboratório. Observou-se diferença entre as progênies para o índice de velocidade de germinação. A estimativa da herdabilidade igual a 90% indicou ser possível a possibilidade de sucesso com a seleção do caráter.

A literatura relata que a tolerância a baixas temperaturas em feijoeiro ocorre em três fases diferentes: germinação e emergência, na fase vegetativa e na fase reprodutiva (Dickson, 1971, Kooistra, 1971, Dickson e Boettger, 1984, Dickson e Petzoldt, 1987, Otubo, 1994). Segundo Kemp (1978) existem fortes evidências de que a tolerância ao frio, nas diferentes fases de desenvolvimento, possui controle genético independente. Este fato significa que os genes que controlam a tolerância ao frio no feijoeiro nestas três fases de desenvolvimento são diferentes. Além do mais, esses genes não estão ligados entre si. Em outras palavras pode-se afirmar que tais genes estão em cromossomos diferentes ou estão em locos gênicos muito distantes em um mesmo cromossomo. Portanto, a obtenção de um cultivar tolerante ao frio em uma determinada fase do seu desenvolvimento não implica em tolerância nas outras fases.

Vários trabalhos demonstraram que existe grande variabilidade de resposta ao frio, sendo que vários materiais já foram identificados como tolerantes (Dickson, 1971, Hardwick, 1972, Dickson e Petzoldt, 1987, Holubowicz e Dickson, 1989, Von Pinho, 1990, Vieira, 1994).

Com relação ao tipo de ação gênica predominante nos locos que controlam a tolerância, poucos trabalhos foram realizados, de maneira que não existe um consenso entre os pesquisadores sobre o controle genético da tolerância ao frio. Alguns trabalhos relatam a predominância de efeitos aditivos (Dickson e Petzoldt, 1987, Otubo, 1994). Por outro lado, há trabalhos em que foram encontrados locos com alelos recessivos, dominantes, aditivos e sobredominantes para os genes que controlam a tolerância ao frio (Stushnoff, Fowler e Brule-Babel, 1984). Essa grande diferença entre os resultados se deve,

provavelmente, às diferentes temperaturas e genótipos utilizados nos estudos. Assim, em função da temperatura e dos genótipos, os resultados podem ser totalmente discrepantes.

2.2 Seleção de famílias em feijoeiro

Os programas de melhoramento do feijoeiro objetivam a obtenção de cultivares com alta produtividade, resistentes às principais pragas e patógenos, porte arbustivo e sementes com características aceitáveis pelo mercado consumidor (Ramalho e Santos, 1982). Para se atingir esse objetivo, uma das alternativas é o uso da hibridação com a condução da população segregante pelo método da população (bulk).

A técnica de melhoramento genético por hibridação tem por finalidade combinar dois ou mais fenótipos desejáveis, que se encontram em indivíduos distintos, em um mesmo indivíduo. Por meio do cruzamento entre esses indivíduos é gerada uma população com suficiente variabilidade genética, na qual será praticada a seleção com o intuito de obter uma ou mais linhagens que possuam as características de interesse. No melhoramento por hibridação existem três passos fundamentais: a escolha de genitores, a obtenção da população segregante e a sua condução (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993).

Um das decisões mais importantes para o melhorista de plantas é a escolha dos genitores para o programa de hibridação, uma vez que o sucesso do programa depende diretamente da escolha do material a ser cruzado. Se os genitores são escolhidos de uma forma equivocada, todo o programa estará comprometido, com consequentes perdas de recursos e sobretudo tempo (Oliveira, 1995). A escolha de genitores depende, principalmente, dos

caracteres a serem melhorados, do controle genético dos caracteres e da fonte de germoplasma disponível (Ferh, 1987).

Uma vez escolhidos os genitores, o passo seguinte é definir como será formada a população híbrida. Em outras palavras, deve-se decidir qual a proporção de alelos de cada genitor é desejável na população a ser formada. Segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) os cruzamentos podem envolver dois genitores (biparental), três (híbrido triplo), quatro (híbrido duplo) ou mais de quatro (cruzamentos múltiplos). No entanto, a maioria dos programas conduzidos no Brasil tem sido utilizado cruzamentos biparentais (Dias et al., 1992, Otubo, 1994).

A parte seguinte do programa é a da condução da população segregante ao longo das gerações de autofecundação. O método da população (bulk) é bastante usado para seleção a estresse do ambiente, como tolerância à seca ou ao frio (Jensen, 1988, Pinto, 1995). O princípio envolvido nesse método é a condução de uma mistura de plantas da população segregante com sucessivas gerações de autofecundação até ser atingido o nível desejado de homozigose. As sementes utilizadas em cada geração de autofecundação são uma amostra do que foi colhido nas plantas da geração anterior. Devido a sua facilidade e economicidade, o método da população tem sido utilizado em muitos programas de melhoramento. Rezende (1989) e Abreu, Ramalho e Santos (1990) o utilizaram para a obtenção de cultivares resistentes a *colletrotichum lindemuthianum*. Santos, Ramalho e Abreu (1993) o utilizou para selecionar cultivares tolerantes ao frio na fase jovem da cultura.

O método da população se caracteriza principalmente pela ação da seleção natural, permitindo que os genótipos mais adaptados tenham maior probabilidade de continuar no processo. Além disso, o melhorista pode aprimorá-lo, realizando seleção artificial durante as etapas de condução da população (Allard, 1971). Nessa seleção devem ser eliminadas todas as plantas indesejáveis, tais como aquelas de hábito de crescimento

inadequado, muitos suscetíveis a patógenos, e, especialmente no caso do feijoeiro, aquelas plantas com grãos de tamanho ou cor não aceitável pelo consumidor. Quando se seleciona para resistência a patógenos, pode-se realizar inoculações artificiais para aumentar a pressão de seleção e identificar com mais precisão as plantas resistentes (Ramalho, Santos, Zimmermann, 1993). A principal desvantagem está relacionada com problema de amostragem, o qual permite que algumas plantas de uma geração não estejam representadas na geração seguinte.

Com relação ao número de gerações de autofecundação durante a fase de condução das populações segregantes, não se deve ultrapassar a geração F_6 , quando se consegue explorar quase que toda totalidade da variabilidade genética disponível entre as linhas na geração F_∞ (Ramalho e Vencovsky, 1978, Sousa Júnior, 1989). Nesse momento, é conveniente "abrir a população" a fim de se avaliar famílias.

Um aspecto importante a ser considerado é a herdabilidade dos caracteres a serem melhorados. Nas gerações iniciais a seleção só deve ser praticada para caracteres de alta herdabilidade devido a maioria das plantas serem segregantes e por essa razão não irão representar as linhagens. Além disso, durante o avanço das gerações em bulk, a seleção praticada é massal e visual, sendo eficientes apenas para caracteres de alta herdabilidade. Assim, para os caracteres resistência a antracnose, cor do grão e porte da planta, que são de alta herdabilidade, as seleções são praticadas nas gerações iniciais e também durante a avaliação final das famílias, a fim de se eliminar os segregantes indesejáveis. Por outro lado, para caracteres de baixa herdabilidade, como produção de grãos, a seleção só vem sendo realizada quando as famílias já possuem um elevado nível de homozigose, geralmente a partir de F_6 , em acordo com Sousa Júnior (1989).

Através de simulação de dados Casali e Tigchelaar (1975), concluíram que para caracteres com alta e moderada herdabilidade (75% e 50%, respectivamente), o método genealógico foi mais efetivo. Por outro lado, a melhor linhagem na geração F₆ foi obtida pelo método da população quando a herdabilidade do caráter era baixa.

As avaliações das famílias nas gerações F₇ em diante devem ser feitas em mais de um ambiente a fim de se atenuar a interação genótipos por ambientes. Uma vez que a interação genótipos por ambientes dificulta o trabalho do melhorista na seleção de famílias, as quais interagem com o ambiente. A interação interfere também na obtenção dos verdadeiros valores das estimativas dos componentes da variância genética, o que pode resultar na obtenção de uma estimativa incorreta do ganho esperado com a seleção (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Para reduzir um pouco o efeito da interação a seleção é feita na média dos ambientes. Um outro procedimento empregado para uma melhor caracterização das famílias avaliadas, é a análise de estabilidade da produção, tendo como ambientes as avaliações feitas ao longo do programa (Santos e Ramalho, 1990, Dias et al., 1992, Santos, Ramalho e Abreu, 1993).

Os materiais resultantes do processo de condução da população segregante são incluídos nos ensaios estaduais e/ou nacionais para serem avaliados. As avaliações são feitas em experimentos com repetições em geral por dois anos, épocas e locais, para uma seleção mais eficiente dos materiais. As famílias que se destacam em todas essas avaliações têm chance de se tornarem novos cultivares.

2.3 Seleção para resistência ao patógeno *Colletotrichum lindemuthianum*

A antracnose doença causada pelo fungo *colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib., é uma das doenças mais importante do feijoeiro comum, afetando os cultivares suscetíveis, especialmente em regiões com temperaturas moderadas a frias e alta umidade relativa do ar (Sartorato e Rava, 1994). As perdas ocasionadas pela ocasionadas pelo patógeno podem chegar a 100%, quando são semeadas sementes infectadas e as condições de ambiente são favoráveis ao desenvolvimento da doença (Vieira, 1983).

No Brasil a doença está disseminada em todas as áreas produtoras, tornado-se ainda mais séria pelo fato de ser transmitida via semente e os produtores, em geral, não se preocuparem em utilizar sementes sadias, além de raramente praticarem o controle químico da doença (Resende, 1989). Por essas razões o método de controle mais eficaz é o emprego de cultivares resistentes.

O controle da doença, através de cultivares resistentes, é complexo devido a existência de várias raças fisiológicas do patógeno. Entretanto, já foram identificadas fontes de resistências para todas as raças do patógeno que têm sido encontradas (Resende, 1989). Estas fontes de resistência estão sendo utilizadas nos principais programas de melhoramento visando resistência ao patógeno no Brasil (Pompeu, Dudienas e Ito, 1992, Gonçalves, 1995).

Entre as fontes de resistência existem materiais que possuem um único alelo, conferindo resistência a muitas raças de *C. lindemuthianum*. É o caso das linhagem Cornell 49-242, portadora do alelo Are, presente em alguns cultivares usados no Brasil, como a Carioca 80 e Carioca MG. As linhagens TO e TU são

portadoras do alelos Mex. 2 e Mex. 3, respectivamente. Trabalhos realizados por Rezende (1989) e Gonçalves (1995) na Universidade Federal de Lavras (UFLA) obtiveram linhagens com o alelo Mex2. A linhagem Carioca x TU desenvolvida na UFLA possui o alelo Mex3. Pompeu, Dudienas e Ito (1992) também obtiveram um grupo de linhagens com o alelo Mex2. e um outro grupo com o alelo Mex.3. O cultivar EMGOPA 201-Ouro tem se mostrado resistente, desde sua recomendação em 1984, as raças do patógeno que ocorrem na região. Para o Sul de Minas as raças detectadas foram a 81 e a 89. Mendonça (1996) observou que esse cultivar tem um alelo de resistência, o qual foi denominado de Q. Pompeu, Ito e Dudienas (1993) observaram que os cultivares FT 120, Rio Negro, IAPAR 14, FT Tarumã, PI 207262, Pardo de Minas e AB 136 são resistentes as raças alfa, delta e capa. s fontes de resistência Segundo Pastor-Corrales et al. (1994) observaram a resistência da linhagem G233 é devida a dois alelos dominantes, de genes independentes e com efeitos iguais.

Um aspecto a ser salientado, é que durante a condução da população segregante são feitas inoculações artificiais no campo ou em casa de vegetação, com o intuito de aumentar a pressão de seleção e ter maior segurança na seleção das famílias resistentes. A seleção é feita normalmente durante as gerações iniciais e pode ser complementada com uma seleção no final do programa.

2.4 Seleção para resistência ao patógeno *Erysiphe polygoni*

O oídio ou mildio pulverulento causado pelo patógeno *Erysiphe polygoni*, é conhecida praticamente em todas as partes do mundo em que se cultiva o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), sendo considerado de importância secundária, pois ocorre,

geralmente, com maior frequência durante e após o estágio de florescimento da cultura (Sartorato e Rava, 1994).

Contudo, devido o aumento da área de cultivo no inverno e as condições climáticas reinantes nessa época de semeadura (temperatura moderada e umidade baixa), a incidência e severidade da doença tem aumentado nos últimos anos (Vieira, 1994). A doença inicia-se nas folhas, podendo disseminar-se para os caules, ramos e vagens. Em infecções severas pode ocorrer desfolhamento prematuro e nas vagens, as sementes podem não desenvolver ou apresentar um menor desenvolvimento, diminuindo com isto, o rendimento (Sartorato, Rava e Costa, 1983).

Segundo Schwartz, Katherman e Thung (1981) as perdas no rendimento podem ser elevadas, podendo alcançar 69% dependendo do cultivar. Para o Sul de Minas, o oídio se constitui problema para o feijoeiro no inverno. Em trabalho realizado por Arriel, Santos e Ramalho (1991), constatou-se que o patógeno reduz a produtividade de 40 a 50%, quando as plantas são inoculadas aos 20, 30 e 40 dias após a semeadura.

Vieira et al. (1991) estudando os efeitos das datas de plantio sobre o feijão cultivado no "outono-inverno", observaram a incidência de oídio em todas as datas, mas a severidade da doença foi leve. Em triagem de germoplasma para tolerância ao frio Vieira et al. (1994) observaram reduzida incidência de oídio. Por outro lado, Ramalho, Santos e Abreu (1993) avaliando progênies em vários ambientes, observaram que o oídio reduziu a produtividade dos materiais.

Entre as medidas de controle, as principais são a aplicação de produtos químicos e o emprego de cultivares resistentes. O controle químico é feito com fungicidas a base de enxofre, em intervalos de 10 dias, a partir dos primeiros sintomas da doença (Mohan, Bianchini e Menezes, 1981). Entretanto, o uso de produtos químicos tem dois inconvenientes: aumentar o custo de produção e de da cultura.

O emprego da resistência tem merecido um destaque especial, pois é a medida de controle mais econômica. Na Colômbia foram identificados como altamente resistentes os genótipos Aéte-2, A 40, BAT 527, BAT 799, BAT 838, BAT 871, BAT 1113 e Porrillo Sintético (Schwartz, Katherman e Thung, 1981). Entre os 500 materiais testados no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) foram identificados nove como resistentes. Rezende, Ramalho e Abreu (1996) observaram como resistentes os seguintes materiais: ESAL 686, G2333, IAPAR 14, Flor de Mayo, FT Tarumã e Pompadour. O cultivar Carioca, um dos mais plantados no Brasil, apresenta um alto nível de resistência.

Dos cultivares em uso no Brasil, aqueles com sementes graúdas (grupo manteiga) apresentam-se como suscetíveis ao patógeno, assim como os materiais de hábito determinado (Vieira, 1983). Contudo, Rezende, Ramalho e Abreu (1996) constataram que entre os materiais mais resistentes estavam dois que se enquadram no grupo manteiga e também de hábito de crescimento determinado: ESAL 686 e Pompadour.

Um dos problemas principais nos programas de melhoramento é que há necessidade, em certos cruzamentos, do uso de genitores que não possuem todos os fenótipos desejados, como por exemplo, aqueles suscetíveis ao oídio, porém portadores de outros fenótipos de interesse. Assim sendo, é importante se conhecer o controle genético da reação a esse patógeno. Dundas, citado por Vieira (1983), estudando o controle genético da reação a *E. polygoni*, observou que a maioria dos cultivares de feijoeiro utilizados no estudo, era portadora de um gene dominante que conferia resistência a doze das quatorze raças do patógeno. Por outro lado, o grande número de raças fisiológicas pode dificultar o trabalho do melhorista. Conseqüentemente, um programa de busca de novas fontes de resistência não específica tem que está associado, quando possível, a resistência não específica (Sartorato e Rava, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais

Os locais utilizados nas avaliações das famílias, nas gerações F₄ até F₇, foram:

Lavras: Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais, a 910 metros de altitude, 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude.

Lambari: Estação Experimental da Empresa de pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), situada também no Sul de Minas Gerais, com 845 metros de altitude, 21°58'S de latitude e 45°23'W de longitude.

3.2 Avaliação e seleção das famílias

Nas avaliações para a escolha das populações segregantes destacaram-se em produção de grãos, porte da planta, cor de grãos e fonte de resistência ao patógeno *Colletotrichum lindemuthianum*, as populações segregantes F₄ L3272 x (Car x TU) e L3272 x ESAL 601. Dessas populações foram selecionadas 230 famílias F₅, que foram avaliadas em blocos aumentados,

utilizando-se como tratamentos comuns as cultivares Carioca e EMGOPA 201-Ouro, em cada um dos treze blocos, no inverno de 1994, no Campus da UFLA. Cada parcela era representada por duas linhas de um metro. As famílias foram avaliadas através do porte, tipo de grão, número de dias após a semeadura para o florescimento de 50% das plantas, hábito de crescimento, reação ao patógeno *Erysiphe polygoni* e produtividade de grãos em kg/ha. Das famílias avaliadas, selecionaram-se 103 F₆, sendo 79 de ciclo normal e 24 precoce. As famílias de ciclo normal foram avaliadas em um látice triplo 9x9, incluindo-se como testemunhas os cultivares Carioca e EMGOPA 201-Ouro. As famílias precoces foram avaliadas em um látice triplo 5x5, incluindo-se a testemunha Rosinha Precoce. Os dois grupos de famílias foram semeados na primeira quinzena de agosto de 1995, em Lavras e Lambari. A parcela foi constituída por duas linhas de dois metros, espaçadas de 0,5 metros. As famílias foram avaliadas através dos mesmos caracteres considerados na geração anterior. Além disso, as 103 famílias F₇ foram inoculadas com a raça 81 de *Colletotrichum lindemuthianum*, em casa de vegetação. Foram mantidas as 24 famílias mais resistentes aos patógenos *C. lindemuthianum* e *E. polygoni*, com alta produtividade, tipo de grão mais semelhante ao Carioca, sendo que quatro eram precoces e vinte de ciclo normal. Elas foram avaliadas no inverno de 1996, em um látice 5x5 com três repetições, onde a cultivar Carioca serviu como testemunha. A parcela foi constituída por duas linhas de três metros. As características avaliadas foram produtividade de grãos, número de dias após a semeadura para o florescimento, resistência ao oídio, porte da planta e tipo de grão.

Em todas as avaliações foram utilizados , na adubação de semeadura, 400 kg/ha de 4N-14 P₂O₅-8K₂O. A adubação de cobertura foi realizada aos 25 dias após a semeadura, com 150 kg/ha de sulfato de amônio. Realizou-se todos os tratos culturais normais exigidos pela cultura. A irrigação foi feita por aspersão quando necessária, pelo sistema de aspersão.

A avaliação da reação das famílias ao patógeno *Erysiphe polygoni* foi realizada por uma escala de notas de 1 a 9, indicando menor nível de suscetibilidade e maior nível de suscetibilidade, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1. Escala de notas utilizadas na avaliação da reação das famílias e cultivares ao patógeno *Erysiphe polygoni*.

Notas	Área foliar infectada (%)	Classe de reação
1	0	Resistente
2	1	Resistente
3	1 a 5	Resistente
4	5 a 10	Moderadamente resistente
5	10 a 20	Moderadamente suscetível
6	20 a 40	suscetível
7	40 a 60	suscetível
8	60 a 80	Altamente suscetível
9	80 a 100	Altamente suscetível

3.3 Análise estatística

3.3.1. Famílias F₅

Na análise das 230 famílias F₅, foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$y_{ij} = m + t_{i'} + t_{(j)i} + b_j + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : valor observado na parcela de bloco j que recebeu o tratamento comum i' ou o tratamento regular i dentro do bloco j ;

m : efeito fixo da média geral;

$t_{i'}$: efeito fixo do tratamento comum i' , sendo $i' = 1, 2, \dots, c$;

$t_{(j)i}$: efeito aleatório do tratamento regular i dentro do bloco j , sendo $i = 1, 2, \dots, j$;

b_j : efeito aleatório do bloco j , sendo $j = 1, 2, \dots, b$;

e_{ij} : efeito aleatório do erro experimental associado à parcela do bloco j que recebeu o tratamento comum i' .

Os efeitos $t_{i'}$ e $t_{(j)i}$ são eventos mutuamente exclusivos. O primeiro refere-se ao tratamento comum, enquanto que o segundo refere-se ao tratamento regular.

O esquema da análise de variância para blocos aumentados está apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Esquema da análise da variância de um delineamento em blocos aumentados.

FV	GL	QM	F
Blocos	$b - 1$	Q_1	
Tratamentos	$c + tb - 1$	Q_2	Q_2/Q_5
Reg./Bl.	$b(t - 1)$	Q_3	
Test.	$c - 1$	Q_4	
Test vs Reg/Bl	b	Q_5	
Erro/Bloco	$bc - b - c + 1$	Q_6	

t: número de tratamentos regulares dentro de cada bloco.

3.3.2. Famílias F_6

Para os grupos de famílias F_6 de ciclo normal e precoce, foram realizadas, inicialmente, as análises individuais conforme o modelo o seguinte modelo estatístico, sendo considerando fixo apenas o efeito da média geral:

$$y_{ijw} = m + t_i + r_j + b_{w(j)} + e_{ijw}$$

em que:

y_{ijw} : valor observado na parcela experimental que recebeu o tratamento i no bloco w da repetição j ;

m : efeito fixo da média geral;

t_i : efeito aleatório do tratamento i , sendo $i = 1, 2, \dots, t$;

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

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

e_{ijw} : efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o tratamento i no bloco w da repetição j , sendo $e_{ijk} \cap N(0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância de um delineamento em látice, está apresentado na Tabela 3.

TABELA 3. Esquema de análise de variância de um delineamento em látice.

FV	GL	QM	F
Repetição	$(r - 1)$	Q_1	
Bloco/Repetição	$(b - 1) r$	Q_2	
Tratamentos (Ajus.)	$(t - 1)$	Q_3	Q_3/Q_4
Erro Efetivo	$(rt - rb - t + 1)$	Q_4	
Total	$(rt - 1)$		

Entretanto, para o caráter produtividade de grãos, no grupo de famílias precoces, a análise individual foi feita em blocos casualizados, pois o látice não foi eficiente. O modelo estatístico foi o seguinte:

$$y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : valor observado na parcela experimental que recebeu o tratamento i no bloco j ;

m : efeito fixo da média geral;

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

b_j : efeito aleatório do bloco j , sendo $j = 1, 2, \dots, r$;

e_{ij} : efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o tratamento i no bloco j , sendo $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$.

O esquema geral da análise de variância de um delineamento em blocos casualizados, está apresentado na Tabela 4.

TABELA 4. Esquema da análise de variância de um delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	QM	F
Blocos	$(j-1)$	Q_1	
Tratamentos	$(t-1)$	Q_2	Q_2/Q_3
Erro	$(j-1)(t-1)$	Q_3	
Total	$(jt-1)$		

Como houve homogeneidade dos erros, em cada grupo, realizaram-se as análises conjuntas de locais dos caracteres produtividade de grãos e o número de dias para o florescimento. Por outro lado, para o caráter reação ao patógeno *E. polygoni*, a análise nos dois grupos de famílias foi feita apenas para Lavras, pois não houve incidência de oídio em Lambari. O quadrado médio do erro médio foi obtido pela média dos quadrados médios do erro de cada análise individual. O modelo estatístico foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = m + t_i + z_k + b_{j(k)} + tz_{ik} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : valor observado do tratamento i no bloco j dentro da local k ;

m : efeito fixo da média geral;

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

z_k : efeito fixo da local k , sendo $k = 1, 2, \dots, s$;

$b_{j(k)}$: efeito aleatório do bloco j dentro do local k ;

tz_{ik} : efeito fixo da interação tratamento i com o local k ;

e_{ijk} : efeito aleatório do erro experimental médio, sendo $e_{ijk} \cap N(0, \sigma^2)$.

O esquema da análise de variância conjunta de locais, considerando efeitos fixo de local e efeito aleatório para blocos dentro de local, tratamentos, interação e erro experimental médio, está apresentado na Tabela 5.

TABELA 5. Esquema da análise de variância conjunta de locais, considerando como fixo apenas o local.

F. V.	G.L.	QM	F
Bloco/Local	$z(r-1)$	Q1	Q1/Q5
Local (Z)	$z - 1$	Q2	Q2/Q5
Tratamentos(T)	$t - 1$	Q3	Q3/Q5
T x G	$(z - 1)(t - 1)$	Q4	Q4/Q5
Erro médio	$f^{1/2}$	Q5	

$f^{1/2}$: corresponde a soma de graus de liberdade dos erros dos experimentos individuais.

3.3.3 Famílias F_7

A análise de variância das famílias F_7 foi feita em látice, conforme o modelo estatístico apresentado no item 3.3.2.

3.4 Estimativas da variância genética e variância fenotípica entre famílias F₆.

A partir da análise conjunta de locais foi calculada a variância genética entre famílias e a variância fenotípica das famílias, conforme a metodologia de Vianna e Silva (1978) (Tabela 6).

TABELA 6. Estimativas da variância genética e variância fenotípica das famílias F₆.

Parâmetros	Estimativas
σ^2_P	$[QM_{(fam)} - QM_{(erro)}] / zr$
$\sigma^2_{(Fen)}$	$QM_{(fam)} / zr$

em que:

σ^2_P : variância genética entre famílias na análise conjunta;

$\sigma^2_{(Fen)}$: variância fenotípica entre famílias na análise conjunta;

$QM_{(erro)}$ e $QM_{(prog)}$: Quadrados médios do erro médio e das famílias na análise conjunta;

z e r : números de locais e repetições, respectivamente.

3.5 Estimativas da correlação genética entre caracteres

Estimou-se a correlação genética entre a produtividade e o número de dias para o florescimento e entre a reação a *E. polygoni* e o número de dias para o florescimento, para as 230 famílias F₆ pela seguinte fórmula:

$$r = (\text{COV}_{xy}) / (\sigma_x^2 \sigma_y^2)^{1/2}$$

em que:

r: correlação entre os caracteres x e y;

COV_{xy}: covariância entre os caracteres x e y;

σ_x^2 e σ_y^2 : variâncias dos caracteres x e y, respectivamente.

Os valores COV_{xy}, σ_x^2 e σ_y^2 foram encontrados pela metodologia apresentada em Cruz e Regazzi (1994).

3.6 Estimativa da Herdabilidade

a) As estimativas da herdabilidade na geração F₅ foram feitas segundo Bearzoti (1994).

b) A herdabilidade foi estimada para geração F₆, pela seguinte expressão:

$$h^2 = (\sigma_p^2) / \sigma_{(Fen)}^2$$

em que:

h^2 : herdabilidade no sentido amplo;

σ_p^2 e $\sigma_{(Fen)}^2$: descritos anteriormente.

3.7 Estimativa do Ganho com a seleção

O ganho com a seleção foi estimado com a seguinte expressão:

$$GS = ds \cdot h^2$$

em que:

GS: ganho com a seleção;

ds: diferencial de seleção ($MS_{F_6} - MO_{F_6}$);

MS_{F_6} : média das famílias F_6 selecionadas;

MO_{F_6} : média de todas as famílias F_6 ;

h^2 : descrito anteriormente.

3.8 Herdabilidade realizada

Como as famílias foram avaliadas nas gerações F_6 e F_7 , pode-se simular uma seleção em F_6 e verificar o ganho que seria observado em F_7 . Assim, foi estimada a herdabilidade realizada pelo procedimento descrito por Fehr(1987):

$$h^2_r = [\Delta G_r(\%) / ds(\%)] \cdot 100$$

em que:

h^2_r : herdabilidade realizada;

$\Delta G_r(\%)$: ganho realizado com a seleção em porcentagem da média da geração F_7 ;

ds (%): diferencial de seleção em porcentagem da média da geração F_6 .

4 RESULTADOS

No melhoramento do feijoeiro para as condições de inverno do Sul de Minas Gerais, as baixas temperaturas na fase inicial da cultura constitui-se em um dos principais fatores para a seleção. Como as temperaturas, nas avaliações a nível de campo, não são controladas, pode ser que a sua variação e amplitude tenham influência nos resultados encontrados. Nesse aspecto, entre os dois locais utilizados para as avaliações, Lambari apresentou maior número de dias com temperaturas mais baixas, nos dois primeiros meses de condução dos experimentos (Tabela 7).

Os resultados referentes a produtividade de grãos, número de dias para o florescimento, reação ao patógeno *Erysiphe polygoni* e estimativas da herdabilidade no sentido amplo, das 230 famílias F₃, retiradas das populações segregantes L3272 x (Carioca x TU) e L3272 x ESAL 601, estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 7. Número de dias com temperaturas mínimas e suas amplitudes de variação, por local, durante os dois primeiros meses de experimentos.

Local/ano	Número de dias abaixo de				Amplitude (°C)
	6°C	8°C	10°C	12°C	
Lavras/1994	-	1	3	23	7,9 a 18,4
Lavras/1995	-	-	3	17	8,2 a 15,6
Lavras/1996	-	1	9	10	8,3 a 17,4
Lambari/1995	14	27	31	55	2,6 a 12,8

Diferenças significativas foram observadas para o número de dias para o florescimento e reação ao patógeno *E. polygoni*. A precisão experimental com base na produtividade de grãos foi muito baixa, impedindo a detecção de diferenças significativas entre as famílias. Com relação as médias das famílias e médias das testemunhas, observou-se para o florescimento que as testemunhas foram mais tardias. Para a reação ao patógeno, a média das famílias superou em mais de cinco vezes a média das testemunhas, indicando que em média, elas são mais muito mais suscetíveis. As herdabilidades no sentido amplo foram altas tanto para o florescimento como para a reação a *E. polygoni*.

Com base na avaliação das famílias F_5 , foram selecionadas 103 famílias, sendo 79 de ciclo normal e 24 de ciclo precoce, formando-se dois grupos de famílias quanto ao ciclo. Esses dois grupos foram avaliados em dois locais no inverno de 1994. Inicialmente, realizou-se a análise de variância de cada experimento. Posteriormente, foi feita a análise de variância conjunta de locais. É necessário ressaltar que houve homogeneidade dos erros de cada experimento, permitindo a realização da análise conjunta. O resumo da análise de variância conjunta de locais para produtividade de grãos, número de dias para o florescimento, reação ao patógeno *E. polygoni* e estimativas da herdabilidade no sentido amplo, nos grupos de famílias de ciclo normal e precoce, estão apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente. Para as famílias de ciclo precoce foram calculadas as correlações entre a produtividade e o número de dias para o florescimento e para o número de dias para o florescimento e reação a *E. polygoni*, sendo ambos os valores não significativos.

As famílias F_6 de ciclo normal e as testemunhas Carioca e EMCOR 201

características. Para as famílias de ciclo precoce, também foram observadas diferenças significativas entre as famílias para todos os caracteres. A interação famílias por locais não foi significativa nos dois grupos. Esse fato mostra que, em média, houve concordância no comportamento das famílias nos dois locais. As produtividades médias das famílias de ciclo normal e de ciclo precoce foram consideradas altas. Quanto à suscetibilidade ao oídio, o desempenho dos dois grupos de famílias foi semelhante. Nos dois grupos os cultivares utilizados como testemunhas foram mais produtivas. Para o florescimento as médias das famílias e das testemunhas foram semelhantes. Por outro lado, verificou-se que as famílias de ciclo normal foram mais suscetíveis do que as testemunhas, enquanto que as famílias precoce foram mais resistentes do que a cultivar Rosinha Precoce. Os valores dos ganhos com a seleção nos dois grupos foram pequenos e semelhantes.

A eficiência do látice nas análises individuais foi verificada para todos os caracteres na avaliação do grupo de ciclo normal, enquanto que no grupo precoce, apenas para a produtividade de grãos a eficiência não foi verificada. A eficiência do látice mostrou que a utilização desse delineamento ao invés dos blocos casualizados foi correta, pois havia heterogeneidade dentro do bloco.

TABELA 8. Resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento, reação a *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} e estimativas da herdabilidade no sentido amplo. Lavras, 1994.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Produtividade	Florescimento	<i>E. polygona</i>
Blocos	12	1784401,72**	27,86**	2128,26**
Tratament. (aj)	231	275097,87	4,52**	368,13**
Reg/Bl.	217	203456,05	4,15**	316,47**
Test.	1	6286777,88**	2,46	378,49**
Test vs Reg/Bl	13	1008528,49	10,81**	1270,02**
Erro/Bloco	12	509652,88	0,96	9,13
CV (%)		53,07	1,69	9,11
h^2_a (%)		-	76,50	97,35
Média Reg.		1265,10	57,70	30,60
Média Test.		1944,80	59,90	5,70
Fam. superior		3000,00	63,00	90,00
Fam. inferior		200,00	50,00	1,80

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{1/}: Os dados originais foram transformados para arco seno da raiz quadrada da percentagem da área da folha infectada por *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$).

Tabela 9. Resumos das análises conjuntas da variância da produtividade de grãos (kg/ha) e número de dias para o florescimento, avaliação apenas em Lavras para reação a *E. polygoni* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} e estimativas da herdabilidade no sentido amplo das famílias F₆ de ciclo normal. Lavras/Lambari, 1995.

FV	GL	QM (Lavras/Lambari)		<i>E. polygoni</i> (Lavras)	
		Produtividade	Florescimento	GL	QM
Locais	1	5707300,0**	1027,6**	-	-
Famílias	80	232400,0*	7,4**	80	245,35**
P x L	80	73200,0	1,4	-	-
Erro.efet.	272	155100,0	1,9	136	55,11
Média		2046,70	59,90		27,70
Carioca		2238,60	60,70		9,10
E. 201-Ouro		2441,50	59,40		22,00
CV(%)		19,24	2,30		26,80
Efic.		104,80	103,10		168,30
$h^2_a(\%)$ ^{2/}		31,00	71,90		75,00
$\Delta G(\%)$		1,80	6,50		8,00

*,**Significativos, respectivamente, nos níveis 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{1/}: Os dados originais foram transformados para arco seno da raiz quadrada da percentagem da área da folha infectada por *E. polygoni* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$).

^{2/}: Para o cálculo da herdabilidade foram utilizados apenas os dados das famílias.

TABELA 10. Resumo das análises conjuntas da variância da produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento, avaliação apenas em Lavras para a reação a *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$)^{1/} das famílias F₆ de ciclo precoce. Lavras/Lambari, 1995.

FV	Produtividade (Lavras/Lambari)		Florescimento (Lavras/Lambari)		<i>E. polygona</i> (Lavras)	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Locais	1	3808600**	1	115,5**	-	-
Famílias	24	236800*	24	3,9*	24	294,2**
P x L	24	105500	24	0,6	-	57,7
Erro médio	96 ^{3/}	139600	72	1,1	36	
Média		1908,0		56,8		27,7
R.Precoce		2198,8		55,8		30,8
CV(%)		19,6		1,9		26,8
h ² _a ^{2/}		35,5		73,0		70,0
ΔG(%)		2,6		7,5		7,6
Ef. Látice		-		114,5		177,6

*,**Significativos, respectivamente, nos níveis 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{1/}: Os dados originais foram transformados para arco seno da raiz quadrada da percentagem da área da folha infectada por *E. polygona* ($\text{arc sen } [A(\%)]^{1/2}$).

^{2/}: Para o cálculo da herdabilidade considerou-se apenas os dados das famílias.

^{3/}: Análise feita em blocos casualizados.

Após a avaliação em F₆, foram mantidas 24 famílias, sendo vinte de ciclo normal e quatro de ciclo precoce, que foram avaliadas no inverno de 1996, num único experimento (Tabela 11).

avaliadas no inverno de 1996, num único experimento (Tabela 11). Constatou-se diferenças significativas entre as famílias para todos os caracteres. A média para a produtividade de grãos foi alta, superando a cultivar Carioca. As famílias foram mais suscetíveis a *E. polygona* e mais precoces do que a testemunha.

As avaliações das famílias de ciclo normal nas gerações F_6 e F_7 , possibilitaram a simulação da seleção de quatro famílias com características agronômicas desejáveis da geração F_6 e verificar o comportamento das mesmas na geração F_7 . Portanto, foi possível estimar o ganho realizado com a seleção (2,30%), que foi semelhante ao ganho esperado (1,80%) (Tabela 12). Por meio do ganho realizado com a seleção estimou-se a herdabilidade realizada, que foi igual a 35,62%, sendo semelhante a herdabilidade estimada.

TABELA 11. Resumo das análises de variância para produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento e reação a *E. polygoni* das famílias F₇. Lavras, 1996.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Produtividade	Florescimento	<i>E. polygoni</i>
Repetições	2	448582,12	6,81	1,09
Famílias	24	209078,60*	4,53**	2,41**
Bloc/rep.	12	191010,91	1,76	0,24
Er. efetivo	36	109414,06	1,30	0,13
Média		2115,12	51,47	3,66
Carioca		2064,00	58,00	1,50
CV(%)		15,63	2,21	9,64
Ef. Látice		110,46	103,47	114,86

*,**Significativos, respectivamente, nos níveis de 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 12. Estimativas das herdabilidades e dos ganhos com a seleção estimados e realizados, com base na produção de grãos. Lavras/Lambari, 1995/1996.

Parâmetros	Estimativas
Herdabilidade sent. amplo (h^2)	33,30 %
Ganho com seleção (estim.)	1,80 %
Herdabilidade realizada (h^2_r)	35,62 %
Ganho realizado (GRS)	2,30 %

5 DISCUSSÃO

Através do método da hibridação são geradas populações segregantes de onde são selecionadas famílias que reúnem as características desejáveis que estão em genitores distintos. No presente trabalho, tentou-se combinar a resistência à várias raças de *Colletotrichum lindemuthianum* da linhagem (Carioca x TU) com a alta produção da linhagem L3272, uma vez que ambas são precoces. E, também, a resistência à várias raças do *C. lindemuthianum* e o tipo de grãos da linhagem ESAL 601 com a precocidade da linha L3272. Para o feijoeiro, no cultivo de inverno, o interessante é que os cultivares reúnem boa produtividade, porte arbustivo, precocidade, tipo de grãos aceitável pelo consumidor e resistência à antracnose e oídio.

Na execução de um programa de melhoramento visando cultivares adaptados ao cultivo de inverno no Sul de Minas Gerais é necessário que eles tenham tolerância ao frio na fase inicial da cultura. Assim sendo, as populações segregantes e suas famílias mantidas devem ser conduzidas em condições de ambiente que permitam uma forte pressão de seleção. Neste trabalho, as temperaturas reinantes durante a condução das populações segregantes e das famílias devem ter permitido a sobrevivência e predominância dos genótipos mais tolerantes, ampliando a probabilidade da seleção dos mesmos (Allard, 1971). Dos locais utilizados, Lambari foi o mais favorável para se proceder à seleção devido as menores temperaturas registradas nos dois primeiros meses dos experimentos (Tabela 7). Na seleção de plantas individuais que deram origem as famílias, foram mantidas

apenas aquelas com grãos dos tipos semelhantes aos da cultivar Carioca. Esse procedimento é justificado pela grande exigência do mercado consumidor e dos próprios produtores por grãos com essa cor. No entanto, a semelhança da cor dos grãos das famílias com as características do cultivar Carioca não é completa. Algumas famílias possuem tegumento de fundo bege com a tonalidade mais escura, enquanto que outras têm as listras marrons mais escuras. Quanto à cor do halo das sementes, em algumas famílias ele é amarelo escuro, em outras amarelo claro e um terceiro grupo com halo da mesma cor de fundo do tegumento, que são os desejados. É importante enfatizar que a cor dos grãos é um caráter onde estão envolvidos muitos genes (Gepts, 1988), o que dificulta a seleção.

Outro caráter considerado na seleção de plantas individuais foi o porte da planta. Com o cultivo do feijoeiro em extensas áreas aumentou o interesse por cultivares de porte ereto. Apesar de se tratar de um caráter quantitativo, a eficiência da seleção é alta, porque a variabilidade fenotípica é devida principalmente a causas genéticas (Santos e Vencovsky, 1986). Dentre as 230 famílias, 90 possuem hábito de crescimento I, 130 hábito II e apenas 10 possui hábito de crescimento III. O hábito II é o preferido por ser arbustivo e ter o potencial de apresentar produtividade equivalente às melhores de hábito III, como a testemunha, o cultivar Carioca. A preferência pelo porte arbustivo é devida a várias razões. A sua utilização facilita os tratos culturais, diminui os riscos de doenças, diminui as perdas da colheita e possibilita a colheita mecanizada, reduzindo os custos de produção (Teixeira, Ramalho e Abreu, 1996). As famílias de hábito I são mais precoces e por isso são menos produtivas. Entretanto, entre estas famílias foram constatadas três grupos. O Primeiro com famílias de plantas vigorosas, alto potencial produtivo e nível médio da resistência à *E. polygoni*; o

segundo com porte e produção média e o terceiro com famílias de porte reduzido, alta suscetibilidade ao oídio e pouco produtivas.

Na avaliação das 230 famílias não foram observadas diferenças significativas para a produtividade de grãos (Tabela 8). O elevado coeficiente de variação, indicando grandes erros associados às médias, não possibilitou a detecção de heterogeneidade entre as médias das famílias. O alto coeficiente de variação pode ser explicado pelo tamanho pequeno da parcela utilizada (1m²). Normalmente, nos ensaios de avaliação de famílias, a quantidade de sementes disponíveis é pequena, fazendo com que se utilize tamanhos de parcelas e números de repetições menores e, conseqüentemente, a precisão experimental é reduzida. Também em função dos erros experimentais, não foi possível estimar a variância genética entre médias de famílias e a herdabilidade. Contudo, isso não significa a ausência de variação genética entre as produções das famílias, pois a amplitude de variação foi muito elevada, de 200 a 3000 kg/ha (Tabela 8), indicando a possibilidade de seleção de linhagens com alto potencial produtivo.

A média das famílias foi inferior a média das testemunhas Carioca e EMGOPA 201-Ouro. Contudo um aspecto importante deve ser ressaltado. Uma vez que as famílias apresentaram diferentes níveis de tolerância ao frio na fase inicial da cultura, as famílias mais sensíveis mostraram um amarelecimento foliar, em virtude da ocorrência de temperaturas abaixo de 10°C entre dois e sete dias após a emergência. Em consequência, essas famílias apresentaram um atraso no seu desenvolvimento, o qual refletiu na fase adulta e, provavelmente, deve ter contribuído para torná-las menos produtivas (Santos e Ramalho, 1990). A ocorrência de oídio também contribuiu para a menor produção das famílias suscetíveis.

A obtenção de cultivares precoces é importante para reduzir os riscos da colheita coincidir com o período de chuvas mais intensas, durante o mês de novembro, no Sul de Minas Gerais,

que pode reduzir a produção e danificar o produto colhido. Além do mais o uso de cultivares precoces reduz os custos da irrigação e possibilita a implantação das culturas de verão na época normal. Para se avaliar a precocidade é utilizado o número de dias para o florescimento, porque é um caráter associado a precocidade e de fácil avaliação. As famílias diferiram quanto ao número de dias para o florescimento (Tabela 8). Algumas famílias foram dez dias mais precoces do que as testemunhas. A herdabilidade no sentido amplo foi alta indicando que maior parte da variação fenotípica é devida a causas genéticas. Esse resultado confirma o que é mencionado na literatura sobre a alta herdabilidade desse caráter e permite antever sucesso com a seleção de plantas precoces.

Considerando a ampla variação na produtividade de grãos e no número de dias para o florescimento, espera-se que possam ser selecionadas famílias com alto potencial produtivo e precoces. Contudo, na literatura, há resultados que mostram que existe dificuldade em se obter cultivares precoces produtivos. Na Colômbia, White e Singh (1991) constataram que, para cada dia de aumento da precocidade, o potencial de rendimento decresceu 74 kg/ha. Abreu et al. (1990a) verificaram correlação positiva de 0,51 entre produtividade e número de dias para o florescimento, evidenciando que as famílias mais produtivas foram também mais tardias. Resultados semelhantes foram relatados por Aggarwal e Singh (1973) e Rezende (1989). Por outro lado, resultados discordantes foram observados por Ramalho, Abreu e Santos (1993). Os autores registraram uma correlação negativa entre a produtividade de grãos e o número de dias para o florescimento. Os cultivares mais precoces foram os mais produtivos, sendo que, para cada dia de incremento na precocidade, a produtividade média aumentou 6,2 kg/ha. No presente trabalho, a correlação de (0,20**) pode ser considerada baixa. Além do mais, a grande variabilidade dos dois caracteres, permite a seleção de cultivares precoces e produtivos.

O oídio ou mildio-pulverulento, doença causada pelo fungo *Erysiphe polygoni*, é considerada uma doença secundária no feijoeiro. Entretanto, as condições ambientais favoráveis no inverno no Sul do Estado (temperatura amena e clima seco) e a fácil dispersão dos esporos, têm aumentado sua importância. Quando são utilizadas linhagens suscetíveis pode ocorrer redução na produção do grão até 50% (Schwartz, Katherman, Thung, 1981, Arriel, Santos e Ramalho, 1990). Assim sendo, a obtenção de cultivares resistentes é uma das alternativas para o aumento da produtividade nessa época de cultivo. As famílias diferiram quanto a reação a *E. polygoni*, e em média, foram mais suscetíveis do que as testemunhas. Devido a alta suscetibilidade da linhagem (Carioca x TU) e a suscetibilidade mediana da linhagem L3272, era esperada a ocorrência de materiais suscetíveis, elevando a média das famílias. Por outro lado, algumas das famílias apresentaram alto nível de resistência, semelhante aos cultivares Carioca e EMGOPA 201-Ouro. Um outro fato animador é a alta herdabilidade, indicando a chance de seleção de famílias resistentes ao patógeno.

Existe uma grande possibilidade de seleção de famílias precoces e resistentes ao patógeno *E. polygoni*, em função da ampla variabilidade nos dois caracteres. Entretanto, um problema que ocorreu, foi a correlação entre os caracteres de $-0,22^{**}$, que indica a associação entre a suscetibilidade ao patógeno e precocidade. Fato, aliás, bastante conhecido na literatura (Araújo et al., 1989, Ramalho, Santos e Abreu, 1993). Por outro lado, apesar da significância da correlação, o seu valor é relativamente baixo, indicando a possibilidade de famílias que possuam fenótipos desejáveis para os dois caracteres. Um fato animador é que mesmo entre famílias de hábito de crescimento I, que geralmente são altamente suscetíveis (Vieira, 1994), foram identificadas algumas que exibiram um nível intermediário de resistência.

A avaliação no inverno de 1994 permitiu a seleção de 79 famílias de ciclo normal e 24 de ciclo precoce. Estas famílias foram avaliadas separadamente, cada grupo em dois locais. Para as famílias de ciclo normal houve diferenças significativas em todas as características avaliadas (Tabela 9). As famílias apesar de apresentarem uma alta produtividade de grãos, não superaram as testemunhas. Os valores consideráveis da herdabilidade no sentido amplo para produtividade, mostram que existe possibilidade de seleção de famílias com alto potencial produtivo. Com relação ao florescimento, há chance de reduzir o ciclo com a seleção das mais precoces, pois a herdabilidade tem um alto valor. Concernente a reação a *E. polygoni*, houve uma redução na média das famílias, indicando que houve um ganho obtido com a seleção realizada na geração anterior, em acordo com as estimativas elevadas das herdabilidades.

Para as famílias precoces também foi detectada heterogeneidade em todos os caracteres avaliados (Tabela 10). A produção média foi relativamente elevada, mostrando a possibilidade de seleção de cultivares precoces e de alta produtividade. Quanto à suscetibilidade ao oídio, o desempenho das famílias precoces foi semelhante às de ciclo normal, havendo chance de seleção de algumas famílias com alto nível de resistência e ainda mais precoces.

Apesar dos valores das herdabilidades terem sido elevados, como foi comentado anteriormente, os ganhos com a seleção foram pequenos em ambos os grupos. Isso se deve ao fato de serem considerados na seleção caracteres como tipo de grão semelhantes aos da cultivar Carioca, quanto a cor e o tamanho, porte arbustivo e resistência ao *C. lindemuthianum* e ao *E. polygoni*, e não apenas a produtividade de grãos. Os ganhos no grupo de famílias precoces foram maiores em virtude da maior intensidade de seleção praticada.

Verificou-se diferenças significativas entre os locais. Este resultado era esperado pois os locais diferem muito,

principalmente quanto ao solo e a temperatura. Contudo, não foi constatada interação de genótipos por ambientes. Logo, houve consistência no comportamento das famílias nos dois locais. Dias et al. (1992) também não observaram a ocorrência de interação significativa. Já Santos e Ramalho (1990), Santos, Ramalho e Abreu (1993) observaram interação significativa.

As vinte e quatro famílias mantidas da geração anterior foram avaliadas em 1996. As famílias diferiram para todos os caracteres (Tabela 11). A alta média para produtividade de grãos e a média relativamente baixa quanto a *E. polygoni* das famílias, possibilitam a escolha de famílias com alto potencial produtivo e com resistência ao patógeno. Com relação ao número de dias para o florescimento, era esperada a heterogeneidade das famílias, pois foram avaliadas simultaneamente genótipos precoces e de ciclo normal. Vale ressaltar, que não foi observada antracnose em nenhuma família, apenas na testemunha Carioca que é suscetível. Fato, aliás, esperado, uma vez que as famílias resistentes haviam sido selecionadas em casa de vegetação para resistência à raça 81 de *C. lindemuthianum*.

Os valores das herdabilidades estimadas e realizadas foram semelhantes (Tabela 12). Isso indica que as estimativas livres da interação de genótipos por ambientes fornecem estimativas mais precisas dos genótipos avaliados (Allard, 1971). Os ganhos realizados e estimados também foram semelhantes. As estimativas dos ganhos no presente trabalho são inferiores as relatadas por Abreu et al. (1990b) e Takeda (1990). No entanto, a escolha das famílias não se basearam somente na produtividade de grãos, como aconteceu nos trabalhos citados, mas também no tipo de grão, porte e resistência aos patógenos *Colletotrichum lindemuthianum* e *Erysiphe polygoni*.

Considerando o tipo de grão semelhante ao Carioca, o porte arbustivo, a resistência ao oídio e a antracnose, foram selecionadas quatro famílias do cruzamento L3272 e Carioca x TU,

as quais são portadoras do alelo Mex3., e duas do cruzamento L3272 x ESAL 601, portadoras do alelo Are. Essas famílias poderão ser utilizadas em futuros programas de melhoramento no Sul de Minas.

6 CONCLUSÕES

1) A grande variabilidade genética existente permitiu selecionar famílias tolerantes ao frio, de hábito de crescimento arbustivo, precoce, com resistência a *Colletotrichum lindemuthianum* e a *Erysiphe polygoni*, alto potencial produtivo e com tipo de grão semelhante ao do cultivar Carioca;

2) Foram selecionadas quatro famílias da população L3272 x (Carioca x TU) e duas da população L3272 x ESAL 601, as quais poderão servir como germoplasma promissor para futuros programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, E.A.; SANTOS, J.B. dos. Seleção de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) precoce com grãos tipo carioca e resistentes a antracnose. **Ciência e Prática**, Lavras, v.14, n.1, p.72-82, jan./abr. 1990a.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PEREIRA-FILHO, I.A. Effect genotype x environment interaction on estimations of genetic and phenotypic parameters of common beans. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.13, n.1, p.75-82, mar. 1990b.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Desempenho e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão em algumas localidades do Estado de Minas Gerais no período de 1989-1991. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.1, p.18-24, jan./mar. 1992.
- AGGARWAL, V.D.; SINGH, T.P. Genetic variability and interrelation in agronomic traits in Kidney-bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **The Indian Journal Agricultural Science**, New Delhi, v.43, n.9, p.845-849, Sept. 1973.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1971. 379p.
- ARAÚJO, G.A. de A.; VIEIRA, C.; COSTA, C.R.; OLIVEIRA, F. de; LIMA, C.A.J.; VIEIRA, R.F.; CHAGAS, J.M. Comportamento de cultivares precoces de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.36, n.203, p.106-114, jan./fev. 1989.
- ARRIEL, E.F.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Análise dialéctica do número de dias para o florescimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p.759-763, maio. 1990.
- ARRIEL, E.F.; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Efeito do oídio no rendimento da cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.6, p.849-852, jun. 1991.

- CASALI, V.W.D.; TIGCHELAAR, E.C. Computer simulation studies comparing pedigree, bulk and single seed descent selection in self pollinated populations. *Journal American Society Horticultural Science*, Mount, v.100, n.4, p.364-367, Apr. 1975.
- COYNE, D.P. Genetic control of a photoperiod temperature response for time of flowering in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Science*, Madison, v.10, n.2., p. 246-248, Mar./Apr. 1970.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.D. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa:UFV, 1994. 390p.
- DIAS, D.A.; SANTOS, J.B.; dos, RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Seleção de progênies de feijoeiro adaptadas ao cultivo no inverno do Sul de Minas Gerais, na população Rio Tibagi x Carioca 300 v. *Ciência e Prática*, Lavras, v.16, n.1, p.68-73, jan/mar. 1992.
- DICKSON, M.H. Breeding beans, *Phaseolus vulgaris*, for improved germination under unfavorable low temperature conditions. *Crop Science*, Madison, v.11, n.6, p.845-850, Nov./Dec. 1971.
- DICKSON, M.H. e BOETTGER, M.A. Emergence, growth, and blossoming of bean (*Phaseolus vulgaris*) at suboptimal temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.109, n.2, p.257-260, Mar./Apr. 1984.
- DICKSON, M.H. e PETZOLDT, R. Inheritance of low temperature tolerance in beans at several growth stages. *Hort Science*, Alexandria, v.22, n.3, p.481-483, June. 1987.
- FEHR, W.R. *Principles of cultivar development: theory and technique*. New York: Macmillan Publishing Company, 1987, 525p.
- GEPTS, P. Provisional linkage map of common bean. *Annual Report of the bean improvement cooperative*, New York, v.31, p.20-24, 1988.
- GONÇALVES, P.R. *Obtenção de linhagens de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) com grão tipo carioca e resistentes a antracnose e mancha angular*. Lavras: UFLA, 1995. 65p. (Dissertação- Mestrado em Genética e melhoramento de Plantas).
- HARDWICK, R.C. The emergence and early growth of French and runner beans (*Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus coccineus*) sown on different dates. *Journal of Horticultural Science*, Kent, v.47, p.395-410, Jan. 1972.

- HOLUBOWICZ, R.; DICKSON, M.H. Cold tolerance in beans (*Phaseolus spp.*) as analyzed by their exotherms. *Euphytica*, Wageningen, v.41, n.1/2, p.31-37, Jan./May. 1989.
- JENSEN, N.F. *Plant breeding methodology*. New York: Wiley-Interscience publication, 1988. 676p.
- KEMP, G.A. Initiation and development of flowers in beans under suboptimal temperature conditions. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.58, n.1, p.160-174, Jan. 1978.
- KOOISTRA, E. Germinability of beans (*Phaseolus vulgaris*) at low temperature. *Euphytica*, Wageningen, v.20, n.2, p.208-213, May. 1971.
- MELO, L.C. Escolha de genitores visando a obtenção de cultivares de feijoeiro tolerantes à baixa temperatura na fase adulta. Lavras: UFLA, 1996. 80p. (Dissertação - Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas).
- MENDONÇA, H.A.de. Controle genético da reação ao fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib. e da cor de halo em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: UFLA, 1996. 60p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MOHAN, S.K., BIANCHINI, A., MENEZES, J.R. Orientações para o controle de doenças do feijoeiro no Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 1981. 12P. (IAPAR. Informe de pesquisa, 39).
- MOURA, P.A.M.; PAIVA, B.M.; REZENDE, L.M.A. Aspectos econômicos da cultura do feijão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.67-72. 1994.
- OLIVEIRA, L.B. Alternativas na escolha dos parentais em um programa de melhoramento do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1995. 67p. (Dissertação-Mestrado Genética e Melhoramento de plantas).
- OTTONI, J.P.; COSTA, G.R.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Avaliação de progênies de feijão em relação a germinação sob condições de temperatura baixa. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, Goiânia, 1996. *Resumos ...* Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1996. p.338.
- OTUBO, S.T. Controle genético da tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) à baixas temperaturas na fase de germinação. Lavras: ESAL, 1994. 50p. (Dissertação - Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas).

- PASTOR-CORRALES, M.A.; ERAZO, O.A.; ESTRADA, E.I.; SINGH, S.P. Inheritance of anthracnose resistance in common bean accession G2333. *Plant Disease*, St. Paul, v.78., n.10, p.959-962, Oct. 1994.
- PINTO, R.J.B. *Introdução ao melhoramento genético de plantas*. Maringá: Universidade Federal de Marngá, 1995. 275p.
- POMPEU, A.S.; DUDIENAS, C.; ITO, M.F. Linhagens de feijoeiro resistentes ao fungo da antracnose (*Colletitrichum lindemuthianum*) obtidas pelo uso dos genes Mex.2 e Mex3. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v.18, n.3/4, p.220-226, Jul/Dez. 1992.
- POMPEU, A.S.; ITO, M.F.; DUDIENAS, C. Localização de novas fontes de resistência no feijoeiro ao fungo da antracnose (*Colletitrichum lindemuthianum*). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993, **Resumos ...** Londrina: IAPAR, 1993. (Resumo n.41).
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; SANTOS, P.S. J. dos. Importância das interações genótipos x época de semeadura, ano e local na avaliação de cultivares de feijão na região sul e alto paranaíba em Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, Goiânia, 1996. **Resumos ...** Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1996.p.344.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.de F.B., SANTOS, J.B. dos. Desempenho de progênies precoces de feijoeiro em diferentes locais e épocas de plantio. *Revista Ceres*, Viçosa, v.40, n.229, p.272-280., maio./jun. 1993.
- RAMALHO, M.A.P.; PINTO, C.A.B.P.; SANTA CECÍLIA, F.C. Avaliação de amostras de feijão Roxo e seleção de progênies. *Ciência e Prática*, Lavras, v.6, n.1, p.35-44, jan./ jun.1982.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; dos, ZIMMERMANN, M.J. **Genética quantitativa em plantas autógamias**. Goiânia: UFG, 1993, 271p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos. Melhoramento do feijão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.90, p.16-19, jun. 1982.
- RAMALHO, M.A.P.; VENCOVSKY, R. Estimação dos componentes da variância genética em plantas autógamias. *Ciência e Prática*. Lavras, v.2, n.2, p.117-140, jul./dez. 1978.

- RESENDE, M.A.V. Seleção de progênies de feijoeiro resistente a *Colletitricum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib, na população ESAL 501 x To. Lavras: ESAL, 1989. 68p. (Dissertação - Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas).
- RESENDE, V.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Comportamento de linhagens de feijão com relação ao nível de resistência ao oídio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, Goiânia, 1996. Resumos ... Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1996.p.329.
- SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Melhoramento do feijoeiro para as condições de várzeas. Primeira avaliação de progênies no inverno de 1986. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2, Goiânia, 1987. Resumos ... Goiânia, CNPAP/EMBRAPA, 1987. p.134.
- SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Seleção de progênies de feijoeiro adaptadas às condições de outono e inverno no Sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.11, p. 1655-1661, nov. 1990.
- SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P., ABREU, A.F.B. Seleção de progênies adaptadas ao inverno do sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória, 1990. Resumos ... Vitória: EMCAPA, 1990. p.231.
- SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Seleção de progênies de feijoeiro na população Rio Tibagi x ESAL 501 adaptadas as condições de inverno do Sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.9, p.509-513, abr. 1993.
- SANTOS, J.B. dos; VENCovsky, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.9, p.957-963, set. 1986.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. Brasília:EMBRAPA-SPI, 1994. 300P.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A., COSTA, J.G.C. Resistência do feijoeiro comum ao oídio (*Erysiphe polygoni*): resultados preliminares. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993, Resumos ... Londrina: IAPAR, 1993.
- SCHWARTZ, H.F.; KATHERMAN, M.J.; THUNG, M.D.T. Yield response and resistance of dry beans to powdery mildew in Colombia. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v.65, n.3., p.737-738, Jul. 1981.

- SILVA, O.F. da. **O feijão de inverno: Aspectos Econômicos da Cultura em Goiás.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995.32p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 57).
- SOUZA JÚNIOR, C.L. de. **Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal.** Piracicaba: FEALQ, 1989. 134p.
- STUSHNOFF, C.; FOWLER, D.B.; BRULE-BABEL, A. **Breeding and selection for resistance to low temperature.** In:_____. **Plant Breeding - A contemporary basis.**, Oxford: Pergamon Press, 1984. p.115-136.
- TAKEDA, C. **Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento 'ESAL 501' x 'A354' em diferentes ambientes.** Lavras: ESAL, 1990, 82p. (Dissertação - Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas).
- TEIXEIRA, F.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. **Estimativa do número de genes envolvidos no controle da floração do feijoeiro usando a metodologia de Jinks e Towey.** *Ciência e Prática*, Lavras, v.19, n.3, p.335-338, jul./set. 1995.
- VIANNA, R.T.; SILVA, J.C. **Comparação de três métodos estatísticos de análises de variância em experimentos em "Látice" em milho (Zea mays L.).** *Experientiae*, Viçosa, v.24, n.2, p.21-41, fev. 1978.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento.** Viçosa: UFV, 1983. 220p.
- VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A.; CHAGAS, J.M. **Efeitos das datas de plantio sobre o feijão cultivado no "outono-inverno".** *Revista Ceres*, Viçosa, v.26, n.6, p.863-873, jun. 1991.
- VIEIRA, C.; ARANTES, H.A.G.; CRUZ, C.D.; ARAÚJO, G.A. de A. **Triagem de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em busca de fontes de tolerância à baixa temperatura.** *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.3, p.295-305, jul./set. 1994.
- VIEIRA, C. **Principais doenças do feijoeiro no inverno.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.46-62. 1994.
- VON PINHO, R.G. **Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à baixas temperaturas na fase de germinação e emergência.** ESAL: Lavras, 1990. 86p. (Dissertação - Mestrado Genética e melhoramento de Plantas).

WHITE, J.W.; SINGH, S.P. Sources and inheritance of eraliness in tropically adapted indeterminate commom bean. *Euphytica*, Wageningen, v.55, n.1,p.15-19, May. 1991.