



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**SELEÇÃO NATURAL E A INTERAÇÃO
FAMÍLIAS X LOCAIS NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

LUÍS HENRIQUE PIROLA

2000

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

12.11.1971

48934

MFN 34292

LUÍS HENRIQUE PIROLA

**SELEÇÃO NATURAL E A INTERAÇÃO
FAMÍLIAS X LOCAIS NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

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

Orientador

Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

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

Pirola, Luís Henrique

Seleção natural e a interação famílias x locais na cultura do feijoeiro / Luís
Henrique Pirola. -- Lavras : UFLA, 2000.

52 p. : il.

Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão - *Phaseolus vulgaris*. 2. Método Bulk. 3. Interação genótipo x
ambiente. 4. Avaliação de família. 5. Seleção natural. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-635.6523

LUÍS HENRIQUE PIROLA

**SELEÇÃO NATURAL E A INTERAÇÃO
FAMÍLIAS X LOCAIS NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

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

APROVADA em 24 de fevereiro de 2000

Dr^a. Ângela de Fátima Barbosa Abreu

EMBRAPA – EPAMIG

Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

UFLA



Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais, Luiz e Therezinha;

Aos meus irmãos, Paulo e Ana;

Ao meu cunhado Alexandre

À minha sobrinha Carolina;

que com compreensão, amor, carinho e dedicação direcionaram

os meus caminhos e abriram as portas do meu futuro,

iluminando a minha vida com a luz mais brilhante que puderam

encontrar: o estudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, proteção e por ter permitido mais esta vitória.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Biologia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A FAPEMIG pelo financiamento deste trabalho.

Ao professor e orientador Magno Antonio Patto Ramalho, pelo incentivo, estímulo, apoio, disponibilidade, paciência e pelos grandes ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho. Sinto-me premiado, orgulhoso e seguro de que tive uma excelente formação profissional.

Aos Co-orientadores Ângela de Fátima Barbosa Abreu e José Eustáquio S. Cameiro, pela amizade, apoio, revisão crítica e valiosas informações que engrandecem esse trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Biologia.

Ao Núcleo de Estudos de Genética (GEN) pelo apoio e pelos eventos que contribuíram para a minha formação tanto profissional como pessoal.

Aos colegas do curso de Genética e Melhoramento de Plantas pelo convívio e amizade.

Aos funcionários da Epamig (Fazenda Experimental de Patos de Minas e de Lambari) pelo auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA pelo atendimento e atenção dispensada.

A todos que estiveram presentes e que contribuíram, de alguma maneira, para o êxito desse trabalho.

As Três Peneiras...

Olavo foi transferido de projeto.

Logo no primeiro dia, para fazer média com o novo chefe, saiu-se com esta:

- Chefe, o senhor nem imagina o que me contaram a respeito do Silva. Disseram que ele ...

Nem chegou a terminar a frase, e o chefe, apartou:

-Espere um pouco, Olavo. O que vai me contar já passou pelo crivo das Três Peneiras?

- Peneiras? Que Peneiras, Chefe?

- A primeira, Olavo, é a da VERDADE.

Você tem certeza de que esse fato é absolutamente verdadeiro?

- Não. Não tenho, não. Como posso saber? O que sei foi o que me contaram. Mas eu acho que...

E, novamente, Olavo é interrompido pelo chefe:

- Então sua história já vazou a primeira peneira.

Vamos então para a segunda peneira, que é a da BONDADE.

O que você vai me contar, gostaria que os outros também dissessem a seu respeito?

- Claro que não! Deus me livre, Chefe!

- diz Olavo, assustado.

- Então, - continua o chefe - sua história vazou a segunda peneira.

Vamos ver a terceira peneira, que é a da NECESSIDADE.

Você acha mesmo necessário me contar esse fato ou mesmo passá-lo adiante?

- Não chefe. Pensando desta forma, vi que não sobrou nada do que eu iria contar - fala Olavo, surpreendido.

-Pois é Olavo! Já pensou como as pessoas seriam mais felizes se todos usassem essas peneiras?- diz o chefe sorrindo e continua:

- Da próxima vez em que surgir um boato por ai, submeta-o ao crivo das Três Peneiras:

VERDADE - BONDADE - NECESSIDADE

Antes de obedecer ao impulso de passá-lo adiante, porque:

PESSOAS INTELIGENTES FALAM SOBRE IDÉIAS

PESSOAS COMUNS FALAM SOBRE COISAS

PESSOAS MESQUINHAS FALAM SOBRE PESSOAS

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Métodos de Melhoramento do feijoeiro.....	03
2.2 Método da População ou “bulk”	04
2.3 Interação Genótipos x Ambientes.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Material utilizado.....	15
3.2 Locais de avanço dos “bulk’s”	15
3.3 Obtenção das famílias F _{14:16}	16
3.4 Avaliação das famílias da geração F _{14:16}	16
3.5 Dados anotados.....	17
3.6 Análise de variância dos dados.....	19
3.7 Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos.....	22
4 RESULTADOS.....	25
5 DISCUSSÃO.....	38
6 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS	50

RESUMO

PIROLA, Luis Henrique. Seleção natural e a interação famílias x locais na cultura do feijoeiro. Lavras: UFLA, 2000. 52p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)*

Durante a condução das populações segregantes de plantas autógamas, pelo método da população, a seleção natural atua e há evidências de que é no sentido de manter os indivíduos com maior produtividade de grãos. Um questionamento que surge é se a ação da seleção natural preserva os indivíduos que são mais adaptados apenas ao ambiente em que ocorreu o avanço das gerações, isto é, contribui para incrementar a interação genótipos x ambientes, no momento da avaliação das famílias. Para comprovar esse fato, foi realizado esse trabalho, utilizando famílias oriundas de uma população segregante do cruzamento entre os cultivares de feijão Carioca MG x ESAL 686, avançada pelo método da população até a geração F_{14} , em três locais distintos do estado de Minas Gerais: Lavras, Lambari e Patos de Minas. Da população de cada local foram retiradas, aleatoriamente, 47 famílias $F_{14:15}$ entre as plantas que possuíam grãos tipo Carioca, que foram posteriormente multiplicadas, obtendo famílias $F_{14:16}$. Essas famílias, juntamente com três testemunhas, foram avaliadas nos três locais onde ocorreu o avanço das gerações, na safra das águas de 1998/1999, utilizando o delineamento látice triplo 12×12 . Foram avaliados a produtividade de grãos (g/parcela), severidade de mancha angular e tipo de grão. Para produtividade de grãos, a variância da interação famílias x locais foi de magnitude elevada e superior à variância genética entre as famílias. O desempenho médio das famílias, por origem, variou entre os locais de avaliação, e de um modo geral a média foi superior quando o local de avaliação coincidiu com o do avanço da população. Todas as estimativas dos parâmetros utilizados mostraram que na condução de populações segregantes pelo método da população, a seleção natural atua preservando os indivíduos mais adaptados para o ambiente em que ocorreu o avanço da mesma.

*Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho

ABSTRACT

PIROLA, Luís Henrique. Natural selection and the interaction families x sites in bean culture. Lavras: UFLA, 2000. 52p. (Dissertation – Master in Genetics and Plant Breeding)*

During the conduction of the segregating populations of self - fertilized plants by the bulk method, natural selection acts and there is evidence that it is in the sense of maintaining the highest grain - yielding individuals. A disputation which appears is whether the action of natural selection preserves the individuals which are most adapted to the environment in which the advancement of generations has occurred, that is, contributed to enhance the interaction genotypes x environments, at the moment of the evaluation of the families. To corroborate which this fact, that work was achieved, by utilizing families coming from a segregating family from the cross between the bean cultivars Carioca MG x ESAL 686, advanced by the bulk method up to generation F_{14} at three distinct sites of the state of Minas Gerais: Lavras Lambari and Patos de Minas. In the population of each site were randomly withdrawn 47 families $F_{14:15}$ among the plants which possessed Carioca - type grains and which were afterwards multiplied obtaining families $F_{14:16}$. Those families together with three checks were evaluated at the three sites where the advancement of the generations occurred in the rainy crop of 1998/99, by utilizing the 12 x 12 triple lattice design. Grain yield (g/plot), severity of angular spot and grain type were evaluated. For grain yield, the variance of the interaction families x sites was of high magnitude and superior to the genetic variance among the families. The average performance of the families per origin ranged among the places of evaluation and in general the mean was superior when the place of evaluation coincided with the one of the population's advancement. All the estimates of the parameters utilized show that over the conduction of segregating populations by the bulk method, natural selection acts by preserving the individuals most adapted to the environment in which the advancement of them occurred.

*Guidance: Magno Antonio Patto Ramalho

1 INTRODUÇÃO

Os melhoristas de plantas autógamas dispõem de alguns métodos para a condução das populações segregantes. Entre estes, o método da população ou “bulk” é muito utilizado, sobretudo pela sua facilidade e versatilidade de condução. Por este método, a partir da geração F_2 as plantas são colhidas, suas sementes são misturadas e uma amostra é utilizada para obter a geração seguinte. Esse processo repete-se até a geração F_3 , F_6 ou até mesmo em gerações mais avançadas, quando são retiradas famílias para serem avaliadas em experimentos com repetição.

Durante a condução, a população segregante sofre a ação da seleção natural. A pergunta que se faz é se essa seleção atua na direção desejada pelos melhoristas ou não. Sabe-se que para certos caracteres como hábito de crescimento e ciclo, nem sempre ela ocorre na direção almejada. Contudo, para produtividade de grãos, tem sido comprovado que a seleção natural contribui para manter indivíduos mais produtivos (Hamblin, 1977; Allard, 1988 e Corte 1999).

Um outro questionamento que surge é se a ação da seleção natural preserva os indivíduos que são mais adaptados apenas ao ambiente em que ocorreu o avanço da população segregante. A comprovação desse fato é especialmente importante para as condições tropicais devido a sua maior heterogeneidade ambiental (Paterniani, 1999), e para uma espécie como o feijoeiro, que possui uma ampla diversidade de condições de cultivo. Infelizmente, são escassas as informações a esse respeito e os trabalhos até então realizados foram conduzidos com trigo (GREGAN e BUSCH, 1978) e *Phaseolus lunatus* L. (Tucker e Harding, 1974), em condições temperadas, e não foram conclusivos.

Para verificar se a seleção natural preserva indivíduos que são mais adaptados a determinado ambiente, foi realizado esse trabalho, utilizando famílias oriundas de uma população segregante do feijoeiro, avançada pelo método da população até a geração F_{14} , em três locais distintos do Estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Métodos de Melhoramento do Feijoeiro

O feijoeiro é uma planta tipicamente autógama, em que a ocorrência da cleistogamia torna a autofecundação seu sistema quase obrigatório de reprodução. A taxa de fecundação cruzada já foi estimada em inúmeras oportunidades e é, quase sempre, inferior a 5% (Ortega, 1974; Pereira Filho e Caravani, 1984; Marques Júnior e Ramalho, 1995). Assim, os métodos de melhoramento aplicáveis ao feijoeiro são aqueles comuns às plantas autógamas; estes são descritos com detalhes em várias publicações (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Fehr, 1987 e Börem, 1998).

Os métodos de melhoramento normalmente utilizados na cultura do feijoeiro se enquadram em duas categorias. A primeira visa utilizar a variabilidade natural disponível no material em uso pelos agricultores. Isto é, no caso do feijoeiro, que é uma cultura tipicamente de subsistência, os agricultores normalmente reutilizam os grãos colhidos como semente para plantio da safra seguinte. Com esse processo sendo repetido por vários cultivos, é esperado que ocorra grande variabilidade advinda de mutações e cruzamentos naturais que, mesmo sendo em frequência muito baixa, considerando o grande número de plantas que são anualmente cultivadas, toma uma magnitude expressiva. Para aproveitar essa variabilidade, tem sido utilizado o procedimento denominado de seleção de linhas puras. Detalhes sobre a condução de seleção de linhas puras não serão comentados aqui e são apresentados por Ramalho, Santos e Zimmermann (1993).

A segunda alternativa visa a geração de variabilidade por meio de cruzamentos artificiais. Este é o processo mais freqüente em todos os programas de melhoramento de feijoeiro que se encontram em andamento. Na condução de

um programa de melhoramento por hibridação, há algumas etapas a serem vencidas. A primeira é a escolha dos genitores. Nesse sentido, há algumas opções que são tratadas com detalhes por Baenziger e Peterson (1991) e Abreu (1997). Uma segunda etapa é definir como serão efetuados os cruzamentos, se biparentais, triplo, duplo ou múltiplo, entre outras opções que são discutidas por Fehr (1987).

Uma vez escolhidos os genitores e como eles serão cruzados para a obtenção da população segregante, o próximo passo é definir o método de condução dessas populações. Vários são os métodos de condução das populações. Detalhes sobre esses métodos são encontrados em várias publicações (Fehr, 1987; Borém, 1998; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Neste tópico, a ênfase será dada para o método da população, que é o objetivo principal do trabalho.

2.2 Método da População ou “Bulk”

O método da população, também denominado “bulk”, foi inicialmente proposto por Nilsson-Ehle, em 1908, na Suécia, para a cultura do trigo. Observou-se que o método permitia o cultivo de grandes populações, aumentando a probabilidade de ocorrerem plantas com alta produtividade e mais resistentes ao frio. O método consiste em, a partir da geração F_2 , colher as plantas conjuntamente e tomar uma amostra de sementes para gerar a população F_3 . O processo se repete normalmente até a geração F_5 ou F_6 quando então, o bulk é “aberto”, ou seja, são colhidas plantas individuais, que darão origem às famílias para serem avaliadas em experimentos com repetição, visando identificar as melhores linhagens.

Entre as vantagens desse método, a mais evidente é a facilidade de condução. Uma outra vantagem é a flexibilidade, isto é, se numa dada safra os

melhoristas têm grande número de famílias a serem avaliadas, poderão postergar a abertura do bulk por uma ou mais gerações sem alterar suas propriedades genéticas. Uma terceira vantagem, normalmente relatada por vários autores, é a ação da seleção natural (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Fehr, 1987 e Bórem, 1998).

A principal desvantagem do “bulk” está relacionada a perdas de combinações genotípicas favoráveis devido a problemas de amostragem (Fehr, 1987; Kervella e Fouilloux, 1992). Uma outra desvantagem é o efeito da competição entre plantas que pode atuar diminuindo a frequência de plantas com alelos favoráveis para certos caracteres, tais como porte ereto e precocidade.

Quando uma população segregante é avançada em “bulk” por algumas gerações, ela sofre a ação da seleção natural, como anteriormente descrito. Um questionamento que surge normalmente é se essa seleção será benéfica ou não para os melhoristas. Alguns trabalhos foram conduzidos visando elucidar esse fato. Um dos primeiros foi realizado por Suneson (1949) com cevada. Para isso, ele misturou, em igual proporção, sementes de quatro cultivares e observou o que ocorria com as sucessivas gerações. Constatou que após dezesseis anos de cultivos sucessivos, duas das quatro cultivares praticamente desapareceram por apresentarem menor capacidade competitiva. O curioso é que uma dessas cultivares era a mais produtiva e mais tolerante aos patógenos de folha, quando em cultivo isolado.

Um experimento de maior duração a esse respeito vem sendo conduzido com cevada. Esse trabalho iniciou-se em 1929, com um composto denominado CC II sintetizado em 1928, proveniente de um dialelo de 28 cultivares, resultando em 387 híbridos F_1 , que foram misturados. A cada geração eram semeadas cerca de 15.000 sementes em bloco isolado. Do material colhido, cerca de 400.000 sementes por geração, parte era armazenada, e a outra parte era

utilizada na semeadura do ciclo seguinte. O processo se repete até os dias de hoje.

Relatos sobre o que ocorreu nas primeiras 50 gerações submetidas à ação da seleção natural foram apresentados por Allard (1988). Após algumas gerações, o material armazenado dos ciclos sucessivos foi cultivado em experimentos com repetições conduzidos em alguns períodos nos anos de 1960/63, 1965/69 e 1976/82. Nesse trabalho, estudou-se o efeito das sucessivas gerações em vários caracteres, comparando-os com uma cultivar testemunha. Entre os caracteres quantitativos, a maior ênfase foi dada à produtividade de grãos, peso de 1.000 sementes e número de dias para o florescimento. No caso de produção de grãos, constataram-se mudanças expressivas no decorrer das gerações.

Nas gerações iniciais, as produções de grãos das populações foram quase 60% da produção relativa, chegando a 95% da testemunha já nas gerações F_{15} a F_{20} . A alteração na média populacional, devido à ação da seleção natural, variou entre os períodos, entretanto ela foi, em média, de 2 a 3% por geração, com uma ligeira redução nas gerações mais avançadas. No caso do peso de 1.000 sementes, os resultados acompanharam o da produtividade de grãos, especialmente até a vigésima geração, quando então se estabilizaram. A partir daí, o aumento no número de sementes por planta é que explicou os incrementos na produtividade de grãos. No que se refere ao ciclo, o efeito não foi muito pronunciado. Foi detectado um aumento de apenas três dias no número de dias para o início do florescimento nas sucessivas gerações. O autor salientou que a seleção natural atuou preferencialmente sobre indivíduos com maior estabilidade de produção, isto é, aqueles indivíduos que mantiveram produtividade tanto em condições favoráveis quanto em condições menos favoráveis.

No caso específico da cultura do feijoeiro, também foram conduzidos trabalhos visando verificar o efeito da seleção natural. Em um desses trabalhos

conduzidos no Brasil, Cardoso e Vieira (1976) avaliaram o comportamento de dois compostos oriundos da mistura de seis cultivares diferindo nas cores e tamanho dos grãos. Inicialmente foram misturadas as sementes, em igual proporção, de cada cultivar. Era contada a proporção de grãos colhidos de cada cultivar e uma amostra era utilizada para a semeadura da safra seguinte. Em um dos compostos (Figura 1a), os cultivares 37-R e Rico-23 praticamente dominaram os demais. No outro composto (Figura 1b), até a terceira semeadura, esses mesmos cultivares predominaram, contudo, a partir daí o cultivar Ricopardo 896 substituiu o '37-R'. Os cultivares mais produtivos e com sementes pequenas tiveram melhor capacidade de competição em mistura. No entanto, os autores salientaram que devem existir outros fatores, imperceptíveis, que também influenciaram a capacidade de competição.

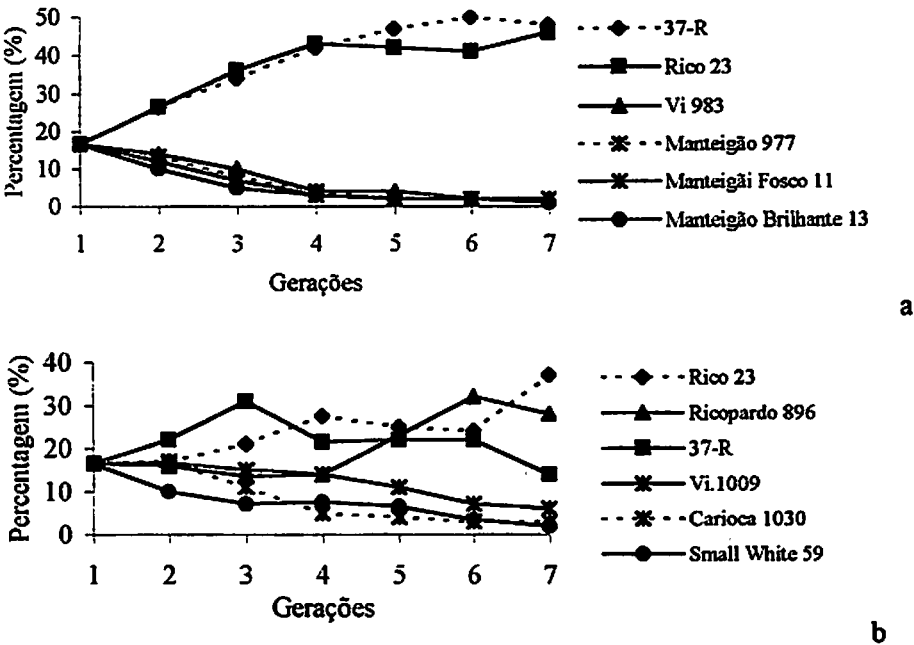


FIGURA 1. Modificações percentual, da constituição de dois compostos (a e b) de feijão, em seis plantios sucessivos (Fonte: Cardoso e Vieira (1976).

Quatro populações segregantes de feijão conduzidas em “bulk”, de F_2 a F_6 , foram avaliadas em experimento conduzido na Holanda. Ficou evidenciado que ocorreu aumento expressivo na produtividade de grãos apenas no caso das populações segregantes com menor média. Hamblin (1977) argumentou que isso ocorreu porque nas populações de menor produtividade ocorrem, certamente, indivíduos menos adaptados, cuja frequência vai sendo reduzida ao longo das gerações em detrimento dos mais adaptados. Também observou que o efeito da seleção natural não necessariamente conduz a obtenção de sementes menores, como havia sido relatado anteriormente pelo mesmo autor (Hamblin, 1975).

Em trabalho semelhante conduzido por Corte (1999) com a cultura do feijoeiro no Brasil, seis populações segregantes e as respectivas linhagens genitoras foram avaliadas em sucessivas gerações para verificar se a seleção natural atua na direção desejada pelos melhoristas. As populações foram provenientes do cruzamento de duas linhagens precoces, ESAL 686 e Manteigão Fosco, com três de ciclo normal, Carioca MG, Milionário e Ouro. As seis populações segregantes com as cinco linhagens genitoras foram avaliadas em experimentos conduzidos da geração F_2 até a F_{18} , pelo método da população ou “bulk”, no delineamento de blocos ao acaso, em três locais de Minas Gerais, Lavras, Lambari e Patos de Minas, e três épocas de semeadura durante o ano. Na colheita, as sementes de cada população eram misturadas, retirando-se uma amostra ao acaso para dar origem à geração seguinte. Utilizando os dados médios de produtividade de grãos, foram estimados os coeficientes de regressão linear (b) entre as gerações (variável independente) e a diferença entre o desempenho médio das populações e das duas linhagens genitoras. Constatou-se que a seleção natural atuou em todas as populações segregantes, nos três locais, contribuindo com aumento na produtividade de grãos, em média, de 2,4% por geração, em relação à média da população inicial avaliada.

Dando continuidade ao trabalho de Corte (1999) para a obtenção de informações sobre o efeito da seleção natural nos diferentes caracteres da cultura do feijoeiro, Gonçalves et al. (1999) utilizaram três populações segregantes, conduzidas pelo método bulk até a geração F_{13} . Todas essas gerações, F_2 a F_{13} , de cada um dos três cruzamentos, foram avaliadas simultaneamente. Observou-se, com o avanço das gerações, que as plantas de hábito determinado, provavelmente por serem menos competitivas, foram sendo gradativamente eliminadas. Depreende-se, então, que quando o objetivo é obter linhagens de hábito determinado, em população que estiver segregando para esse caráter, o método da população não deve ser utilizado. No caso do peso de 100 grãos, os resultados foram semelhantes ao do hábito de crescimento, isto é, a proporção de grãos grandes foi drasticamente reduzida com o avanço das gerações, como relatado por Hamblin (1975). Relatou-se, ainda, para os três cruzamentos, que a seleção natural atuou no sentido de preservar as plantas com maior produtividade.

Considerando a facilidade de condução do método, como já mencionado, pois envolve basicamente a semeadura e colheita de uma área com o material da geração anterior, o problema de amostragem pode ser sensivelmente reduzido utilizando um número de indivíduos apropriado e crescente a cada geração, pois a frequência de indivíduos com alelos favoráveis em homozigose e heterozigose diminui com as sucessivas gerações de endogamia. Para ilustrar esse fato, considere, por exemplo, 11 genes segregando independentemente. Nessa condição, a probabilidade de ocorrência de um indivíduo com todos os alelos favoráveis em homozigose em F_2 , considerando 95% de probabilidade do evento ocorrer seria de 1 em 12,5 milhões. Considerando 250 mil plantas por hectare, seriam necessários 50 hectares semeados com uma população F_2 para ocorrer apenas uma planta com o genótipo desejado. Deve ainda ser considerada a dificuldade adicional para

identificar a referida planta com todos os 11 alelos favoráveis. Quando se considera homozigotos e heterozigotos, nessa mesma condição, esse número de plantas é drasticamente reduzido, pois com apenas 69 plantas é possível manter uma com todos os alelos favoráveis.

Com o decorrer das autofecundações, conforme já mencionado, a frequência de homozigotos aumenta e a de heterozigotos diminui. Em função desse fato, o número de plantas necessário para manter todos os alelos em homozigose diminui, ao passo que o número necessário de plantas com alelos favoráveis em homozigose ou heterozigose aumenta. Na F_{∞} , esse número se iguala, pois não mais ocorrerão heterozigotos e a frequência de indivíduos com todos os alelos favoráveis será fornecida por $(1/2)^n$. Considerando 95% de probabilidade do evento ocorrer e 11 genes, seria necessária uma população de 6.134 indivíduos na F_{∞} para se ter todas as linhagens possíveis.

Com isso, mostra-se que o número de indivíduos na geração F_2 não necessita ser grande, contudo ele deve ser aumentado com o avanço das gerações. Fica evidente que como o número de locos segregando é normalmente superior a 11, é praticamente impossível ter uma população segregante com o número de indivíduos suficiente para não ocorrerem perdas.

Se uma população segregante é avançada por várias gerações em um mesmo ambiente, e se a seleção natural atuar, é esperado que sejam selecionados indivíduos mais adaptados àquele ambiente. Para testar essa hipótese, já foram conduzidos alguns poucos trabalhos.

Gregan e Busch (1978) conduziram populações de trigo (*Triticum aestivum* L.) provenientes de cinco cruzamentos entre cultivares adaptadas, em bulk até F_4 . Essas populações foram cultivadas durante três anos, em dois ambientes contrastantes, supondo que os bulks e linhagens derivadas deles teriam performance relativamente melhor no respectivo ambiente no qual eles estiveram sob ação da seleção natural. Os cinco bulks derivados do ambiente

leste, denominado leste-bulks, os cinco “bulk’s” derivados do ambiente oeste, denominados oeste-bulks, e vinte e cinco linhagens F_5 , derivadas de cada bulk (leste e oeste), foram avaliadas para a produção de grãos e outras características por dois anos, nos locais leste e oeste, para detectar possíveis diferenças do efeito da seleção natural. A produção média dos bulks do oeste foi significativamente superior à produção dos bulks do leste no local oeste, enquanto os “bulks” do leste e oeste produziram igualmente no local leste. Entretanto, nenhuma diferença foi detectada entre as produções médias das linhagens do leste e oeste em ambos os locais. Nesse caso, a seleção natural, a curto prazo, não foi eficiente em auxiliar na extração de linhagens adaptadas.

Tucker e Harding (1974) conduziram duas populações de *Phaseolus lunatus* L. em “bulk”, sendo que cada população foi cultivada em locais diferentes na Califórnia, por nove gerações. Posteriormente realizaram um teste de produção em um único ambiente, em que observaram que a população que foi conduzida no mesmo local do teste teve melhor desempenho na produção do que a população conduzida no outro ambiente. Somente houve diferença significativa na produção após a geração F_9 a F_{11} , porém iguais em seus locais de origem, e as produções dos “bulk’s” foram intermediárias às médias dos parentais envolvidos. Esses resultados ilustram a importância do ambiente no melhoramento utilizando o método da população - “bulk”. No caso do feijoeiro, não foi encontrada nenhuma informação a esse respeito.

2.3 Interação Genótipos x Ambientes

Quando várias cultivares são avaliadas em uma série de ambientes podem não apresentar comportamentos coincidentes, ou seja, as melhores cultivares em um determinado ambiente dificilmente mantêm sua superioridade quando cultivadas em outros ambientes. A resposta diferenciada dos genótipos à

variação dos ambientes denomina-se interação genótipos x ambientes. Isso significa que os efeitos genéticos e ambientais não são independentes, uma vez que as respostas dos genótipos podem diferir com as variações ambientais (Souza Júnior e Vencovsky, 1989).

Considerando as inúmeras variações ambientais a que o feijoeiro é comumente submetido no Brasil, é esperado que a interação de genótipos por ambientes assuma papel fundamental na manifestação fenotípica (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Espera-se, com isso, que o comportamento das linhagens ou cultivares avaliadas não seja coincidente nos diferentes ambientes (Cruz e Regazzi, 1997).

A resposta relativa de genótipos em dois ou mais ambientes é resultado de dois tipos de variações ambientais: previsíveis e não previsíveis. A primeira inclui todas as condições ambientais permanentes, variações sistemáticas na duração do dia e tratos culturais, como época e densidade de plantio, além de outras práticas agronômicas preestabelecidas. Já as variações imprevisíveis correspondem às variações dos fatores ambientais, como precipitação, temperaturas e outros. Contudo, a distinção entre essas duas categorias não é sempre clara e as características incluídas variam de cultura para cultura (Allard e Bradshaw, 1964).

Este é um dos problemas no melhoramento do feijoeiro, uma vez que normalmente as populações são conduzidas em um único ou poucos locais e somente as linhagens elites, em número reduzido, são avaliadas em vários ambientes representativos de uma determinada região. Neste caso, pode-se estar selecionando linhagens com adaptação a ambientes específicos, o que reduz a região de abrangência de recomendação do cultivar e a eficiência dos programas de melhoramento. Vários trabalhos realizados com o feijoeiro mostram o efeito da interação genótipos x ambientes. Takeda, Santos e Ramalho (1991) avaliaram progênies de feijoeiro de um cruzamento quanto à produtividade de grãos, nas

gerações F_7 e F_8 , em dois locais. Os resultados mostraram que as progênies apresentaram ampla variabilidade e potencial para produção de grãos, confirmando a boa capacidade de combinação dos genitores. Contudo, o comportamento das progênies não foi coincidente nos dois ambientes, realçando a necessidade das avaliações serem efetuadas em locais e épocas representativos da região para onde se pretende obter o cultivar melhorado. As interações evidenciam, também, que somente após essas avaliações é que deve ser iniciado o processo de seleção, que deve ser realizado em função do desempenho médio das progênies nos vários ambientes.

Com o objetivo de verificar a influência da interação genótipos x ambientes na estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos no feijoeiro, Abreu et al.(1990) avaliaram 97 progênies quanto à produtividade de grãos, nas gerações F_7 e F_8 , em Patos de Minas e Sete Lagoas, respectivamente. Os resultados obtidos permitiram verificar a necessidade das avaliações de progênies serem efetuadas em vários ambientes e também que a eficiência da seleção baseada na média dos ambientes foi cerca de três vezes maior do que quando se considerou cada ambiente particular.

Ramalho, Santos e Pereira Filho (1988) avaliaram nove parentais e as 20 populações híbridas obtidas em um esquema dialélico parcial, em seis experimentos, sendo um com as populações segregantes na geração F_2 , três na geração F_3 e dois na geração F_4 , em dois locais de Minas Gerais e um em Goiás. Não foi observada interação dos efeitos de cultivares por gerações em cada local e de heterose de cultivares por geração, no entanto, as interações de cultivares e de heterose de cultivares por locais foram significativas, sugerindo que a escolha das populações segregantes para o melhoramento deva ser baseada no desempenho das populações nos locais em que elas serão utilizadas, porém independente da geração.

Como já relatado, a interação genótipos x ambientes é o principal complicador do trabalho dos melhoristas, especialmente em regiões tropicais, nas quais a variação ambiental é mais acentuada e menos previsível do que em regiões temperadas (Paterniani, 1999).

Existem alternativas para se atenuar o efeito da interação genótipos x ambientes. Uma delas seria a de obter um material específico para cada ambiente. Isso é possível, em algumas situações, quando ocorre interação genótipos x locais. O melhorista poderia, assim, capitalizar o efeito da interação a seu favor no processo seletivo. Esse procedimento, entretanto, não é utilizado para a maioria das espécies cultivadas, especialmente para as anuais, pela dificuldade de se obter e comercializar um material genético específico para cada ambiente. Além do mais, essa estratégia não pode ser utilizada no caso da interação cultivares x fatores imprevisíveis. Uma outra alternativa é a estratificação dos ambientes (Moraes, 1980). Uma região para a qual se pretende desenvolver cultivares pode ser dividida em sub-regiões mais homogêneas. Esse procedimento também é de uso restrito, especialmente para aqueles fatores ambientais que são imprevisíveis (Funnah e Mak, 1980). A terceira opção, a mais utilizada, é a identificação de genótipos com maior estabilidade frente às variações ambientais. Esse procedimento tem sido alvo de inúmeros estudos e a literatura é ampla a esse respeito.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material utilizado

As cultivares utilizados como genitores para obtenção da população segregante, com suas principais características, estão descritas a seguir:

Carioca MG: é um cultivar proveniente da Universidade Federal de Lavras, possui hábito de crescimento indeterminado tipo II, com grãos pequenos, tegumento creme com estrias marrom, resistente à maioria das raças de antracnose e de ciclo normal.

ESAL 686: é uma linhagem proveniente da Universidade Federal de Lavras, com hábito de crescimento determinado tipo I, grãos grandes, tegumento amarelo e precoce.

O cruzamento entre esses dois genitores e o avanço da geração F_1 para F_2 foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Biologia (DBI) da Universidade Federal de Lavras, na época das águas 93/94 (Corte, 1999).

3.2 Locais de avanço dos “bulk’s”

A partir da geração F_3 , a população segregante do cruzamento Carioca MG x ESAL 686 foi dividida em três amostras. O avanço das gerações foi efetuado pelo método da população, em três locais, nos municípios de Lavras, na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, localizada 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, também na região Sul do estado, a 845 metros de altitude, 21° 31' S de latitude e 45° 22' W

de longitude e Patos de Minas, localizada na região do Alto Paranaíba, à 944 metros de altitude, 18° 35' S de latitude e 46° 31' W de longitude.

Em cada local, uma mistura de sementes da população foi semeada, em três épocas: “seca”, semeadura em fevereiro; inverno, semeadura em julho e “águas”, semeadura em novembro. Na colheita era tomada uma amostra para a continuidade do avanço das gerações, repetindo-se o processo de F_3 a F_{14} .

3.3 Obtenção das famílias $F_{14:16}$

Na geração F_{14} , em cada local, foram aleatoriamente colhidas 47 plantas, entre aquelas que possuíam grãos tipo Carioca, isto é, creme com estrias marrom, porém independente do tamanho. Essas plantas foram trilhadas individualmente e semeadas em julho de 1998 para serem multiplicadas, obtendo, na colheita, sementes das famílias $F_{14:16}$.

3.4 Avaliação das famílias da geração $F_{14:16}$

As 141 famílias $F_{14:16}$, juntamente com as testemunhas (Carioca MG, ESAL 686 e Pérola), foram avaliadas nos três locais referidos anteriormente, na safra das águas de 1998/99. O delineamento experimental utilizado foi um látice triplo 12 x 12 e as parcelas foram constituídas por duas linhas de dois metros espaçadas de 0,5 metros.

Em todos os locais, os experimentos foram conduzidos utilizando uma densidade de semeadura de 15 sementes por metro. Foi aplicada uma adubação equivalente a 500 kg/ha de fertilizante da fórmula 4-14-8 de N, P_2O_5 , K_2O na semeadura e 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, 20 dias após a emergência das plantas. Nenhum defensivo agrícola foi aplicado, com exceção do

inseticida Phorate, que foi utilizado no momento da semeadura. Quando houve deficiência hídrica, a cultura recebeu irrigação suplementar por aspersão.

3.5 Dados anotados

Reação das famílias a *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris

Para o nível de reação das famílias ao *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris, agente causal da mancha angular, as avaliações foram realizadas apenas em Lavras e Lambari.

Para isso, foi adotada uma escala diagramática com notas variando de 1 a 9 (Tabela 1). As notas foram atribuídas por três avaliadores e utilizou-se a média para efetuar as análises da variância.

TABELA 1. Escala utilizada para avaliação da severidade de mancha angular *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris.

Grau	Descrição
1	Ausência de sintomas
2	Aproximadamente 1% da área foliar afetada
3	Aproximadamente 5% da área foliar afetada
4	Aproximadamente 10% da área foliar afetada
5	Aproximadamente 20% da área foliar afetada
6	Aproximadamente 40% da área foliar afetada
7	Aproximadamente 60% da área foliar afetada
8	Aproximadamente 80% da área foliar afetada
9	100% da área foliar afetada

Adaptada de Sartorato e Rava (1994).

Tipo de grão

Para avaliação da característica tipo de grão, foi considerado, como padrão, o tipo de grão da cultivar Carioca, ou seja, grãos com coloração creme e estrias marrom – claro. As avaliações foram realizadas somente em Lavras, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, com as 141 famílias e mais as três testemunhas, em três repetições. Cada parcela constituiu-se de 200 gramas de sementes, todas da mesma idade.

Foi utilizada uma escala de notas de 1 a 5, em que: 1 – foi estipulada para grão do tipo Carioca, ou seja, creme com estrias marrom – claro, fundo claro, sem halo, grãos de tamanho médio e não achatados; 2 – grão tipo Carioca com deficiência em uma das características mencionadas no padrão; 3 – grão tipo

Carioca com deficiência em duas características mencionadas no padrão; 4 – grão tipo Carioca com deficiência em três características mencionadas no padrão; 5 – foi concedida aos materiais que apresentaram grãos fora do padrão Carioca, ou seja, creme com estrias marrom – escuro, fundo escuro, com halo, grãos de tamanho pequeno e achatados. Essas notas também foram dadas por três avaliadores, utilizando-se a média para realizar análise de variância.

Produtividade de grãos

Obteve-se a produtividade de grãos em gramas por parcela (g/parcela).

3.6 Análise de variância dos dados

Os dados de produtividade de grãos e severidade de mancha angular foram submetidos à análise de variância por local, utilizando o seguinte modelo estatístico, considerando todos os efeitos, exceto a média, como aleatórios.

$$Y_{kos} = m + t_k + q_s + b_{o(s)} + e_{o(ks)}$$

em que:

Y_{kos} : valor observado na parcela que recebeu o tratamento k , no bloco o , dentro da repetição s ;

m : média geral;

t_k : efeito do tratamento k ($k = 1, 2, 3, \dots, 144$);

q_s : efeito da repetição s , ($s = 1, 2$ e 3);

$b_{o(s)}$: efeito do bloco o ($o = 1, 2, \dots, 12$), dentro da repetição s ;

$e_{o(ks)}$: erro experimental associado a observação Y_{kos} .

Posteriormente foi realizada a análise de variância conjunta utilizando as médias ajustadas de cada local (Tabela 2). O modelo estatístico adotado, considerando todas as fontes de variação como aleatórias, exceto a média, foi:

$$Y_{kj} = m + t_k + l_j + (tl)_{kj} + \bar{e}_{kj}$$

em que:

Y_{kj} : produção do tratamento k , no local j ;

m : média geral;

t_k : efeito do tratamento k , sendo $k = 1, 2, \dots, 144$;

l_j : efeito do local j , sendo $j = 1, 2$ e 3 ;

$(tl)_{kj}$: efeito da interação dos tratamentos k com o local j ;

$\bar{e}_{kj}$: erro efetivo médio.

TABELA 2. Esquema de análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças dos quadrados médios E(QM), para a produtividade de grãos por parcela, em Lavras, Lambari e Patos de Minas.

Fontes de variação	QM	E(QM)
Blocos/locais		
Locais		
Tratamentos		
Entre famílias (F)	Q_1	$\sigma_e^2 + r\sigma_{G \times L}^2 + ar\sigma_G^2$
Entre famílias de Lavras, Lambari ou Patos de Minas	Q_{1i}	$\sigma_e^2 + r\sigma_{G_i \times L}^2 + ar\sigma_{G_i}^2$
Entre origens		
Entre testemunhas		
Testemunhas vs. famílias		
Tratamentos x locais		
Entre famílias x Locais	Q_2	$\sigma_e^2 + r\sigma_{G \times L}^2$
Entre famílias de Lavras, Lambari ou Patos de Minas x locais	Q_{2i}	$\sigma_e^2 + r\sigma_{G_i \times L}^2$
Entre origens x locais		
Entre testemunhas x locais		
Testemunhas vs. famílias x locais		
Erro efetivo médio	Q_3	σ_e^2

3.7 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

A partir das esperanças dos quadrados médios apresentadas na Tabela 2, foram obtidos os seguintes estimadores:

a) Variância genética entre as famílias (σ_G^2)

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

Onde: r é o número de repetições; a o número de locais

Visando estimar os erros que estão associados às estimativas das variâncias, foram também obtidas as estimativas das variâncias das variâncias (Becker, 1987; Vello e Vencovsky, 1974). O estimador da variância da estimativa de uma variância genética foi fornecida por:

$$\hat{\sigma}_{(\hat{\sigma}_G^2)}^2 = \frac{2}{(rxa)^2} \left(\frac{Q_1^2}{gl_1 + 2} + \frac{Q_2^2}{gl_2 + 2} \right)$$

Onde: gl_1 e gl_2 são, respectivamente, os graus de liberdade associados a Q_1 e Q_2 .

Também foi possível obter o estimador o coeficiente de variação genético (CV_g) pela expressão:

$$CV_g = \frac{100 \sqrt{\hat{\sigma}_G^2}}{m}$$

b) Variância genética entre as famílias originadas no local i ($\sigma_{G_i}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G_i}^2 = \frac{(Q_{1_i} - Q_{2_i})}{rxa}$$

c) Variância da interação famílias x locais ($\sigma_{G \times L}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G \times L}^2 = \frac{(Q_2 - Q_3)}{r}$$

d) Variância da interação das famílias originadas no local i ($\sigma_{G_i \times L}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G_i \times L}^2 = \frac{(Q_{2_i} - Q_3)}{r}$$

e) Variância fenotípica entre as médias das famílias ($\sigma_{\bar{F}}^2$)

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \frac{Q_1}{r \times a}$$

f) Variância fenotípica entre as médias das famílias originadas no local i ($\sigma_{\bar{F}_i}^2$)

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}_i}^2 = \frac{Q_{1_i}}{r \times a}$$

g) Herdabilidade para seleção na média das famílias ($\hat{h}_m^2$)

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2} \times 100$$

Os limites Superiores (LS) e Inferiores (LI) das estimativas foram obtidos pelas expressões apresentadas por Knapp, Stroup e Ross, 1985 ao nível de probabilidade $1 - \alpha = 0,95$, ou seja:

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

Onde: Q_1 é o quadrado médio das famílias e Q_2 é o quadrado médio da interação famílias x ambientes. O valor da Tabela de F, é determinado pelo coeficiente de confiança $(1-\alpha/2)$ e pelos graus de liberdade gl_2 e gl_1 .

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

$F_{1-\alpha/2}$ e $\alpha=0,05$

$F = 0,975$ é obtido invertendo os GL e tomando o recíproco do valor da Tabela.

A herdabilidade realizada ($\hat{h}_R^2$) foi estimada utilizando o procedimento descrito por Fehr (1987) e Ramalho, Santos e Zimmerman (1993), por meio da expressão:

$$\hat{h}_R^2 = \frac{GS_j / m_j}{ds_i / m_i} \times 100$$

onde:

GS_j : Desempenho no local j das famílias selecionadas no local i , menos a média geral dos indivíduos do local j ;

ds_i : Diferencial de seleção, ou seja, a média dos indivíduos selecionados no local i menos a média geral dos indivíduos desse local;

m_i e m_j : Médias das famílias nos locais i e j , respectivamente.

4 RESULTADOS

O resumo das análises da variância em cada local é apresentado na Tabela 1A para produtividade de grãos e 2A para severidade de mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) e tipo de grão. No caso da produtividade de grãos, constatou-se que o uso do delineamento látice foi apropriado, pois em todos os três locais ele foi mais eficiente que os blocos casualizados. De modo geral, em experimentos com a cultura do feijoeiro, tanto o tamanho da parcela como o número de repetições é relativamente pequeno. Contudo, mesmo assim, em inúmeros casos, o delineamento de látice tem sido vantajoso em relação ao de blocos ao acaso, conforme constatado no levantamento realizado nos experimentos conduzidos no sul de Minas Gerais e Alto Paranaíba (Marques Júnior, Ramalho e Ferreira, 1999). No caso da severidade da mancha angular, o látice também foi eficiente. Isso ocorreu, porque a distribuição do patógeno não foi uniforme na área experimental.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação para produtividade de grãos (Tabela 1A) variou de 19,8% em Lavras a 29,7% em Patos de Minas. Esses valores estão condizentes com o que é normalmente observado em experimentos de avaliação de famílias conduzidos na região (Marques Júnior, 1997). No caso da severidade de mancha angular, a precisão experimental foi maior, menor coeficiente de variação (Tabela 2A). Esses valores são coerentes com os relatados por Marques Júnior (1997) avaliando também a ocorrência de patógeno por meio de escala de notas.

Constatou-se diferença ($P \leq 0,01$) para produtividade de grãos entre as famílias avaliadas nos três locais. Quando se procedeu a decomposição da fonte de variação tratamentos, observou-se que apenas entre as famílias obtidas em Lavras e avaliadas no mesmo local e as famílias obtidas em Lambari e avaliadas

em Patos de Minas, não foi detectada diferença significativa. Chama atenção, a fonte de variação origens, que avalia o desempenho médio das 47 famílias provenientes de cada local. Em todos os três casos ela foi altamente significativa ($P \leq 0,01$).

A existência de variabilidade entre as famílias, independente da origem, pode ser comprovada pelas estimativas da herdabilidade (h_m^2) para a seleção na média das famílias, que foi sempre alta (Tabela 1A). Com relação a severidade de mancha angular e tipo de grão, os resultados são muito semelhantes aos comentados para a produtividade de grãos (Tabela 2A).

O resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos nos três locais é apresentado na Tabela 3. A estimativa do coeficiente de variação ($CV\% = 22,3\%$) é comparável ao valor obtido em experimentos realizados com a cultura do feijoeiro na região (Abreu et al., 1994 e Marques Júnior, 1997). Na decomposição da fonte de variação tratamentos, observou-se, ao contrário do constatado nas análises em cada local, que foi detectada diferença significativa apenas entre as famílias obtidas em Patos de Minas. Merece atenção o fato de que a fonte de variação origem das famílias também não foi significativa.

As interações famílias x locais, para a produtividade de grãos, foram significativas especialmente nas famílias oriundas de Patos de Minas e Lavras (Tabela 3). Uma das implicações da interação é que a estimativa da herdabilidade para a seleção das famílias na média dos três ambientes é bem inferior à já comentada para a seleção em cada local (Tabela 3 e 1A). Vale ressaltar que a interação origens x locais foi também significativa, mostrando que o desempenho médio das famílias oriundas de cada local não foi coincidente nos diferentes ambientes.

TABELA 3. Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (g/parcela) obtida na avaliação de famílias F_{14:16} do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG, em três locais: Lavras, Lambari e Patos de Minas, na safra das águas, 1998/99.

F.V	GL	QM	Prob.
Local	2	1.358.732,227	0.0000
Tratamentos	143	6.224,665	0.1099
Entre famílias	140	6.088,708	0.1498
Entre famílias de Patos	46	9.149,710	0.0067
Entre famílias de Lavras	46	5.556,885	0.4132
Entre famílias de Lambari	46	3.420,953	0.3307
Entre origens	2	9.275,934	0.8653
Entre testemunhas	2	18.712,452	0.0388
Testemunhas x famílias	1	283,097	0.8438
Tratamentos x locais	286	5.229,366	0.0000
Entre famílias x locais	280	5.270,925	0.0000
Entre famílias de Patos x locais	92	4.966,298	0.0000
Entre famílias de Lavras x locais	92	5.307,437	0.0000
Entre famílias de Lambari x locais	92	3.079,472	0.0654
Entre origens x locais	4	61.841,019	0.0000
Entre Testemunhas x Locais	4	2.296,493	0.4458
Testemunhas v.s. famílias x locais	2	5.277,389	0.1172
Erro efetivo médio	759	2.456,889	
Média		323,67	
CV(%)		22,34	
h_m^2 (%)		13,43	

Os resultados da análise de variância conjunta para a severidade de mancha angular (Tabela 4) diferem dos relatados para a produtividade de grãos. Observou-se diferença entre famílias, na média dos dois locais, para todas as origens. Aqui também a fonte de variação origem não foi significativa, indicando que as médias das famílias oriundas de cada local não diferiram com relação à severidade de mancha angular. Como já ocorrera para a produtividade de grãos, também para esse caráter a interação origens x locais foi expressiva.

O desempenho médio das famílias das diferentes origens para produtividade de grãos, avaliadas nos três locais, é apresentado na Tabela 5. Observa-se que em Lambari a melhor performance média foi obtida pelas famílias originadas neste local. O mesmo ocorreu em Patos de Minas, embora não diferisse estatisticamente das oriundas de Lavras. Em Lavras, as famílias provenientes de Lambari apresentaram desempenho semelhante ao desse local,

TABELA 4. Resumo da análise de variância conjunta de severidade de mancha angular avaliada através de uma escala diagramática com notas variando de 1 a 9, obtida na avaliação de famílias $F_{14:16}$, do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG, em dois locais: Lavras e Lambari, na safra das águas, 1998/99.

F.V	GL	QM	Prob.
Local	1	36,675	0,0000
Tratamentos	143	4,530	0,0000
Entre famílias	140	4,238	0,0000
Entre famílias de Patos	46	2,604	0,0007
Entre famílias de Lavras	46	4,752	0,0000
Entre famílias de Lambari	46	4,782	0,0000
Entre origens	2	17,473	0,2299
Entre testemunhas	2	17,010	0,0543
Testemunhas x famílias	1	20,644	0,0108
Tratamentos x locais	143	1,121	0,0000
Entre famílias x Locais	140	1,131	0,0000
Entre famílias de Patos x locais	46	1,392	0,0000
Entre famílias de Lavras x locais	46	0,792	0,1901
Entre famílias de Lambari x locais	46	1,032	0,0129
Entre origens x locais	2	5,217	0,0000
Entre testemunhas x locais	2	0,978	0,2286
Testemunhas v.s. famílias x locais	1	0,006	0,9204
Erro efetivo médio	506	0,663	
Média		4,93	
CV(%)		12,44	
h_m^2 (%)		73,25	

porém superior às originadas em Patos de Minas. Pelo menos em princípio, fica evidenciado que a seleção natural contribui para a manutenção de indivíduos mais adaptados ao ambiente em que a população segregante foi avançada pelo método do “bulk”.

No caso da ocorrência de mancha angular, os resultados não são tão evidentes como os da produtividade de grãos. As famílias originadas em Lambari foram as que apresentaram maior severidade de mancha angular no mesmo local, embora não diferissem estatisticamente ($P \leq 0,05$) das provenientes de Patos de Minas; já em Lavras, as famílias de Lambari não diferiram das de Lavras, porém foram superiores às famílias de Patos de Minas (Tabela 6).

Para tipo de grão, avaliado apenas em Lavras, embora não fosse esperada diferença significativa entre origens, constatou-se que as famílias provenientes de Lavras apresentaram grãos de melhor aceitação comercial (Tabela 6).

TABELA 5. Produtividade média de grãos (g/parcela) das famílias F_{14:16} provenientes de Lavras, Lambari e Patos de Minas, avaliadas nos respectivos locais, na safra das águas 1998/99.

Origem das famílias	Locais de avaliação			Média
	Lavras	Lambari	Patos de Minas	
Lavras	330,06 a ^L	220,88 b	447,12 a	332,67 a
Lambari	338,91 a	245,29 a	367,10 b	317,10 b
Patos de Minas	303,49 b	210,78 b	448,57 a	320,95 b
Média	324,20	225,70	420,90	323,60

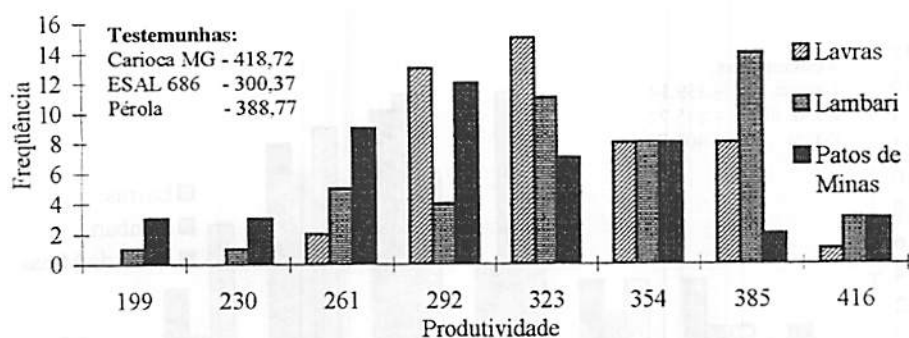
^L Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Notas médias da severidade de *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris (agente causal da mancha angular) obtidas na avaliação das famílias F_{14:16}, avaliadas em Lavras e Lambari, e tipo de grão avaliada em Lavras, na safra das águas 1998/99.

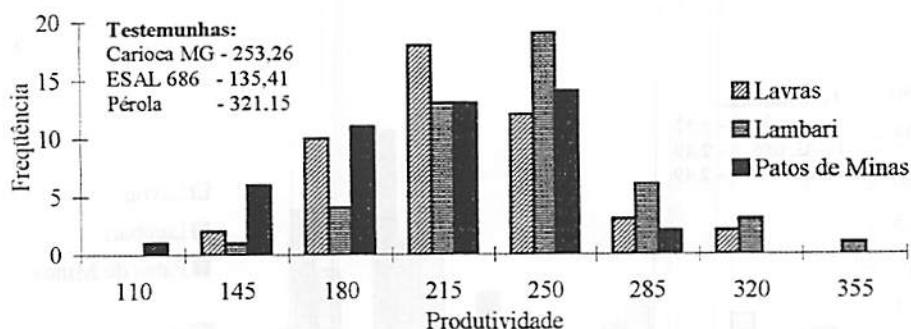
Origem das famílias	Mancha angular			Tipo de grão
	Lavras	Lambari	Média	Lavras
Lavras	4,53 a ^{1/}	4,79 a	4,66 a	2,95 a
Lambari	4,64 a	5,36 b	5,00 b	4,68 c
Patos de Minas	5,02 b	5,27 b	5,14 b	3,44 b
Média	4,73	5,14	4,93	3,69

^{1/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

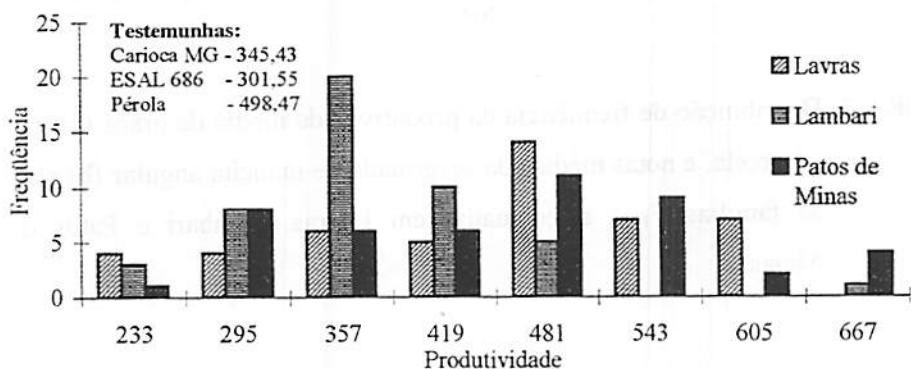
A distribuição de frequência da produtividade média de grãos das famílias obtidas nos diferentes locais e avaliadas em Lavras, Lambari e Patos de Minas, e na média dos três ambientes, é apresentada nas Figuras 2 e 3a, respectivamente. A existência de variabilidade entre famílias detectada na análise de variância (Tabela 1A), pode, também, ser observada na Figura 2. Verifica-se que as famílias que tiveram origem em Patos de Minas, quando avaliadas no próprio local (Figura 2c), apresentaram uma maior amplitude de variação (434 g/parcela), enquanto as famílias obtidas em Lavras e avaliadas no mesmo local (Figura 2a) apresentaram uma menor amplitude (155 g/parcela). O desempenho médio das famílias nos três locais, apresentado na Figura 3a e Tabela 5, evidencia o potencial produtivo das famílias avaliadas. Veja que o desempenho médio (323,60 g/parcela) foi superior à média dos pais (292,40 g/parcela) e que algumas famílias apresentaram produtividade acima da cultivar Pérola (402,79 g/parcela), que é a mais semeada no estado de Minas Gerais e até mesmo no Brasil, atualmente. Verifica-se, também, que na média dos três locais, a maior amplitude de variação (238 g/parcela) foi observada nas famílias provenientes de Patos de Minas (Figura 3a).



a

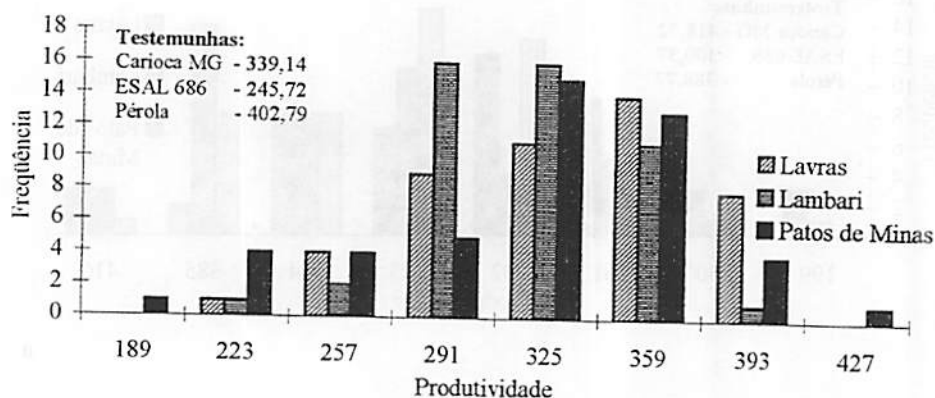


b

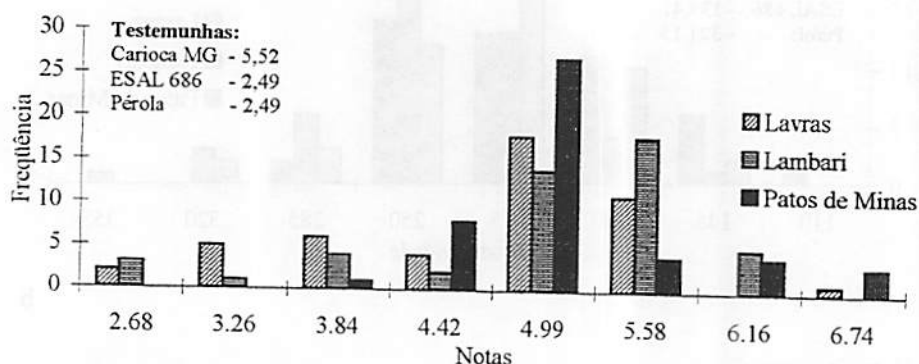


c

FIGURA 2. Distribuição de frequência da produtividade média de grãos, em g/parcela, para as famílias $F_{14:16}$ avaliadas em Lavras (a), Lambari (b) e Patos de Minas (c), selecionadas nos três locais mencionados.



a



b

FIGURA 3. Distribuição de frequência da produtividade média de grãos (a), em g/parcela, e notas médias da severidade de mancha angular (b) para as famílias $F_{14:16}$ selecionadas em Lavras, Lambari e Patos de Minas.

No caso da severidade de mancha angular, a distribuição de frequência considerando o desempenho médio das famílias das diferentes origens, avaliadas nos dois locais, é apresentada na Figura 3b. Verifica-se que a maior amplitude

de variação foi observada para as famílias provenientes de Lavras (4,06). Na média, o desempenho das famílias foi inferior à média dos pais (4,00), conforme apresentado na Tabela 6. Somente algumas famílias, como mostra a Figura 3b, superaram a média dos pais. Chama atenção a nota média da severidade da doença nas cultivares ESAL 686 e Pérola, que foi inferior à de todas as famílias avaliadas. Em princípio, isso evidencia que durante o avanço das gerações, a seleção natural não deve ter atuado no sentido de preservar indivíduos com maior resistência ao patógeno, haja vista que as notas das famílias, como já mencionado, tenderam para a obtida pelo genitor suscetível.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos da produtividade de grãos são apresentadas na Tabela 7. O resultado mais expressivo é a variância da interação famílias x locais ($\hat{\sigma}_{\text{GxL}}^2$), que foi de grande magnitude, sendo 10,3 vezes superior à estimativa da variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$) quando se desconsiderou a origem das famílias. Novamente fica realçado que o comportamento das famílias não foi coincidente nos ambientes de avaliação. Chama atenção o fato de a interação famílias x locais ter sido de menor magnitude nas famílias originadas em Lambari, em relação às de Lavras e Patos de Minas. Contudo, mesmo em Lambari, a contribuição da interação na variação total foi bem superior à da variância genética.

Corroborando a observação feita anteriormente a respeito da distribuição de frequência das médias para produtividade de grãos, o coeficiente de variação genético (Cvg%) e a herdabilidade (h_m^2) foram muito superiores para as famílias oriundas de Patos de Minas em relação às provenientes dos outros dois locais (Tabela 7). Estimou-se, também, a herdabilidade realizada ($\hat{h}_R^2$), considerando a seleção das dez melhores famílias (Tabela 8). Veja que em apenas dois casos, seleção em Lavras, resposta em Lambari e vice – versa, a estimativa foi positiva. Nos demais ela sempre foi negativa, especialmente para

TABELA 7. Estimativas de variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$), variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), variância da interação famílias x locais ($\hat{\sigma}_{G \times L}^2$), erros associados à variância genética ($\hat{\sigma}_{\sigma_G^2}$), herdabilidade (h_m^2) e coeficiente de variação genético (CVg), obtidas a partir da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (g/parcela), nos três locais, safra 1998/99.

Estimativas	Origem das famílias			Média dos locais
	Lavras	Lambari	Patos de Minas	
$\hat{\sigma}_G^2$	83,15	113,82	394,47	272,59
$\hat{\sigma}_{\sigma_G^2}$	457,77	276,77	667,75	282,68
$\hat{\sigma}_F^2$	1852,30	1140,33	3049,90	2029,57
$\hat{\sigma}_{G \times L}^2$	2850,57	622,59	2509,41	2814,03
$\hat{\sigma}_{G \times L}^2 / \hat{\sigma}_G^2$ (%)	3428,23	546,99	179,95	1032,33
h_m^2 (%)	4,49	9,98	45,72	13,43
LI ^L (%)	-59,99	-46,07	11,92	-14,64
LS ^L (%)	43,61	46,86	67,96	35,53
CVg(%)	2,74	3,36	11,94	5,10

^LLimite inferior e ^LLimite superior da estimativa da herdabilidade.

a seleção em Lavras e resposta em Patos de Minas. Esses resultados corroboram a forte interação das famílias x locais já comentada, especialmente no que se refere às condições de Patos de Minas.

Visando comparar a eficiência da seleção natural em identificar indivíduos mais produtivos sob o ambiente em que a população foi avançada, obteve-se a porcentagem das 5, 10 ou 15 famílias mais produtivas ou menos produtivas de cada origem (Tabelas 9 e 10). Fica novamente evidenciado o efeito da seleção natural em identificar indivíduos mais adaptados a um

determinado ambiente. Veja que, com exceção de Lavras, a maior porcentagem de famílias superiores ocorreu no local em que a população foi avançada. Assim, por exemplo, entre as cinco melhores famílias do experimento conduzido em Lambari, 80% delas, ou seja, quatro, foram originadas desse local. O mesmo fato foi observado em Patos de Minas (Tabela 9). Como era esperado, entre as famílias de pior desempenho ocorreu o inverso (Tabela 10).

TABELA 8. Herdabilidade realizada em porcentagem ($\hat{h}_R^2$ %) considerando a seleção das dez melhores famílias em Lavras, Lambari e Patos de Minas e a resposta nos outros locais.

Local da seleção	Herdabilidade realizada		
	Lavras	Lambari	Patos de Minas
Lavras	—	8,98	-40,86
Lambari	3,44	—	-21,28
Patos de Minas	-3,71	-4,03	—

TABELA 9. Número e porcentagens das famílias provenientes de cada origem entre as 5, 10 ou 15 famílias mais produtivas quando avaliadas em Lavras, Lambari e Patos de Minas.

Local de avaliação	Total de famílias selecionadas	Porcentagem de famílias em relação ao total de acordo com a origem		
		Lavras	Lambari	Patos de Minas
Lavras	5	20 (1) ^{II}	40 (2)	40 (2)
	10	40 (4)	30 (3)	30 (3)
	15	33 (5)	47 (7)	20 (3)
Lambari	5	20 (1)	80 (4)	0 (0)
	10	30 (5)	60 (9)	10 (1)
	15	40 (6)	53 (8)	7 (1)
Patos de Minas	5	20 (1)	0 (0)	80 (4)
	10	50 (5)	0 (0)	50 (5)
	15	60 (9)	0 (0)	40 (6)

^{II} Valores entre parênteses referem-se ao número de famílias de cada local.

TABELA 10. Número e porcentagens das famílias provenientes de cada origem entre as 5, 10 ou 15 famílias menos produtivas quando avaliadas em Lavras, Lambari e Patos de Minas.

Local de avaliação	Total de famílias selecionadas	Porcentagem de famílias em relação ao total de acordo com a origem		
		Lavras	Lambari	Patos de Minas
Lavras	5	0 (0) ^{II}	20 (1)	80 (4)
	10	0 (0)	20 (2)	80 (8)
	15	7 (1)	13 (2)	80 (12)
Lambari	5	20 (1)	0 (0)	80 (4)
	10	20 (2)	10 (1)	70 (7)
	15	33 (5)	7 (1)	60 (9)
Patos de Minas	5	80 (4)	0 (0)	20 (1)
	10	40 (4)	30 (3)	30 (3)
	15	27 (4)	46 (7)	27 (4)

^{II} Valores entre parênteses referem-se ao número de famílias de cada local.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para severidade de mancha angular foram diferentes das obtidas para a produtividade de grãos. Quando se desconsiderou a origem das famílias, a interação famílias x locais ($\hat{\sigma}_{G \times L}^2$) foi de pequena magnitude (Tabela 11), variando de 0,04 para as famílias de Lavras até 0,24 para as de Patos de Minas. Chama atenção o fato de que as estimativas da herdabilidade foram superiores às observadas para a produtividade de grãos, e as diferenças nas estimativas, de acordo com as origens, não foram tão expressivas.

TABELA 11. Estimativas de variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$), variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), variância da interação famílias x locais ($\hat{\sigma}_{G \times L}^2$), erros associados à variância genética ($\hat{s}_{\sigma_G^2}$), herdabilidade (h_m^2) e coeficiente de variação genético (CVg), obtidas a partir da análise de variância conjunta da severidade de mancha angular, em dois locais: Lavras e Lambari, safra das águas, 1998/99.

Estimativas	Origem das famílias			Média dos locais
	Lavras	Lambari	Patos de Minas	
$\hat{\sigma}_G^2$	0,44	0,42	0,14	0,35
$\hat{s}_{\sigma_G^2}$	0,11	0,11	0,07	0,06
$\hat{\sigma}_F^2$	0,53	0,53	0,29	0,47
$\hat{\sigma}_{G \times L}^2$	0,04	0,12	0,24	0,15
$\hat{\sigma}_{G \times L}^2 / \hat{\sigma}_G^2$ (%)	9,77	29,29	180,00	44,57
h_m^2 (%)	83,02	79,25	46,71	73,25
LI ^{1/} (%)	70,08	61,25	4,03	62,78
LS ^{2/} (%)	90,72	87,98	70,22	80,86
CVg (%)	14,23	12,96	7,15	11,99

^{1/}Limite inferior e ^{2/}Limite superior da estimativa da herdabilidade.

5 DISCUSSÃO

Os três locais utilizados apresentam características distintas em termos de condições edafoclimáticas, o que contribui para variação na ocorrência de pragas e doenças e no desempenho da cultura do feijoeiro. Essa variação ambiental é uma condição indispensável para que se possa detectar interação dos genótipos x ambientes.

Uma outra condição necessária para a interação genótipos x ambientes é a existência de variação genotípica. Os genitores avaliados no cruzamento pertencem a diferentes raças. A linhagem ESAL 686 possui características dos feijoeiros de origem Andina, com grãos grandes e hábito de crescimento determinado. Já a Carioca MG tem características típicas de feijoeiro Meso-Americano, com sementes pequenas, hábito de crescimento indeterminado e porte ereto. Espera-se que no cruzamento entre genitores de conjuntos gênicos diferentes, ocorra grande variabilidade nas populações segregantes (Abreu, Ramalho e Ferreira, 1999). Esse fato foi constatado, haja vista que a população apresentava grande variação envolvendo vários caracteres da planta e dos grãos (Gonçalves et al., 1999).

Vale salientar que a população segregante foi avançada pelo método “bulk”, nos três locais nas safras: “seca”, semeadura em fevereiro; “inverno”, semeadura em julho e “águas”, semeadura em novembro até a geração F₁₄. A partir dessa geração é que foram retiradas famílias, o mesmo número por local. As famílias foram aleatoriamente escolhidas entre aquelas que possuíam grãos tipo Carioca – creme com estrias marrom – porém independente do tamanho. Tal procedimento foi adotado porque esse é o tipo de grão comercialmente aceito, e ao que tudo indica, a cor dos grãos deve ser um caráter relativamente neutro.

Foram considerados três caracteres nas avaliações das famílias, a ocorrência de *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris, tipo de grão e produtividade. Como já mencionado, embora fosse detectada diferença no tipo de grão entre as famílias, não houve influência do local de avaliação, sendo, portanto, um caráter que não sofreu a ação da seleção natural. A cor dos grãos não deve ter nenhuma vantagem seletiva e portanto não houve resposta diferencial.

Quando da avaliação de famílias, um aspecto importante é a precisão experimental. De um modo geral, em todos os três locais, os coeficientes de variação experimental foram de magnitude semelhante ao que tem sido relatado para a cultura do feijoeiro na região (Marques Júnior, 1997 e Abreu et al., 1994). Assim, pode-se inferir que as famílias foram avaliadas em condições experimentais comuns aos experimentos com a cultura do feijoeiro.

Um outro questionamento é sobre o número de famílias avaliadas. Em realidade, na literatura não existe muita informação a esse respeito. Trabalhos teóricos mostram que o número de famílias não necessita ser grande (Fouilloux e Bannerot, 1988 e Baker, 1984). Contudo, Ferreira (1998), em trabalho conduzido com a cultura do feijoeiro, mostra que o número de famílias a ser avaliado para se ter sucesso com a seleção é em função da herdabilidade. O autor sugeriu que quando essa for baixa, deve-se utilizar pelo menos 100 famílias. Como neste caso a estimativa da herdabilidade em cada local foi superior a 40%, o emprego de 47 famílias deve fornecer uma boa representatividade da variabilidade genética da população.

Como já mencionado, os ambientes eram diferentes, o mesmo ocorrendo com as famílias avaliadas, condições essas indispensáveis para se detectar interação dos genótipos x locais. Em realidade, o componente de interação dos genótipos por locais ($\hat{\sigma}_{G \times L}^2$) foi expressivo para produtividade de grãos, sendo

10,3 vezes superior ao valor da estimativa da variância genética - $\hat{\sigma}_G^2$ - (Tabela 7). Para a severidade de mancha angular, as avaliações não foram efetuadas em Patos de Minas, por não ter ocorrido o patógeno, o que dificulta a interpretação dos resultados. Além disso a interação famílias x locais, embora significativa, não foi tão expressiva como o da produtividade de grãos (Tabela 11). Desta forma, maior ênfase na discussão foi dada ao caráter produtividade de grãos.

A existência da interação genótipos x ambientes é freqüentemente relatada nos trabalhos conduzidos com a cultura do feijoeiro na região (Ramalho, Abreu e Santos, 1998; Takeda, Santos e Ramalho, 1991 e Abreu et al., 1990). Esse fato não deixa de ser um complicador no trabalho dos melhoristas, pois dificilmente se têm condições de selecionar linhagens específicas para cada ambiente. As estimativas da herdabilidade realizada ($\hat{h}_R^2$), que foram bem inferiores às estimativas da herdabilidade (h_m^2) de cada local e na maioria dos casos até negativa, tomam evidente a importância da interação no trabalho dos melhoristas.

O resultado mais expressivo desse trabalho foi mostrar que a seleção natural atuou preservando os indivíduos mais adaptados a um ambiente particular. Considerando a produtividade de grãos, a magnitude da interação famílias x locais já é uma evidência para esse fato. Contudo, como foi possível avaliar o desempenho das famílias de acordo com suas origens, esse fato ficou mais evidente ainda. Assim, na média, as famílias originadas em Patos de Minas foram as melhores nesse local e as de Lambari, melhores em Lambari (Tabela 5). A comprovação dessa observação ficou bem evidenciada nas Tabelas 9 e 10, em que foi apresentada a porcentagem do número pré-determinado de famílias com melhor ou pior desempenho em cada local, de acordo com sua origem. No caso do melhor desempenho, com exceção de Lavras, a maior porcentagem

sempre foi observada quando o local de avaliação coincidiu com o da origem. Quando se consideraram as famílias com pior desempenho, ocorreu o inverso.

Foi relatado, em algumas oportunidades, o efeito da seleção natural na cultura do feijoeiro (Corte, 1999; Hamblin, 1977; Cardoso e Vieira, 1976). Em outras espécies de autógamas, o mesmo fato também já foi relatado (Allard, 1988).

Contudo, citações sobre o efeito da seleção natural preservando indivíduos específicos para um determinado ambiente não são muito frequentes na literatura. Foram encontrados dois relatos, um em trigo e outro em *Phaseolus lunatus* L. No caso do trigo, Grogan e Busch (1978) conduziram populações de *Triticum aestivum* L. provenientes de cinco cruzamentos entre cultivares adaptadas, em “bulk” até F₄. Essas populações foram cultivadas durante três anos, em dois ambientes contrastantes, supondo que os “bulks” e linhagens derivadas deles teriam performance relativamente melhor no respectivo ambiente no qual eles estiveram sob ação da seleção natural. Os cinco “bulks” derivados do ambiente leste, denominados leste-bulks, os cinco “bulks” derivados do ambiente oeste, denominados oeste-bulks, e vinte e cinco linhagens F₃ derivadas de cada “bulk” (leste e oeste), foram avaliadas para produtividade de grãos e outras características, por dois anos nos locais leste e oeste, visando detectar possíveis diferenças do efeito da seleção natural. A produção média dos “bulks” do oeste foi significativamente superior à produção dos “bulks” do leste no local oeste, enquanto os “bulks” do leste e oeste produziram igualmente no local leste. Entretanto, nenhuma diferença foi detectada entre as produções médias das linhagens do leste e oeste em ambos os locais. Já Tucker e Harding (1974) conduziram duas populações de *Phaseolus lunatus* L. em “bulk”, sendo que cada população foi cultivada em locais diferentes na Califórnia, por nove gerações. Posteriormente realizaram um teste de produtividade em um único ambiente, em que observaram que a população que foi conduzida no mesmo

local do teste teve melhor desempenho na produtividade do que a população conduzida no outro ambiente.

É importante mencionar que, nesse trabalho, entre as famílias avaliadas, foram identificadas algumas com tipo de grão aceitável comercialmente, menor infestação de mancha angular e com produtividade de grãos superior à de ambos os pais e também de magnitude semelhante ou até mesmo superior à cultivar Pérola, que é muito produtiva, e por essa razão é atualmente a cultivar com maior área semeada no país. Esses resultados reforçam a importância da seleção natural durante o avanço das gerações.

Esses resultados realçam a importância do método “bulk” na condução de populações segregantes de plantas autógamas. Comentários sobre o método do “bulk” são freqüentes na literatura (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Fehr, 1987 e Bórem, 1998) e apontam, como principais vantagens, a facilidade de condução e a possibilidade de se obter as famílias em qualquer geração. Argumentam também que a seleção natural pode ocorrer, contudo, nem sempre no sentido que os melhoristas almejam. Entretanto, esse trabalho, e outros com a cultura do feijoeiro (Hamblin, 1977; Gonçalves et al., 1999 e Corte, 1999) e com cevada (Allard, 1988), mostram que a ação da seleção natural, é no sentido de aumentar a produtividade de grãos, que evidentemente é altamente vantajoso.

Considerando, como já comentado, especialmente para produtividade de grãos, que a seleção natural atua preservando os indivíduos com melhor desempenho, os melhoristas deveriam utilizar com maior freqüência esse método e, se possível, conduzindo a população por um maior número de gerações. Assim, ficou bem evidenciado, nesse trabalho, que na condução de populações segregantes, os melhoristas devem, a partir da geração F_2 , subdividir sua população em amostras para serem avançadas nos ambientes mais representativos da região para a qual se pretende obter novas cultivares. Quando

[REDACTED]

da abertura do “bulk”, seriam obtidas famílias, em todos os ambientes, visando a identificação daquelas como melhor desempenho na região como um todo.



6 CONCLUSÃO

- Quando da condução de populações segregantes pelo método da população ou "bulk", a seleção natural atua preservando os indivíduos mais adaptados para o ambiente em que ocorreu o avanço das populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B. **Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais.** Lavras: UFLA, 1997. 80p. (Dissertação – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Selection potential for seed yield from intra – end inter – racial populations in common bean. *Euphytica*, Wageningen v.108, n.2, p.121-127, 1999.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.1, p. 105-112, jan. 1994.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PEREIRA FILHO, I. A. Effect of 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. 1990.
- ALLARD, R.W. Genetic changes associate with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. *Journal of Heredity*, Baltimore, v.79, n.4, p. 225-238, Jun./Aug. 1988.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotypes-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, Madison, v.4, n.5, p.503-508, Sept./Oct. 1964.
- BAENZIGER, P.S.; PETERSON, C.J. Genetic variation: It's origin and use for breeding self-pollinated species. In: STALKER, H.T.; MURPHY, J.P. *Plant breeding in the 1990's.* Raleigh: North Carolina State University, 1991. p.69-100.
- BAKER, R.J. Quantitative genetic principles in plant breeding. In: GUSTAFSON, J.P. (ed.) *Gene manipulation in plant improvement.* Columbia: University of Missouri, 1984. p.147-176
- BORÉM, A. *Melhoramento de plantas.* Viçosa: UFV, 1998. 453p

- CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C. Comportamento de duas misturas de seis variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Ceres, Viçosa, v.23, n.126, p.142-149, mar./abr. 1976.
- CORTE, H.R. Comportamento de populações segregantes de feijão, avançadas pelo método do "bulk", por dezessete gerações. Lavras: UFLA, 1999. 95p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CUTRIM, V. dos A.; RAMALHO, M.A.P.; CARVALHO, A.M. Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.6, p.601-606, jun. 1997.
- FEHR, W. R. Principles of cultivar development. New York: Macmillan, 1987. 525p.
- FERREIRA, W.D. Implicações do número de famílias no processo seletivo na cultura do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) In: GEPTS, P. (ed.). Genetic resources of *Phaseolus* bean. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988, 611p.
- FUNNAH, S.M.; MAK, C. Genotype x environment interactions on grain yield and other characters of soybeans. Experimental Agriculture, New York, v.16, n.4, p.387-392, Oct. 1980.
- GONÇALVES, F.M.A.; RAMALHO, M.A.P.; CORTE, H.R.; ABREU, A. de F.B. Alterações em alguns caracteres do feijoeiro em populações segregantes conduzidos pelo método da população. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, VI, 1999, Goiânia. Anais... Salvador – BA: RENAPE, 1999. p 253-256.
- GREGAN, P.B.; BUSCH, R.H. Effects of natural selection and the relationship of leaf traits with yield in hard red spring wheat crosses. Crop Science, Madison, v.18 n., p.1021-1025, Nov./Dec. 1978.

- HAMBLIN, J. Effect of environment, seed size and competitive ability on yield and survival of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes in mixtures. *Euphytica*, Wageningen, v.24, n.3, p.435-445, June 1975.
- HAMBLIN, J. Plant breeding interpretations of the effects of bulk breeding on four populations of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen v.26, n.1, p.157-168, Feb. 1977.
- KANAPP, 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.
- KERVELLA, J.; FOUILLOUX, G. A theoretical study of the bulk breeding method. I. Importance and consequences of losses due to sampling. *Euphytica*, Wageningen, v.60, n.3, p.185-195, Apr. 1992.
- MARQUES JÚNIOR, O.G. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. Lavras: UFLA, 1997. 80p (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MARQUES JÚNIOR, O.G.; RAMALHO, M.A.P. Determinação da taxa de fecundação cruzada do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) nas diferentes épocas de semeadura em Lavras-MG. *Ciência e Prática*, Lavras, v.19, n.3, p.339-341, jul./set. 1995.
- MARQUES JÚNIOR, O.G.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Emprego do látex no programa de melhoramento do feijoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.3, p.753-759, jul./set. 1999.
- MORAIS, O.P. de. Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.). Viçosa: UFV, 1980. 70p. (Tese – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ORTEGA, V. S. Polinización cruzada natrual de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en Venezuela. *Agronomia Tropical*, Maracay, v.24, p.227-232, 1974.
- PATERNIANI, E. Plant breeding contributions in Brazil. In: BOREM, A.; GIÚDICE, M.P.; SAKIYAMA, N.S. Plant breeding the turn of millennium, BIOWORK II. Viçosa: Federal University of Viçosa, 1999. 379p.

- PEREIRA FILHO, T.A.; CAVARANI, C. Taxa de hibridação natural do feijoeiro comum em Patos de Minas, Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.9, p.1181-1183, set. 1984.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, P.S.J. dos Interações genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.22, n.2, p.176-181, abr/jun. 1998.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PEREIRA FILHO. I. Choice of parents for dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding. I. interaction of mean components by generation and by location. *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v.11, n.2, p.391-400, jun. 1988.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 300p.
- SILVA, H.D.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; MARTINS, L.A. Efeito da seleção precoce para produtividade de grãos em populações segregantes do feijoeiro. *Ciência e Prática*, Lavras, v.8, n.2, p.181-185, abr./jun. 1994.
- SOUZA Jr., C.L.; VENCOSKY, R. Covariância entre parentes na presença da interação genótipo x ambientes. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, Lavras-MG, 1989. Resumos... Lavras: ESAL, 1989. p. 50-51
- SUNESON, C.A. Survival of four barley varieties in a mixture. *Agronomy Journal*, Madison, v.41, p.459-461, 1949.
- TAKEDA, C.C; SANTOS, J. B.; RAMALHO, M. A P. Progeny test for the ESAL 501 x A354 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Hybrid at different locations. *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v.14, p 771-779, set. 1991.
- TUCKER, C.L.; HARDING, J. Effect of the environment on seed yield in bulk populations of lima beans. *Euphytica*, Wageningen v.23, n.2, p.135-139, Mar./Apr. 1974.

VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Relatório Científico de 1974. Piracicaba, 1974. p.238-248.

ANEXOS

	Página
TABELA 1 A Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (g/parcela) de famílias $F_{14:16}$ do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG avaliadas em três municípios do Estado de Minas Gerais: Lavras, Lambari e Patos de Minas, na safra das águas, 1998/99.....	50
TABELA 2 A Resumo da análise de variância de severidade de mancha angular de famílias $F_{14:16}$ do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG, avaliadas através de uma escala diagramática, com notas variando de 1 a 9, em dois municípios do Estado de Minas Gerais: Lavras e Lambari e tipo de grão avaliado através de uma escala de notas de 1 a 5 apenas em Lavras, na safra das águas, 1998/99.....	51

TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (g/parcela) de famílias F_{14:16} do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG avaliadas em três municípios do Estado de Minas Gerais: Lavras, Lambari e Patos de Minas, na safra das águas, 1998/99.

FV	GL	QM		
		Lavras	Lambari	Patos de Minas
Tratamentos	143	7.285,854**	5.817,402**	36.946,932**
Entre famílias	140	7.151,454**	5.555,903**	37.184,317**
Entre famílias de Patos	46	8.447,799**	5.582,874**	43.216,287**
Entre famílias de Lavras	46	3.897,621	4.544,187**	40.073,454**
Entre famílias de Lambari	46	7.337,310**	4.850,790**	16.551,594
Entre origens	2	47.898,984**	44.422,611**	306.551,484**
Entre testemunhas	2	11.358,783	26.499,726**	32.061,306
Testemunhas v.s. famílias	1	17.956,113*	1.062,748**	13.484,361
Erro efetivo	253	4.155,507	2.415,156	15.541,344
Média		325,09	225,86	420,12
CV(%)		19,83	21,76	29,67
h_m^2 (%)		41,89	56,53	58,20
Eficiência do látice (%)		104,88	114,09	117,68

*, **: Teste de F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2 A. Resumo da análise de variância de severidade de mancha angular de famílias F_{14:16} do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG, avaliadas através de uma escala diagramática, com notas variando de 1 a 9, em dois municípios do Estado de Minas Gerais: Lavras e Lambari e tipo de grão avaliado através de uma escala de notas de 1 a 5 apenas em Lavras, na safra das águas, 1998/99.

FV	GL	QM		
		Mancha angular		Tipo de grão
		Lavras	Lambari	Lavras
Tratamentos	143	2,366**	3,285**	3,062**
Entre famílias	140	2,263**	3,105**	3,053**
Entre famílias de Patos	46	1,593**	2,406**	1,800**
Entre famílias de Lavras	46	2,724**	2,817**	2,403**
Entre famílias de Lambari	46	2,172**	3,639**	0,222
Entre origens	2	9,148**	13,523**	111,970**
Entre testemunhas	2	5,677**	12,311**	1,917**
Testemunhas v.s. famílias	1	10,218**	10,433**	6,614**
Erro efetivo	253(286) ^{1/}	0,649	0,676	0,142
Média		4,71	5,12	3,70
CV(%)		17,12	16,06	10,11
h_m^2 (%)		71,35	78,23	95,32
Eficiência do látice (%)		103,04	111,82	-

*** : Teste de F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

^{1/} : Entre parênteses, graus de liberdade para tipo de grão analisado em delineamento em blocos ao acaso.