

**SELEÇÃO NATURAL E A DECISÃO DO
MELHORISTA SOBRE O MELHOR
MOMENTO DE ABRIR O “BULK” NA
CULTURA DO FEIJOEIRO**

NARA OLIVEIRA SILVA

2003

NARA OLIVEIRA SILVA

**SELEÇÃO NATURAL E A DECISÃO DO MELHORISTA SOBRE O
MELHOR MOMENTO DE ABRIR O “BULK” NA CULTURA DO
FEIJOEIRO**

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

Orientador

Prof. Magno Antonio Patto Ramalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

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

Silva, Nara Oliveira

Seleção natural e a decisão do melhorista sobre o melhor momento de abrir o “bulk” na cultura do feijoeiro / Nara Oliveira Silva. – Lavras : UFLA, 2003.

56 p.

Orientador: Magno Antonio Pato Ramalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão – *Phaseolus vulgaris*. 2. Método “bulk”. 3. Seleção natural. 4. População segregante. 5. Avaliação de famílias. 6. Melhoramento Genético vegetal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.56223

NARA OLIVEIRA SILVA

**SELEÇÃO NATURAL E A DECISÃO DO MELHORISTA SOBRE O
MELHOR MOMENTO DE ABRIR O “BULK” NA CULTURA DO
FEIJOEIRO**

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

APROVADA em 03 de fevereiro de 2003

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes	UFLA
Dr. José Eustáquio de Souza Carneiro	UFV
Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu	Embrapa Arroz e Feijão

Prof. Magno Antonio Patto Ramalho
UFLA
(Orientador)
LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Divino e Sueli, pelos ensinamentos, orações, pelo grande amor que une nossa família e por terem me oferecido a oportunidade única do “estudo”.

À minha irmã, Lusia, pelas demonstrações constantes de carinho, apoio e por nossa grande amizade.

Aos meus avós, tios, padrinhos e primos. Aos meus afilhados, Tamiris, Rubiana, Júnior e Kennedy.

Às pessoas de bom coração que encontrei até hoje.

Todos vocês fazem parte desta conquista.

DEDICO E AGRADEÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as graças recebidas.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido para a realização do curso.

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho por todos os ensinamentos transmitidos, pelo apoio incondicional e por ter se tornado um bom amigo. Sua dedicação no trabalho que desempenha o torna um verdadeiro exemplo de Melhorista de Plantas; por isso, contar com sua orientação é motivo de grande orgulho.

À Dra Ângela de Fátima Barbosa Abreu pela co-orientação, incentivo, colaboração, pelos ensinamentos transmitidos durante a realização deste curso e sobretudo por ser uma especial amiga e uma profissional por quem tenho grande admiração.

Ao Dr. José Eustáquio de Souza Carneiro pela participação na banca, pelos ensinamentos no início do trabalho e pelo bom exemplo, deixado no GEN, de pessoa perseverante e dedicada.

Ao Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes pela participação na banca e pelas valiosas contribuições apresentadas.

Aos professores João Cândido de Souza, César Brasil Pereira Pinto, João Bosco dos Santos, Elaine Aparecida de Souza, Lisete Chamma Davide e Giovana Augusta Torres pelos ensinamentos e pelo convívio agradável.

A todos os funcionários do Departamento de Biologia, Zélia, Rafaela, Magda, Sr. Francisco, Léo, Irondina e Rosângela, por estarem sempre com um agradável sorriso, prontos para nos ajudar.

À secretária Elaine pela amizade e pelo apoio constante.

Às grandes amigas e “irmãzinhas”, Isabella A. N. Tonaco e Lílian Rangel de Castilhos, pelo excelente convívio e pelo apoio constante.

A um amigo muito especial, MSc. José Maria Franco de Assis, ao qual Agradeço e Ofereço este trabalho, por ter sido o precursor do meu ingresso no mestrado na UFLA e por quem tenho grande admiração e respeito.

Ao Dr. Marcelo Fagioli pela amizade, incentivo e contribuição valiosa para o meu interesse por pesquisa.

A todos os professores da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba.

Às amigas Flávia Barbosa, Fabiana e Roselaine, com as quais sempre pude contar.

Ao MSc. Marcelo Sfeir de Aguiar, um amigo para todas as horas.

Ao MSc. Sandro Barbosa, pela amizade e pelos sábios conselhos.

Aos amigos Francisley Vitti Raposo, Odair Bison e Marcos Ventura Faria pelas importantes colaborações e sugestões.

Ao amigo Clayton Humberto de Freitas pelo carinho e atenção.

Às amigas Viviane, Elis, Aline, Lílian G. e Rô por estarem sempre presentes, mesmo que distantes.

Aos amigos Leonardo, Rúbia, Sílvia, Deila e Lucas pelos momentos agradáveis de descontração, pelo apoio e amizade.

Aos amigos que passaram ou estão no GEN por toda ajuda e amizade, em especial a Alex, Adriano, Paulo, Eduardo Bignotto, Helton, Flávio, Lourenço, Kaesel, Gustavo, Ildon, Eduardo Lambert, Fábio, Sílvia, Elisa, Janaína, Flávia (Carioca), Luís, Geovani B., Giovani, Glauco e Máira.

A todos os que estão presentes em minha vida e que contribuíram de alguma maneira para o êxito desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Métodos de seleção em plantas autógamas.....	03
2.2 Método da população ou “bulk”	08
2.3 Seleção natural no método “bulk”	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Locais.....	23
3.2 Material utilizado.....	23
3.3 Avaliação das famílias	24
3.3.1 Safra de inverno de 2001	24
3.3.2 Safra das águas de 2001	24
3.3.3 Safra da seca de 2002.....	25
3.4 Análise genético-estatística dos dados.....	25
3.4.1 Análise de variância dos dados por safra.....	25
3.4.1.1 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos por safra.....	26
3.4.2 Análise de variância conjunta	27
3.4.2.1 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos (conjunta) ...	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO	55

RESUMO

SILVA, Nara Oliveira. **Seleção natural e a decisão do melhorista sobre o melhor momento de abrir o “bulk” na cultura do feijoeiro.** 2003. 56 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.^{1/}

O método da população ou “bulk” se destaca por apresentar algumas vantagens, entre elas a versatilidade de proceder a retirada das famílias, ou seja, a abertura do “bulk” a qualquer momento. Teoricamente não se justifica proceder essa abertura além da geração F_5 ; contudo, se há ação da seleção natural na direção desejada pelos melhoristas, surge um questionamento se a postergação da abertura do “bulk” aumentaria a chance de obter famílias com maior produtividade de grãos. Com o objetivo de responder a esse questionamento foi realizado o presente trabalho. Para isso, foi utilizada uma população segregante, proveniente do cruzamento entre a cultivar Carioca MG, de porte ereto, ciclo normal e grãos pequenos e a linhagem ESAL 686, de porte ereto, precoce e grãos grandes. Foi obtida a geração F_2 , da qual uma parte das sementes foi armazenada e o restante, conduzido pelo método do “bulk” até F_8 , quando novamente uma parte foi armazenada e repetido o processo até F_{24} . Posteriormente, as três populações segregantes, F_2 , F_8 e F_{24} , foram semeadas em março de 2001 e na colheita, sendo obtidas 108 famílias derivadas de plantas F_2 e 107 derivadas de plantas F_8 e F_{24} . Essas famílias, juntamente com os genitores, foram avaliadas quanto à produtividade de grãos (kg/ha) em Lavras-MG por três safras: “inverno”, semeadura em julho/2001, “águas”, semeadura em novembro/2001 e “seca”, semeadura em março/2002, no delineamento látice 18 x 18 com duas repetições na primeira safra e três nas outras duas. Por meio dos componentes de variância, foram obtidas as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as análises individuais e conjunta. A maior produtividade média, independente da safra, foi entre as famílias derivadas de plantas F_{24} , 20% superior em relação às famílias derivadas de plantas F_2 . A frequência de famílias superiores aumentou quando a abertura do “bulk” se deu em gerações mais avançadas. Assim, a postergação da abertura do “bulk” aumentou a chance de extrair linhagens superiores.

^{1/} Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho - Universidade Federal de Lavras (UFLA).

ABSTRACT

SILVA, Nara Oliveira. **Natural selection and the breeder's decision about the best moment to extract families in common bean.** 2003. 56 p. Dissertation (Master in Genetics and Plant Breeding) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.^{1/}

The “bulk” method presents some advantages, including the versatility in extracting families at any moment. Theoretically there is no justification in delaying line extraction beyond the F_5 generation, but if there is action of natural selection in the direction required by the breeders, a question of whether delaying line extraction would increase the chance of obtaining families with greater grain yield. This study was carried out to investigate this issue. For this, a segregant population was used derived from the single cross between the Carioca MG cultivar and the ESAL 686 lineage was used. The Carioca cultivar has upright stand, normal cycle and small grains and ESAL 686 has upright stand, early cycle and large grains. The F_2 generation was obtained by selfing and a portion of the seeds was stored. The remnant seed was conducted by the bulk method to F_8 , when again a portion was stored and the process repeated to F_{24} . The three segregant F_2 , F_8 and F_{24} populations were sown in March 2001 and at harvest 108 families from the F_2 plants, 107 from the F_8 and 107 from the F_{24} plants were obtained. These families and their parents were assessed for grain yield (kg/ha) in Lavras-MG in three growing seasons, winter (July 2001), wet season (November 2001) and the dry season (March 2002) in an 18 x 18 lattice design with two replications in the first sowing and three in the other two. Estimates of the genetic and phenotypic parameters were obtained for the individual and joint analyses using variance components. The largest mean yield, regardless of growing season, was among the families derived from the F_{24} plants, which was 20% greater than those of the families derived from F_2 plants. The frequency of superior families increased when line extraction was delayed to more advanced generations, and hence the chance of extracting superior lines was increased.

^{1/} Guidance Committee: Magno Antonio Patto Ramalho- UFLA (Major Professor).

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos caracteres de importância econômica, como produtividade de grãos, é controlada por muitos genes, cujos alelos favoráveis estão dispersos nas diferentes linhagens. Assim, o objetivo dos melhoristas é combinar em uma única linhagem, os alelos favoráveis que estão em duas ou mais linhagens diferentes. Para isso, é necessário utilizar o método da hibridação, e uma vez obtida a população segregante, essa é conduzida sob endogamia por algumas gerações, visando a identificação da linhagem almejada.

Por esse método há algumas decisões que os melhoristas devem tomar, tais como quais os genitores a serem utilizados na hibridação, como proceder aos cruzamentos, qual o melhor procedimento de condução das populações e/ou famílias segregantes. Há na literatura informações para ajudar na decisão a respeito (Abreu et al., 2002; Carneiro, 2002).

Entre as opções de condução das populações está o método do “bulk”, que foi proposto no início do século XX. Por esse método, a partir da geração F₂ as plantas são colhidas e suas sementes, misturadas para a obtenção da próxima geração. Esse procedimento é repetido por três a quatro gerações até a maioria dos locos estarem em homozigose, quando, então, são obtidas as famílias e iniciada a seleção artificial mais intensa (Borém, 1998; Ramalho et al., 2001).

Um questionamento que surge durante a condução desse método é se a seleção natural atua preservando os indivíduos que sejam os almejados pelos melhoristas, por exemplo, os mais produtivos. Alguns trabalhos a esse respeito foram realizados utilizando mistura de linhas puras (Cardoso & Vieira, 1976; Allard, 1999) e também populações segregantes de cevada (Allard, 1988; Soliman & Allard, 1991) e de feijão (Gonçalves et al., 2001; Corte et al., 2002).

Em todos os casos ficou evidenciado que a seleção natural atuava contribuindo para o aumento da produtividade de populações segregantes.

Com o decorrer da endogamia, a variabilidade vai sendo gradativamente liberada de modo previsível. Contudo, essa liberação é mais intensa até F_5 , quando se tem 1,875 da variância aditiva (σ_A^2) presente na geração F_2 . A partir dessa geração ainda há liberação de variabilidade, porém de pequena magnitude, até a geração F_∞ , quando ocorre $2\sigma_A^2$ (Souza Junior, 1989; Ramalho et al., 1993). Portanto, teoricamente não se justifica esperar para abrir o “bulk” além de F_5 , uma vez que a variabilidade que é liberada não compensa o tempo de espera. Contudo, ainda há o questionamento se a seleção natural é eficaz na seleção de linhagens superiores, como tem sido mostrado no desempenho das populações, e se não justificaria postergar a abertura do “bulk” por mais tempo. Infelizmente, na literatura não foram encontradas informações a esse respeito com a cultura do feijoeiro.

Do exposto, foi realizado o presente trabalho para verificar se a postergação da abertura do “bulk” aumenta a chance de obter famílias com maior produtividade de grãos no melhoramento do feijoeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Métodos de seleção em plantas autógamas

O feijoeiro por ser uma planta autógama, nos programas de melhoramento busca-se normalmente, a obtenção de linhas homozigotas (puras) superiores às já existentes em cultivo (Ramalho et al., 1982). Sua taxa de fecundação cruzada normalmente é inferior a 5% (Pereira Filho & Cavariani, 1984; Marques Júnior & Ramalho, 1995). Desse modo, os métodos de melhoramento empregados para o melhoramento do feijoeiro são basicamente os mesmos utilizados para plantas autógamas (Fehr, 1987; Borém, 1998).

Estes métodos enquadram-se normalmente em três classes (Ramalho et al., 2001). A primeira consiste na introdução de linhagens superiores provenientes de germoplasma nacional ou de outros países. As linhagens podem ser utilizadas como fonte de variabilidade em hibridações ou serem usadas diretamente em uma dada região.

A segunda classe consiste na seleção em populações constituídas por uma mistura de linhas puras e visa a utilização da variabilidade natural disponível no material em uso pelos agricultores. Isto porque a maioria dos produtores que cultivam feijão tem a cultura como subsistência e não adquirem sementes anualmente, reutilizando os grãos colhidos como sementes por várias gerações. Nessa condição, é esperado que ocorra variabilidade dentro da “cultivar” em uso, que é decorrente de mistura mecânica de sementes de linhagens diferentes, seguida muitas vezes de fecundação cruzada entre elas no campo e da ocorrência de mutação (Ramalho et al., 2001).

A terceira e de maior utilização, refere-se ao método da hibridação, que tem por finalidade combinar dois ou mais fenótipos desejáveis, que se encontram em indivíduos distintos. 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 (Ramalho et al., 1993; Borém, 1998; Vieira et al., 1999).

Na condução de um programa de melhoramento por hibridação há algumas decisões a serem tomadas. A primeira é a escolha dos genitores que vão ser cruzados (Baenziger & Peterson, 1991; Abreu, 1997; Mendonça, 2001); a segunda é como proceder aos cruzamentos (Fehr, 1987) e a terceira é como conduzir as populações segregantes, sendo esta a que merece maior atenção neste trabalho.

Existem vários métodos de condução de populações segregantes, os quais constituem a fase mais crítica, laboriosa e onerosa de um programa de melhoramento (Patiño & Singh, 1989, Mallmann et al., 1994; Almeida et al., 1997). Eles podem ser incluídos em duas categorias: aqueles em que não se separam as fases de endogamia da de seleção e outros em que estas duas fases são separadas, isto é, a seleção só é iniciada após a maioria dos locos estarem em homozigose (Fouilloux & Bannerot, 1988).

Na primeira categoria estão principalmente os métodos massal e o genealógico. No método massal, a seleção fenotípica de indivíduos superiores é efetuada a partir da geração F_2 e continua nas sucessivas gerações. Sua utilização é pequena, pois se baseia apenas na habilidade visual dos melhoristas em identificar genótipos superiores (Costa, 1983).

O método genealógico tem sido o mais empregado no melhoramento de plantas autógamas. Tem como princípio a seleção de plantas individuais a partir da geração F_2 , as quais são colhidas isoladas e semeadas em linha na geração F_3 , quando então é realizada a seleção das melhores famílias e dos melhores indivíduos dentro destas famílias. O processo se repete até que a maioria dos locos esteja em homozigose, quando as melhores linhagens identificadas passam a ser avaliadas em experimentos com repetições. Este processo possibilita o

conhecimento da genealogia dos indivíduos selecionados. Contudo, este método é bem trabalhoso, pois estão envolvidas atividades como semear as famílias em linhas, anotar a genealogia e avaliar visualmente as famílias e indivíduos dentro destas. Além disso, tem-se mostrado, na maioria dos casos, pouco eficiente, especialmente para caracteres de baixa herdabilidade (Patiño & Singh, 1989; Cutrim et al., 1997).

Na segunda categoria, ou seja, aqueles métodos que separam as fases de endogamia e seleção, estão incluídos o método descendentes de uma semente (SSD), o “bulk” dentro de famílias e o da população ou “bulk” (Ramalho et al., 2001). O método descendentes de uma única semente, “SSD”, consiste em avançar as gerações segregantes, tomando uma única semente de cada indivíduo, a partir da geração F_2 , para obter a geração seguinte. Tal procedimento é repetido até que o nível de homozigose desejado seja atingido. Suas principais vantagens são a facilidade de condução, a necessidade de pouca mão-de-obra e a rapidez na obtenção da homozigose, pelo cultivo de até três gerações por ano. Contudo, existe perda de variabilidade dentro das famílias (Araújo et al., 1996).

O método do “bulk” dentro de famílias consiste na colheita de plantas individuais nas gerações F_2 ou F_3 , em que cada planta originará uma família, sendo que as sementes provenientes de cada família são misturadas e utilizadas para a obtenção da geração seguinte. Esse processo é repetido por duas a três gerações, sendo, então, identificadas as melhores famílias. Tem como principais vantagens a redução nas perdas por amostragem e o efeito da interação é atenuado no processo seletivo. A desvantagem é o grande trabalho envolvido na avaliação das famílias em experimentos com repetição.

O método da população ou “bulk” é de fácil aplicação e tem sido utilizado em várias espécies autógamas, entre elas a cultura do feijoeiro. Por este método ter sido utilizado neste trabalho, ele será abordado com mais detalhes posteriormente.

A decisão sobre qual método de condução das populações segregantes utilizar não é fácil, pois os estudos já realizados não foram conclusivos, uma vez que dependem da espécie, dos recursos à disposição dos melhoristas e das condições climáticas da região.

Em trigo, os métodos “SSD” e “bulk” foram comparados por Tee & Qualset (1975). Estes autores utilizaram duas populações segregantes e consideraram os caracteres altura das plantas, ciclo, produção e tempo de emborrachamento. As populações foram conduzidas por quatro gerações e, posteriormente, as famílias foram comparadas em experimentos conduzidos em dois locais. Os autores constataram que os métodos não diferiram em termos de manutenção da variabilidade genética nas populações e que, para os caracteres de alta herdabilidade, o método “bulk” foi mais eficiente, no entanto, para os caracteres de baixa herdabilidade, o “SSD” se mostrou mais vantajoso.

Em um experimento com finalidade de determinar a eficiência de seis métodos de condução de populações segregantes (“SSD” sem seleção, “SSD” com seleção, genealógico, “bulk”, seleção recorrente e recorrente parcial), aplicados em seis populações segregantes de trigo, em que foi avaliado o tamanho de grãos, foi constatado que os métodos genealógico, “bulk” e seleção recorrente apresentaram a mesma eficiência (Mallmann et al., 1994). Estes resultados já eram esperados, dadas as características genéticas do caráter tamanho de grãos.

Ainda em trigo, Singh et al. (1998) compararam dois sistemas de cruzamentos (biparental e múltiplo), em quatro métodos de seleção de famílias. Para isso, avaliaram vários caracteres, entre eles a produtividade, de um total de 80 famílias de cada método além das testemunhas, durante dois anos. Na comparação dos métodos de seleção, genealógico, “bulk” com seleção, “bulk” sem seleção e “bulk” modificado, observou-se, para a produtividade média, que o método genealógico foi superior aos demais, sendo acompanhado pelo “bulk”

com seleção e pelo “bulk” modificado. Entretanto, a comparação das 10 famílias mais produtivas não revelou nenhuma diferença entre os métodos exceto para o caráter maturidade. Já para as 20 e 30 famílias mais produtivas, observaram uma tendência em favor do “bulk” com seleção e do “bulk” modificado. O experimento possibilitou também comparar a eficiência dos métodos com relação à quantidade de área utilizada e aos custos, além do ganho genético. Nestes fundamentos, o “bulk” com seleção foi o método que mais se destacou, evidenciando uma superioridade sobre os demais métodos.

Com o intuito de avaliar a influência dos métodos genealógico, “bulk” e “SSD” na cultura do arroz e em diferentes condições de cultivo (sequeiro e inundado), Mishra et al. (1994) trabalharam com uma população segregante proveniente do cruzamento entre ARC 10372 x IR36. Os caracteres analisados foram a produção, grãos por panícula, peso da panícula e índice de colheita. Os autores concluíram que os métodos “bulk” e “SSD” foram superiores ao genealógico na manutenção e obtenção de famílias altamente produtivas.

Três populações de caupi foram comparadas pelos métodos genealógico e “SSD” por Obisesan (1992), em que foram selecionadas famílias a partir da geração F_2 , advindas do método genealógico, e na geração F_7 do “SSD”. As famílias selecionadas de ambos os métodos foram comparadas em F_8 , em um experimento instalado em 2 locais, quanto aos caracteres: produção de grãos por planta, número de vagens por planta e período de desenvolvimento das vagens. Quando se consideraram apenas as 10 melhores famílias em cada método, foi constatada diferença de pequena magnitude na média geral das famílias, nos dois métodos avaliados.

Comparando os métodos “bulk” dentro de F_2 , “SSD” e “bulk” em uma população inter-racial de feijão em dois ambientes, Urrea & Singh (1994) observaram que as diferenças entre as famílias de cada método foram altamente significativas, sendo que as produtividades médias das famílias derivadas do

“SSD” foram significativamente menores em relação aos demais métodos e o “bulk” dentro de F_2 foi superior. Os autores concluíram que o “SSD” em condições tropicais não é recomendável, entretanto o baixo desempenho do “SSD” e do “bulk” pode ser atribuído à pequena amostra de 32 famílias utilizadas na comparação e também à baixa capacidade de combinação entre os genitores utilizados.

Mais recentemente com a cultura do feijoeiro, os métodos genealógico, “bulk”, “SSD”, “bulk” dentro de F_3 e “bulk” dentro de F_2 foram comparados em uma população segregante. Os métodos foram conduzidos em dois locais, na avaliação de 320 famílias, utilizando os dados de produtividade de grãos. Constatou-se que não houve diferença marcante entre os métodos na obtenção de famílias superiores, isto é, se conduzidos corretamente, todos os métodos permitem sucesso com a seleção. Contudo, se forem considerados os parâmetros genéticos e fenotípicos, juntamente com a facilidade e flexibilidade de condução, os métodos “bulk” e “SSD” foram os mais vantajosos (Raposo, 1999).

Como se pode constatar em todas as comparações realizadas, o método “bulk” esteve entre os métodos com melhor desempenho e será apresentado com mais detalhes.

2.2 Método da população ou “bulk”

O método da população foi proposto por Nilson-Ehle em 1908, para a cultura do trigo, quando desenvolvia seus trabalhos no Instituto Svalöf, na Suécia. Quatro anos mais tarde, foi descrito o recém-criado método em uma reunião de melhoristas no Canadá (Jensen, 1988). Na sua condução, as sementes das plantas da geração F_2 são colhidas, misturadas e uma amostra é utilizada para a obtenção da geração seguinte. O processo se repete até se atingir a

homozigose, quando então as plantas são colhidas individualmente para originar as famílias $F_{5:6}$ ou $F_{n:n+1}$, sendo efetuada uma avaliação mais extensiva, normalmente utilizando experimentos com repetições (Borém, 1998).

Dentre as vantagens do “bulk”, a mais evidente é a facilidade de condução, pois não são necessárias anotações nem colheita individual de plantas, a não ser na última geração de condução da população, economizando, assim, mão-de-obra. Uma outra vantagem é a flexibilidade, isto é, se numa dada safra o melhorista tem um grande número de famílias a serem avaliadas, ele pode postergar a abertura do “bulk” por uma ou mais gerações, sem alterar suas propriedades genéticas. A terceira vantagem é a ação da seleção natural, que merece mais atenção para este trabalho. É esperado que, com o avanço das gerações, apenas os indivíduos mais adaptados permaneçam, isto é, aqueles com maior produção de sementes (Allard, 1999).

Há alguns questionamentos na utilização do “bulk”, como o número de indivíduos que deve estar presente em cada geração. Esse aspecto deve ser bem considerado, pois a principal desvantagem atribuída a esse método é a perda de alelos favoráveis por amostragem, isto é, perda de combinações genotípicas devido à deficiência na amostra utilizada nos subseqüentes avanços das gerações. É preciso salientar que esse problema de amostragem é mais expressivo no método do “bulk”, mas ocorre em todos os outros métodos de avanço das gerações (Muehlbauer et al., 1981).

Um trabalho de simulação foi conduzido por Fouilloux & Bannerot (1988) para mostrar o efeito de amostragem nos métodos “bulk” e “SSD”. Os autores utilizaram uma espécie com $2n = 10$ e 40 loci, na qual compararam a eficiência dos dois métodos, a partir de uma mesma população com 50 indivíduos. Consideraram diferentes herdabilidades e percentagem de perdas por amostragem. Envolveram, também, diferentes taxas de multiplicação; para isso, foi estimada a regressão entre a taxa de multiplicação e o desempenho da

característica. A comparação entre os dois métodos foi baseada na média dos valores genéticos das N melhores linhagens. Cada simulação foi repetida quarenta vezes.

Na tabela 1 estão os resultados das médias de algumas das simulações realizadas por Fouilloux e Bannerot (1988). Veja que, considerando as oito melhores linhagens selecionadas, o método “SSD” mostrou-se superior ao “bulk” na ausência de perdas por amostragem e quando a característica sob seleção não é correlacionada positivamente com a taxa de multiplicação. Por outro lado, quando ocorrem perdas, os resultados obtidos pelo método “bulk” são equivalentes ao SSD, mesmo se a regressão entre taxa de multiplicação e característica selecionada for negativa. Os autores argumentaram que o método “bulk” deve ser preferido em populações de tamanhos iguais, visto que ele é muito menos trabalhoso que o SSD; acrescentaram, adicionalmente, que na cultura do feijoeiro, em que as perdas por amostragem são sempre substanciais, o método “bulk” é mais eficiente que o SSD. Mesmo que seja adotado o emprego dos descendentes de uma vagem para representar a planta F_2 (SPD), as perdas ainda são expressivas. Além do mais, com SPD é possível a semeadura de somente quatro covas/m², ao passo que, no “bulk” é possível colocar 30 descendentes da planta F_2 . Um argumento adicional, não mencionado pelos autores, é que com a endogamia, a mesma variabilidade existente entre as plantas F_2 é liberada dentro e, portanto, o “bulk” permite que se explore tanto a variância entre como dentro. Assim, mesmo que ocorram perdas por amostragem, no final espera-se que a variância liberada no método “bulk” seja maior.

TABELA 1. Médias das oito melhores linhagens selecionadas, após oito gerações, pelo método “bulk” e “SSD”, para diferentes herdabilidades, coeficientes de regressão entre valor fenotípico e número de sementes por planta, e níveis de perdas de planta em cada geração.

Herdabilidade	Coeficiente de regressão	Perdas de plantas (%)					
		0		10		20	
		Bulk	SSD	Bulk	SSD	Bulk	SSD
1,0	+0,308	150,2	149,3	150,0	148,1	149,5	146,1
	0,000	148,8	149,3	148,5	147,8	146,1	146,2
	-0,308	146,6	149,2	146,7	147,3	146,8	146,3
0,8	+0,308	143,4	148,3	148,4	146,9	148,4	145,4
	0,000	147,2	147,8	147,7	146,8	147,4	145,5
	-0,308	146,4	148,8	145,6	147,2	145,5	145,1
0,3	+0,308	146,1	145,1	146,3	143,6	146,1	143,3
	0,000	144,6	145,1	144,5	144,0	144,2	143,7
	-0,308	143,3	144,7	142,8	141,3	142,1	143,7

Considerando a facilidade de condução do método, o problema de amostragem pode ser sensivelmente reduzido utilizando um número de indivíduos apropriado e crescente a cada geração, pois como pode ser observado na Tabela 2, a frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose e heterozigose diminui com as sucessivas gerações de endogamia. Depreende-se, ainda, que a chance de se manterem os alelos favoráveis de todos os locos em homozigose é muito pequena, especialmente nas gerações iniciais. Contudo, o melhorista pode postergar a seleção e, assim, irão interessar todas as combinações que possuam os alelos favoráveis, independentemente se em homozigose ou heterozigose.

TABELA 2. Número de plantas necessário nas diferentes gerações segregantes para ocorrerem 11 alelos favoráveis, com 95% de probabilidade.

Gerações	Homozigose com alelos favoráveis		Homozigose e/ou heterozigose com alelos favoráveis	
	Frequência do evento	Número de plantas	Frequência do evento	Número de plantas
F ₂	(1/4) ¹¹	12565941	(3/4) ¹¹	69
F ₃	(3/8) ¹¹	145263	(5/8) ¹¹	525
F ₄	(7/16) ¹¹	26651	(9/16) ¹¹	1678
F ₅	(15/32) ¹¹	12477	(17/32) ¹¹	3148
F ₆	(31/64) ¹¹	8698	(33/64) ¹¹	4372
F ₇	(63/128) ¹¹	7294	(65/128) ¹¹	5172
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
F _∞	(1/2) ¹¹	6134	(1/2) ¹¹	6134

Outra questão é sobre quando proceder a abertura do “bulk”. Inferências a esse respeito podem ser obtidas conhecendo as alterações que ocorrem nas propriedades genéticas das populações com sucessivas autofecundações. As sementes da geração F₁ são heterozigóticas para todos os locos em que os genitores diferem. Na geração F₂, têm-se 50% dos locos em heterozigose e 50% em homozigose. Em F₃, a frequência de heterozigotos cai para 25%, e assim sucessivamente. A partir de F₆, têm-se praticamente todos os locos em homozigose e postergar a abertura do “bulk” além dessa geração para aumentar ainda mais a frequência de homozigotos é pouco eficiente.

Um outro modo de visualizar esse fato é por meio dos componentes da variância genética. Tomando como referência a primeira geração segregante F₂,

a variância genética ($\sigma_{G_{F_2}}^2$) contém a variância aditiva (σ_A^2) e a variância de dominância (σ_D^2), ou seja, $\sigma_{G_{F_2}}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2$. A variabilidade genética sob autofecundações sucessivas segue um modelo preciso, pois é função do coeficiente de endogamia (I) e do componente da variância genética aditiva (σ_A^2), e pode ser previsto por meio da expressão $\sigma_G^2 = (1 + I)\sigma_A^2 + (1 + I)(1 - I)\sigma_D^2$. Estes componentes aumentam com o decorrer das gerações de endogamia e atingem o máximo quando a endogamia completa é atingida. Já a σ_D^2 diminui, até a geração F_∞ , quando a variância genética entre as linhagens conterá $2\sigma_A^2$ (Tabela 3).

Dessa maneira, nas gerações segregantes iniciais a variabilidade genética não é muito alta, por isso, nesta fase é aconselhável realizar a seleção apenas para aqueles caracteres de alta herdabilidade e apenas quando atingir um nível relativamente elevado de homozigose é efetuada a seleção para caracteres de baixa herdabilidade. Pode-se observar, na Tabela 3, que o incremento na participação da variância aditiva é expressivo até as gerações F_4 e F_5 . A partir daí, o aumento na proporção de σ_A^2 não compensa o tempo gasto em avanços adicionais de endogamia sem seleção (Ramalho & Vencovsky, 1978; Souza Junior, 1989; Ramalho et al., 2001).

Depreende-se, então, que para o melhorista não é desejável postergar a condução do “bulk” além das gerações F_5 ou F_6 ; entretanto, se a seleção natural atuar no sentido de perpetuar os indivíduos que sejam também agronomicamente mais desejáveis, manter a população sob a ação da seleção natural por mais gerações pode ser vantajoso para os melhoristas. Infelizmente não foram encontrados relatos a esse respeito.

TABELA 3. Componentes da variância genética total das gerações segregantes de uma planta autógama.

Gerações		F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F _∞
Coefficiente de Endogamia		0	1/2	3/4	7/8	15/16	1
Variância genética	σ_A^2	1	3/2	7/4	15/8	31/16	2
Total	σ_D^2	1	3/4	7/16	15/64	31/256	0

Do que foi comentado anteriormente a seleção natural seria sempre vantajosa para os melhoristas, contudo há muitos questionamentos a esse respeito, que serão enfocados no próximo item.

2.3 Seleção natural no método “bulk”

Um questionamento que surge é se a ação da seleção natural será benéfica ou não para o melhorista (Ramalho et al., 2001). Para responder a esse questionamento, vários trabalhos foram realizados (Adair & Jones, 1946; Suneson, 1949; Rasmusson et al., 1967; Jensen, 1988; Allard, 1999). Alguns destes trabalhos procuraram verificar o efeito de uma mistura de linhas puras para representar a população segregante. Em outros, foi empregada uma população segregante verdadeira (Allard, 1988; Gonçalves et al., 2001). Contudo, nenhum relato foi encontrado com relação ao efeito da seleção natural na obtenção de famílias com melhor desempenho, conduzidas pelo método “bulk”.

Um dos primeiros trabalhos envolvendo uma mistura de linhas puras foi conduzido por Harlan & Martini (1938), com cevada, para simular o efeito da seleção natural em uma população segregante. Eles misturaram 11 cultivares em igual proporção e uma amostra foi plantada em dez localidades dos Estados Unidos. A cada ano, as sementes eram colhidas e misturadas e uma parte era guardada para a semeadura do ano seguinte. Verificou-se grande variação na adaptação em função da proporção de sementes colhidas de cada cultivar, na mistura nos diferentes locais. O que chamou mais atenção foi a rapidez com que uma ou mais cultivares se tornaram predominantes em certas localidades, com a conseqüente eliminação das demais, evidenciando a ação da seleção natural.

Um outro trabalho com linhas puras de cevada foi realizado por Suneson & Wiebe em 1942 (Allard, 1999). Foram misturadas, em igual proporção, sementes de quatro cultivares de cevada (Atlas, Club Mariout, Hero e Vaughn), obtendo-se, por meio de contagens anuais, a proporção de cada uma durante um período de 9 anos. Em parcelas adjacentes à população misturada foram obtidos, também, dados sobre a produtividade de cada cultivar em plantios puros. A sobrevivência e produção são apresentados nas Tabelas 4 e 5, em que se observa que a característica mais marcante deste experimento foi a rapidez com que a cultivar Atlas dominou a população e, conseqüentemente, a rapidez com que as cultivares Hero e Vaughn foram virtualmente eliminadas. As diferenças em produtividade entre as quatro cultivares eram pequenas. Assim, este experimento não é conclusivo quanto ao estabelecimento de uma relação entre capacidade produtiva e sobrevivência, uma vez que a cultivar Vaughn, a mais produtiva, foi a pior competidora. Ao que tudo indica, não houve uma associação positiva muito forte entre essas características. As diferenças marcantes quanto à capacidade competitiva observadas devem ser, assim, resultado de outras características que não o peso de semente produzida. A capacidade competitiva também parece não estar relacionada com o critério usual de mérito agrônômico,

como data de florescimento, altura da planta e nível de resistência a doenças, uma vez que Vaughn é a “melhor” cultivar dentre as quatro, quando julgada de acordo com esses padrões.

Os antecedentes da competição entre essas cultivares são, entretanto, mais elucidativos (em favor dos agricultores da Califórnia). Sementes da cultivar Vaughn têm estado disponíveis desde 1932 e a sua “superioridade” sobre as outras cultivares, quanto à produção e outras características agrônômicas, tem sido conhecida e divulgada em várias partes da Califórnia. Entretanto, apesar disso, ela nunca ocupou mais que 5% dos 600.000 hectares anualmente plantados com cevada, na Califórnia. A cultivar Atlas esteve em primeiro lugar em popularidade, seguido da Club Mariout. As cultivares Hero e Vaughn nunca foram amplamente cultivadas. Exceto os dados de sobrevivência deste experimento, não existem dados para explicar o desinteresse dos agricultores da Califórnia para com a cultivar Vaughn. Não se trata de tendência conservadora entre os agricultores na mudança da cultivar, uma vez que mudanças apreciáveis na popularidade de cultivares de cevada ocorreram durante o período em questão. Suneson conclui: “Isto sugere que o método de melhoramento da população não perpetuará necessariamente as progênies mais produtivas ou mais resistentes às doenças, porém o caráter intangível, relativo à capacidade competitiva, pode corresponder a outras características muito importantes”.

TABELA 4. Proporção de cultivares em uma mistura de cevada cultivada em Davis, Califórnia.

Cultivares	Porcentagem de plantas de cada cultivar na mistura									
	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1948
Atlas	25,4	38,1	47,4	42,8	49,2	54,4	47,7	63,2	65,5	88,0
Club Mariot	24,7	23,4	18,6	22,7	24,3	20,1	27,6	17,3	18,8	10,5
Hero	24,7	20,5	15,9	12,5	12,2	9,2	13,7	8,3	7,7	0,7
Vaughn	25,2	18,0	18,1	19,9	14,3	16,2	11,1	11,3	7,5	0,4

TABELA 5. Produtividade de grãos (kg/ha) de cultivares de cevada quando cultivadas separadamente em parcela de 80 m² com cinco repetições, em Davis, Califórnia, 1933-1940.

Cultivares	Produtividade (kg/ha)								Porcentagem Produção total
	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	
Vaughn	5294	5354	7351	6141	4047	4199	2432	3424	27,0
Atlas	5578	4943	5512	5620	4223	4005	2214	3364	25,1
Hero	4900	4943	5748	5058	4017	3690	2402	3237	24,0
Club Mariot	5294	4876	6262	4991	4005	3285	2341	2789	23,9

Com a cultura do feijoeiro, alguns trabalhos foram realizados envolvendo mistura artificial de linhas puras (Guazzelli, 1975; Hamblin, 1975; Cardoso & Vieira, 1976;). No trabalho de Cardoso & Vieira (1976), foi avaliado o comportamento de duas misturas de seis cultivares de feijão, as quais diferiam quanto às cores e ao tamanho de grãos. Os autores misturaram igual número de sementes de cada uma. A cada plantio, os grãos eram colhidos, era contada a

proporção de cada cultivar e uma amostra era utilizada para semeadura na safra seguinte. No primeiro composto estavam as cultivares Rico-23, Small White 59, 37-R, Ricopardo 896, Vi 983 e Carioca 1030; e no segundo, as cultivares Manteigão Fosco 11, Manteigão Brilhante 13, Rico-23, 37-R, Manteigão 977, Vi-983. No segundo composto, as cultivares 37-R e Rico-23 praticamente dominaram as demais. No outro, até a terceira semeadura, essas mesmas cultivares predominaram. Contudo, a partir daí, o Ricopardo 896 substituiu a 37-R. As cultivares mais produtivas 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.

Pesquisas para verificar a ação da seleção natural foram realizadas utilizando populações segregantes, conduzidas em “bulk”, por várias gerações. O experimento de maior duração está sendo conduzido desde 1929 com cevada (Soliman & Allard, 1991; Allard, 1999). Ele iniciou com um composto denominado CCII, proveniente de um dialelo de 28 cultivares, resultando em 387 híbridos F_1 , que foram misturados. Cerca de 15.000 sementes eram semeadas a cada geração, sendo uma parte armazenada e a outra parte misturada para ser utilizada na semeadura do ciclo seguinte. O processo se repete até os dias de hoje.

Após algumas gerações, o material armazenado dos ciclos sucessivos foi cultivado em experimentos com repetições em alguns locais, nos anos de 1960-1963, 1965-1969 e 1976-1982. Nesse trabalho foi estudado 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, ao peso de 1000 sementes e ao número de dias para o florescimento. No caso da produtividade de grãos, constataram-se mudanças expressivas no decorrer das gerações. Nas gerações iniciais, as produtividades 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 foi em média de 2 a 3% por geração, com uma ligeira redução nas gerações mais avançadas. No caso do peso de 1000 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 aumento de apenas três dias, no número de dias para o início do florescimento nas sucessivas gerações. Ficou evidenciado 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 (Allard, 1988).

Com a cultura do feijoeiro, o efeito da seleção natural foi relatado inicialmente por Hamblin (1977), envolvendo quatro populações segregantes avaliadas nas gerações de F_2 a F_5 . Constatou-se que ocorreu aumento expressivo na produtividade de grãos apenas no caso das populações segregantes com menor média. O autor argumentou que isso ocorreu porque, no caso das populações menos produtivas, ocorreram certamente indivíduos menos adaptados; além disso, a seleção natural pode atuar com maior intensidade, mesmo considerando o curto período, apenas quatro gerações. Observou-se que o efeito da seleção natural não necessariamente conduz à obtenção de sementes menores, como havia sido relatado anteriormente (Hamblin, 1975). Nas quatro populações, a alteração no peso das sementes, quando ocorreu, foi pequena.

Em trabalho semelhante, no Brasil, seis populações segregantes de feijoeiro e as respectivas linhagens genitoras foram avaliadas em sucessivas gerações para verificar se a seleção natural atua na direção desejada pelos

melhoristas (Corte, 1999). 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 e as cinco linhagens parentais foram avaliadas em experimentos conduzidos da geração F_2 até a F_{18} , pelo método da população, 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 parentais. 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 (2000) utilizou as mesmas populações segregantes. As populações envolvendo a linhagem ESAL 686 foram avançadas da geração F_2 à F_7 e as populações com Manteigão Fosco 11 foram avançadas de F_2 a F_{13} . Todas essas gerações 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. Concluiu-se, então, que quando o objetivo é obter linhagens de hábito determinado, em população que estiver segregando para esse caráter, o método do “bulk” 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, em média de 5,2% por geração, em relação à população inicial.

Procurando verificar se a seleção natural identificava os indivíduos e/ou linhagens específicas para cada ambiente, isto é, se capitalizava os efeitos da interação dos genótipos x ambientes, Pirola et al. (2002) utilizaram a população proveniente do cruzamento de ESAL 686 x Carioca MG, avançadas pelo método da população até F_{14} , em três locais do estado de Minas Gerais, Lavras, Lambari e Patos de Minas. Da população de cada local retiraram-se 47 famílias $F_{14:15}$, que foram posteriormente multiplicadas, obtendo-se famílias $F_{14:16}$. Essas famílias, juntamente com três testemunhas (Carioca MG, ESAL 686 e Pérola), foram avaliadas simultaneamente nos mesmos três locais onde ocorreu o avanço das gerações. Constatou-se que a variância da interação famílias x origem foi de grande magnitude, e inclusive bem superior à variância genética entre as famílias. Ficou evidenciado que durante a condução das populações segregantes pelo método da população, a seleção natural atuou preservando os indivíduos mais adaptados para o ambiente em que ocorreu o avanço das populações. Assim, há a necessidade de os melhoristas avançarem as populações segregantes em ambientes diferentes, visando a obtenção de linhagens que associem bom desempenho e maior adaptação aos ambientes de cultivo em que se destacaram. Resultados semelhantes, inclusive em populações segregantes conduzidas por menor tempo, foram relatados em *Phaseolus lunatus* L. (Tucker & Harding, 1974).

Como foi comentado anteriormente, uma decisão importante do melhorista é com relação ao momento de se iniciar a avaliação das progênies, ou seja, a abertura do “bulk”. Embora teoricamente não se justifique postergar a abertura do “bulk” além de F_6 , alguns melhoristas têm preferido conduzir a população por um grande número de gerações. Este procedimento é baseado no

seguinte raciocínio: a partir das gerações F_6 a F_7 , quando a quase totalidade dos locos está em homozigose, a população segregante é constituída de uma mistura de linhagens e a seleção natural pode ser mais eficiente por atuar na eliminação daquelas de menor potencial, aumentando a probabilidade de identificar linhagens superiores posteriormente, ao invés de utilizar uma mistura de progênies segregando (Allard, 1971). Na literatura não foi encontrado nenhum relato a esse respeito.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais

Os experimentos foram conduzidos no município de Lavras, na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) situado na região sul do estado de Minas Gerais, a 910 metros de altitude, 21° 45' S de latitude e 45° 00'W de longitude, e no município de Ijaci, área experimental da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), situado na região sul do estado de Minas Gerais, a 920 metros de altitude, 21° 14' S de latitude e 45° 08'W de longitude.

3.2 Material utilizado

Foi utilizada uma população segregante proveniente do cruzamento entre os genitores Carioca MG e ESAL 686:

Carioca MG: é uma cultivar proveniente da Universidade Federal de Lavras que possui hábito de crescimento indeterminado tipo II, com grãos pequenos, tegumento creme com estrias marrom e ciclo normal.

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

O cruzamento entre esses dois genitores e o avanço das gerações de F₂ até F₂₄ foram realizados por Corte (1999). As populações segregantes foram avançadas pelo método do “bulk”. Em cada geração, após a colheita, as sementes eram misturadas, uma parte era armazenada em câmara fria e o restante era utilizado para obter a geração seguinte.

Aproximadamente 2000 sementes de cada uma das populações segregantes, F_2 , F_8 e F_{24} , foram semeadas em março de 2001, no campo experimental do Departamento de Biologia, UFLA, Lavras.

3.3 Avaliação das famílias

3.3.1 Safra do inverno de 2001

Por ocasião da colheita das plantas de cada “bulk” foram tomadas, ao acaso, 108 plantas da população F_2 e 107 das outras duas, F_8 e F_{24} . As plantas foram trilhadas individualmente e, na safra seguinte, deram origem às sementes das famílias $F_{2:3}$, $F_{8:9}$ e $F_{24:25}$. Essas famílias, juntamente com os dois genitores, foram avaliadas no inverno de 2001, semeadura em julho, em Ijaci, utilizando um látice simples, 18 x 18, sendo as parcelas constituídas por uma linha de um metro e meio, espaçadas de 0,5 metro, numa densidade de 15 sementes por metro. O caráter avaliado foi peso de grãos por parcela.

Na condução do experimento foi empregada adubação equivalente a 400 kg/ha do fertilizante 8-28-16 na semeadura e 20 dias após a emergência foram aplicados 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. O suprimento de água, nos períodos de deficiência hídrica, foi mantido por irrigações suplementares, com lâminas de aproximadamente 25 mm, semanalmente. Por meio do uso de herbicidas, em pré-emergência e em pós-emergência, as plantas foram mantidas livres de competição com plantas daninhas. Não foi efetuado o controle de pragas e doenças.

3.3.2 Safra das águas de 2001

No segundo experimento, foram avaliadas os genitores e as famílias $F_{2:4}$, $F_{8:10}$ e $F_{24:26}$, na safra das águas, semeadura em novembro de 2001, no campo

experimental do DBI/UFLA/Lavras. Nesse caso, o delineamento foi um látice 18 x 18, com três repetições, e as parcelas foram constituídas por duas linhas de dois metros, espaçadas de 0,5m, na densidade de 15 sementes por metro. Os tratos culturais foram os mesmos utilizados na safra anterior e o caráter sob avaliação também foi produção de grãos por parcela.

3.3.3 Safra da seca de 2002

Novamente as 322 famílias e os dois genitores foram avaliados na safra da seca, com semeadura em março de 2002, em Lavras. Neste caso, as famílias avaliadas foram $F_{2:5}$, $F_{8:11}$ e $F_{24:27}$. Foi utilizado o delineamento em látice 18 x 18, em parcelas de duas linhas de dois metros. Os mesmos tratos culturais foram empregados na avaliação de produção de grãos por parcela.

3.4 Análise genético-estatística dos dados

3.4.1 Análise de variância dos dados por safra

Os dados de produtividade de grãos foram inicialmente submetidos à análise de variância por experimento, utilizando o seguinte modelo estatístico, considerando todos os efeitos, exceto a média, como aleatórios:

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

em que:

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

m : média geral;

t_i : efeito aleatório do tratamento i , sendo $i = 1, 2, \dots, 324$;

r_j : efeito aleatório da repetição j , sendo $j = 1, 2$ no experimento de Ijaci e $j = 1, 2, 3$ nos dois experimentos de Lavras;

$b_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro da repetição j , sendo $k = 1, 2, \dots, 18$;

e_{ijk} : erro experimental associado à observação Y_{ijk} , assumindo que os erros são independentes e normalmente distribuídos, com média zero e variância σ^2 .

3.4.1.1 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos por safra

a) Variância genética entre as famílias derivadas de plantas por origem e por safra ($\hat{\sigma}_{G_{Fi'a}}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G_{Fi'a}}^2 = \frac{(Q_{Pi} - Q_e)}{r}$$

sendo que:

a: corresponde às safras de inverno, águas ou seca.

$Q_{Fi'}$: quadrado médio entre as famílias de cada origem, ou seja:

Famílias $F_{2:3}$, $F_{8:9}$ e $F_{24:25}$ - safra de inverno;

Famílias $F_{2:4}$, $F_{8:10}$ e $F_{24:26}$ - safra das águas;

Famílias $F_{2:5}$, $F_{8:11}$ e $F_{24:27}$ - safra da seca.

Q_e : quadrado médio do erro.

b) Variância fenotípica entre as médias das famílias por origem ($\hat{\sigma}_{\bar{F}_{i'}}^2$):

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}_{i'}}^2 = \frac{Q_{Pi}}{r}$$

c) Herdabilidade para seleção na média das famílias por origem ($\hat{h}_{Fi'}^2$):

$$\hat{h}_{Fi'}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{G_{Fi'}}^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}_{i'}}^2} \times 100$$

Foram obtidos os limites inferior (LI) e superior (LS) das estimativas de \hat{h}^2 pelas expressões apresentadas por Knapp et al. (1985), com confiança de $1-\alpha = 0,95$:

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

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

em que: F: valor estimado a $1-\alpha/2$ e $\alpha/2$.

gl_1 e gl_2 : graus de liberdade de Q_{P_i} e Q_e , respectivamente.

3.4.2 Análise de variância conjunta

A análise de variância conjunta foi realizada utilizando as médias ajustadas de cada safra (Tabela 6). O modelo estatístico adotado, considerando todas as fontes de variação como aleatórios, exceto safra e média, foi:

$$Y_{ia} = m + p_i + s_a + (ps)_{ia} + \bar{e}_{ia}$$

em que:

Y_{ia} : observação referente à família i , na safra a ;

m : média geral do experimento;

p_i : efeito da família i , sendo $i = 1, 2, \dots, 322$;

s_a : efeito da safra a , sendo $a = 1$ (inverno), 2 (águas) e 3 (seca);

$(ps)_{ia}$: efeito da interação famílias i com as safras a ;

\bar{e}_{ia} : erro experimental médio associado à observação Y_{ia} .

TABELA 6. Esquema da análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças dos quadrados médios E(QM), para a produtividade de grãos (kg/ha) de famílias derivadas de plantas F₂, F₈ e F₂₄, em três safras: “inverno/2001”, “águas/2001” e “seca/2002”.

Fontes de variação	QM	E(QM)
Saфра		
Famílias	Q ₁	$\sigma_e^2 + \bar{r} a \sigma_G^2$
Entre tipos de famílias		
Entre famílias F ₂ , F ₈ ou F ₂₄	Q _{2i}	$\sigma_e^2 + \bar{r} a \sigma_{G_{Fi}}^2$
Entre testemunhas		
Testemunhas x famílias		
Famílias x safras	Q ₃	$\sigma_e^2 + \bar{r} \sigma_{G \times S}^2$
Entre tipos de famílias x safras		
Entre famílias F ₂ , F ₈ ou F ₂₄ x safras	Q _{4i}	$\sigma_e^2 + \bar{r} \sigma_{G_{Fi} \times S}^2$
Famílias vs. testemunhas x safras		
Entre testemunhas vs. safras		
Erro efetivo médio	Q ₅	σ_e^2

\bar{r} : média harmônica do número de repetições.

3.4.2.1 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

A partir das esperanças dos quadrados médios apresentadas na Tabela 6, foram obtidas as seguintes estimativas:

- a) Variância genética, estimada por meio da covariância entre o desempenho médio das famílias considerando os pares de ambientes (safras) ($Cov_{G(ax;ay)}$):

$$Cov_{G(ax;ay)} = \frac{\sum_{axay} - \frac{\sum_{ax} \sum_{ay}}{n}}{n-1}$$

em que:

ax e ay: médias das famílias nas safras (inverno, águas e seca), tomadas duas a duas. O valor de $Cov_{G(ax;ay)}$ foi obtido pela média das três correlações $Cov_{G(a1;a2)}$ (inverno e águas), $Cov_{G(a1;a3)}$ (inverno e seca), $Cov_{G(a2;a3)}$ (águas e seca).

n-1: grau de liberdade.

- b) Variância fenotípica entre as médias das famílias, independente da origem ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$):

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

- c) Variância da interação das famílias x safras ($\hat{\sigma}_{G \times S}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G \times S}^2 = \frac{Q_3 - Q_5}{\bar{r}}$$

- d) Herdabilidade no sentido amplo para seleção na média das famílias, independente da origem (\hat{h}^2):

$$\hat{h}^2 = \frac{Cov_{G(ax;ay)}}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2} \times 100$$

Foram obtidos os limites inferior (LI) e superior (LS) das estimativas de \hat{h}^2 pelas expressões apresentadas por Knapp et al. (1985), com confiança de $1 - \alpha = 0,95$:

$$LI = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_1}{Q_3} \right) F_{1-\alpha/2; gl_2, gl_1} \right]^{-1} \right\}$$

$$LS = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_1}{Q_3} \right) F_{\alpha/2; gl_2, gl_1} \right]^{-1} \right\}$$

em que: F: valor estimado a $1-\alpha/2$ e $\alpha/2$.

gl_1 e gl_2 : graus de liberdade de Q_1 e Q_3 , respectivamente.

e) Variância genética estimada por meio da covariância do desempenho médio das famílias derivadas de plantas na geração F_i ($F_i = F_2, F_8$ ou F_{24}) ($Cov_{G(F_i'ax; F_i'ay)}$):

$$Cov_{G(F_i'ax; F_i'ay)} = \frac{\sum_{F_i'ax} \sum_{F_i'ay} - \frac{\sum_{F_i'ax} \sum_{F_i'ay}}{n}}{n-1}$$

em que:

$F_i'ax$ e $F_i'ay$: médias das famílias derivadas de plantas na geração F_i nas safras (inverno, águas e seca), tomadas duas a duas. O valor de $Cov_{G(F_i'ax; F_i'ay)}$ foi obtido pela média das três correlações, $Cov_{G(F_i'a1; F_i'a2)}$ (inverno e águas), $Cov_{G(F_i'a1; F_i'a3)}$ (inverno e seca) e $Cov_{G(F_i'a2; F_i'a3)}$ (águas e seca).

$n-1$: grau de liberdade.

f) Variância da interação das famílias x safras, derivadas de plantas na geração

F_i ($F_i = F_2, F_8$ ou F_{24}) ($\hat{\sigma}_{G_{F_i \times S}}^2$)

$$\hat{\sigma}_{G_{F_i \times S}}^2 = \frac{(Q_{4i} - Q_5)}{r}$$

g) Variância fenotípica entre as médias das famílias derivadas de plantas na

geração F_i ($F_i = F_2, F_8$ ou F_{24}) ($\hat{\sigma}_{\bar{F}_i}^2$)

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

h) Herdabilidade no sentido amplo para seleção na média das famílias derivadas

de plantas na geração F_i ($F_i = F_2, F_8$ ou F_{24}) (\hat{h}^2)

$$\hat{h}^2 = \frac{Cov_{G(F_i'ax; F_i'ay)}}{\hat{\sigma}_{\bar{F}_i}^2} \times 100$$

Foram também obtidos os limites inferior (LI) e superior (LS) das estimativas de \hat{h}^2 pelas expressões apresentadas por Knapp et al. (1985), com confiança de $1 - \alpha = 0,95$:

$$LI = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_{2i}}{Q_{4i}} \right) F_{1-\alpha/2; gl_2, gl_1} \right]^{-1} \right\}$$

$$LS = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_{2i}}{Q_{4i}} \right) F_{\alpha/2; gl_2, gl_1} \right]^{-1} \right\}$$

em que: F: valor estimado a $1-\alpha/2$ e $\alpha/2$.

gl_1 e gl_2 : graus de liberdade de Q_{2i} e Q_{4i} , respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população segregante de onde foram derivadas as famílias, como já mencionado, é proveniente do cruzamento das linhagens ESAL 686 x Carioca MG. Esses genitores foram escolhidos por apresentarem ampla variação no ciclo, tamanho de grãos e hábito de crescimento, caracteres em princípio muito afetados pela ação da seleção natural, portanto propícios ao que se propunha obter com essa pesquisa. É oportuno enfatizar que a ação da seleção natural, nos caracteres anteriormente mencionados, foi constatada por Gonçalves et al. (2001).

O resumo das análises de variância de cada safra para produtividade de grãos é apresentado na Tabela 1A. Constatou-se que o uso do delineamento látice foi uma boa estratégia, pois em todos os três casos ele foi mais eficiente que os blocos casualizados. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação para produtividade de grãos variou de 15,73% na “seca” a 22,25% nas “águas”. Estes valores são condizentes com o que é normalmente observado em experimentos de avaliação de famílias conduzidos na região (Marques Júnior, 1997). A produtividade média variou de 1481 kg/ha nas águas a 4690 kg/ha no inverno.

Constatou-se diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre tipos de famílias nas três safras. O mesmo foi observado quando se procedeu a decomposição da fonte de variação entre as famílias derivadas de plantas F_2 , F_8 e F_{24} , exceto na safra de inverno, nas famílias derivadas de plantas F_8 e F_{24} , coincidentemente a safra em que foram utilizadas parcelas menores e um menor número de repetições, duas ao invés de três (Tabela 1A).

A fonte de variação pais foi significativa apenas na safra das águas (Tabela 1A). Nessa condição, a cultivar Carioca MG produziu 5,9% acima da

linhagem ESAL 686. Chama atenção o fato que em todas as safras o contraste testemunha versus famílias foi não significativo.

Na análise conjunta (Tabela 7), observou-se diferença significativa ($P \leq 0,01$) para todas as fontes de variação, exceto para pais e para o contraste famílias versus testemunhas x safras. A interação famílias x safras evidencia que o comportamento das famílias não foi coincidente nas diferentes safras. Como as condições ambientais entre as safras são bem distintas e há diferença entre as famílias, é esperado que essas respondam de modo distinto aos estímulos ambientais. A ocorrência de interação genótipos x safras é comumente relatada na literatura com a cultura do feijoeiro (Abreu et al., 1990; Ramalho et al., 1998).

Um dos resultados mais expressivos da Tabela 7 é a significância do teste de F ($P \leq 0,0201$) para a fonte de variação entre tipos de famílias, indicando que a produtividade média variou de acordo com a geração da planta que originou as famílias. Veja, na Tabela 8, que a maior produtividade média foi observada, independente da safra, entre as famílias derivadas de plantas F_{24} . Essa superioridade foi de 20% em relação às famílias derivadas de plantas F_2 .

Como a interação entre tipos de famílias x safras foi significativa ($P \leq 0,0007$), procurou-se verificar se esses resultados anteriormente relatados não foram coincidentes entre as safras. Observou-se que, embora a interação tenha sido significativa, em todas as safras a produtividade média das famílias derivadas de plantas F_2 foi menor e a das plantas F_{24} foi maior (Tabela 8). A interação ocorreu porque houve diferença na magnitude da resposta à seleção natural entre as safras. Ela foi proporcionalmente maior na “safra das águas”, ou seja, na pior condição de cultivo, sendo, portanto, mais um aspecto favorável da condução das populações em “bulk”.

TABELA 7. Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg/ha) obtida na avaliação de famílias derivadas de plantas F₂, F₈ e F₂₄, em três safras: “inverno/2001”, “águas/2001” e “seca/2002”.

FV	GL	QM	Prob.
Safra	2	2.269.418.299,00	0,0000
Famílias	323	1.702.174,44	0,0000
Entre tipos de famílias	2	2.308.505,67	0,0201
Entre famílias F ₂	107	1.584.773,61	0,0000
Entre famílias F ₈	106	1.463.108,43	0,0000
Entre famílias F ₂₄	106	932.455,92	0,0000
Entre testemunhas	1	558.464,19	0,2520
Famílias x testemunhas	1	61.717.697,94	0,0000
Famílias x safras	433 ^{1/}	1.001.640,10	0,0000
Entre tipos de famílias x safras	4	2.093.719,94	0,0007
Entre famílias F ₂ x safras	145 ^{1/}	1.124.010,24	0,0000
Entre famílias F ₈ x safras	153 ^{1/}	1.117.995,14	0,0000
Entre famílias F ₂₄ x safras	214 ^{1/}	746.758,32	0,0000
Famílias vs. testemunhas x safras	2	294.618,15	0,5000
Entre testemunhas x safras	2	1.114.870,29	0,0732
Erro efetivo médio	443 ^{1/}	424.482,66	
Média		2.862,47	
CV(%)		21,80	

^{1/} Graus de liberdade ajustados pelo método de Cockran (1954).

Como já enfatizado, as produtividades médias obtidas foram muito diferentes em cada uma das safras. No inverno, a produtividade foi 3,2 vezes

superior à obtida na safra das águas, destarte para o fato de que nessa safra as parcelas eram menores e a extrapolação para kg/ha pode não refletir bem a produtividade por área (Tabela 8). Contudo, na denominada safra de inverno, semeadura em julho, a cultura é irrigada durante todo o ciclo e as temperaturas, especialmente as noturnas, são mais amenas, condição fundamental para o vingamento das vagens e o enchimento dos grãos (Andrade, 1998). Além do mais, nessa safra a ocorrência de patógeno é praticamente nula. Essas condições favorecem a obtenção de elevadas produtividades.

A alteração na média com a endogamia é esperada na presença de dominância porque havendo interação alélica de dominância, ocorre heterose e esta é reduzida de 50% a cada geração de endogamia (Ramalho et al., 2001). Contudo, nesta situação é esperado que a produtividade média reduza e não aumente como ocorreu. Em realidade, embora em alguns trabalhos tenha sido detectada heterose na cultura do feijoeiro (Nienhuis & Singh, 1988; Souza & Ramalho, 1995), na maioria dos trabalhos tem sido evidenciada a predominância da ação alélica aditiva (Takeda, 1990; Visgarra, 1991; Otubo, 1994; Abreu, 1997).

A principal razão para explicar o aumento na média é a ação da seleção natural, ou seja, com a condução da população em “bulk”, foram preservados os indivíduos mais adaptados, aqueles que deixaram mais descendentes, como preconizado por Darwin no final do século XIX (Ramalho et al., 2000), portanto os mais produtivos. Esse fato foi inclusive constatado anteriormente, na mesma população, quando se avaliou o desempenho médio das populações segregantes (Gonçalves et al., 2001; Corte et al., 2002). Resultados semelhantes têm sido observados também em outras espécies (Soliman & Allard, 1991; Allard, 1999).

TABELA 8. Médias de produtividade média de grãos (kg/ha) das famílias derivadas de plantas F₂, F₈ e F₂₄ dos genitores, nas safras de inverno/2001, águas/2001 e seca/2002.

Famílias	Safras			Média	%
	Inverno	Águas	Seca		
F ₂	4418	1241	2255	2638	92,30
F ₈	4682	1325	2331	2779	97,23
F ₂₄	4961	1853	2659	3158	110,50
Média	4687	1473	2415	2858	100
Genitores					
Carioca MG	6061	1782	2472	3438	105,85
ESAL 686	4641	1682	2850	3058	94,15
Média	5351	1732	2661	3248	100

As distribuições de frequência da produtividade de grãos das famílias, apresentadas na Figura 1, demonstraram a ocorrência de variabilidade entre as famílias, confirmando a diferença constatada entre as famílias tanto nas plantas oriundas de F₂ como de F₈ ou F₂₄ (Tabela 7). Considerando que as interações envolvendo esses diferentes tipos de famílias x safras foram significativas, foram obtidas as distribuições de frequência das médias de produtividade por safra (Figuras 2, 3 e 4). Verifica-se, como era esperado, que ocorreu diferença entre as famílias nas três safras. Fica evidente, contudo, que nas famílias derivadas das plantas F₂₄ a distribuição de frequência é mais assimétrica na direção de maior produtividade média, como era esperado em função dos comentários anteriores.

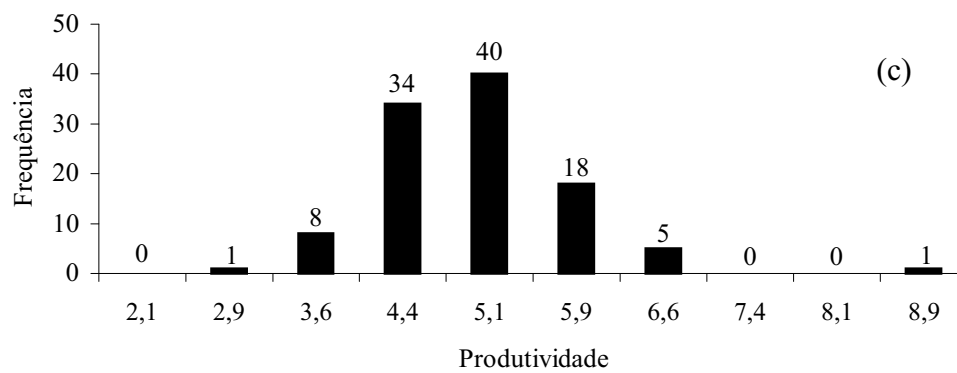
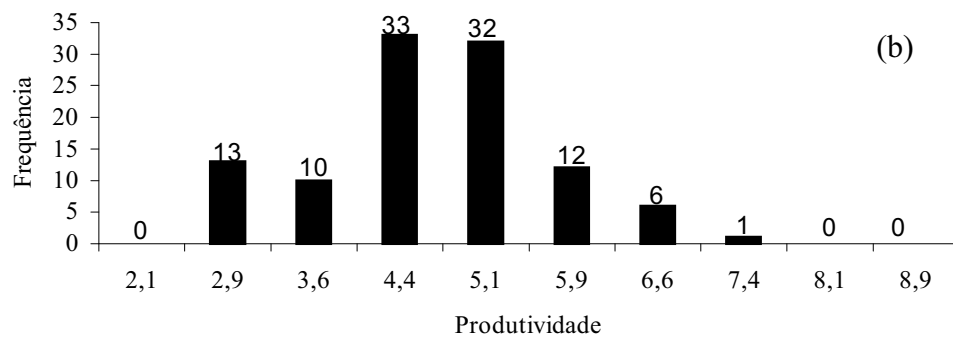
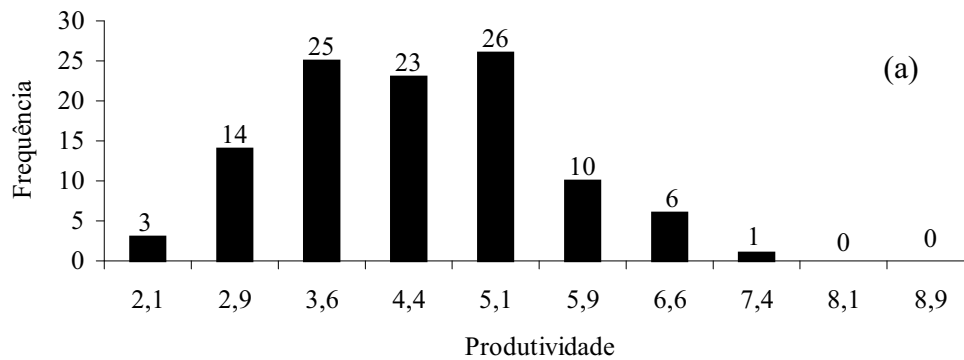


Figura 1. Distribuição de frequência das médias de produtividade de grãos, em t/ha, das famílias derivadas de plantas F₂ (a), F₈ (b) e F₂₄ (c), na média das safras.

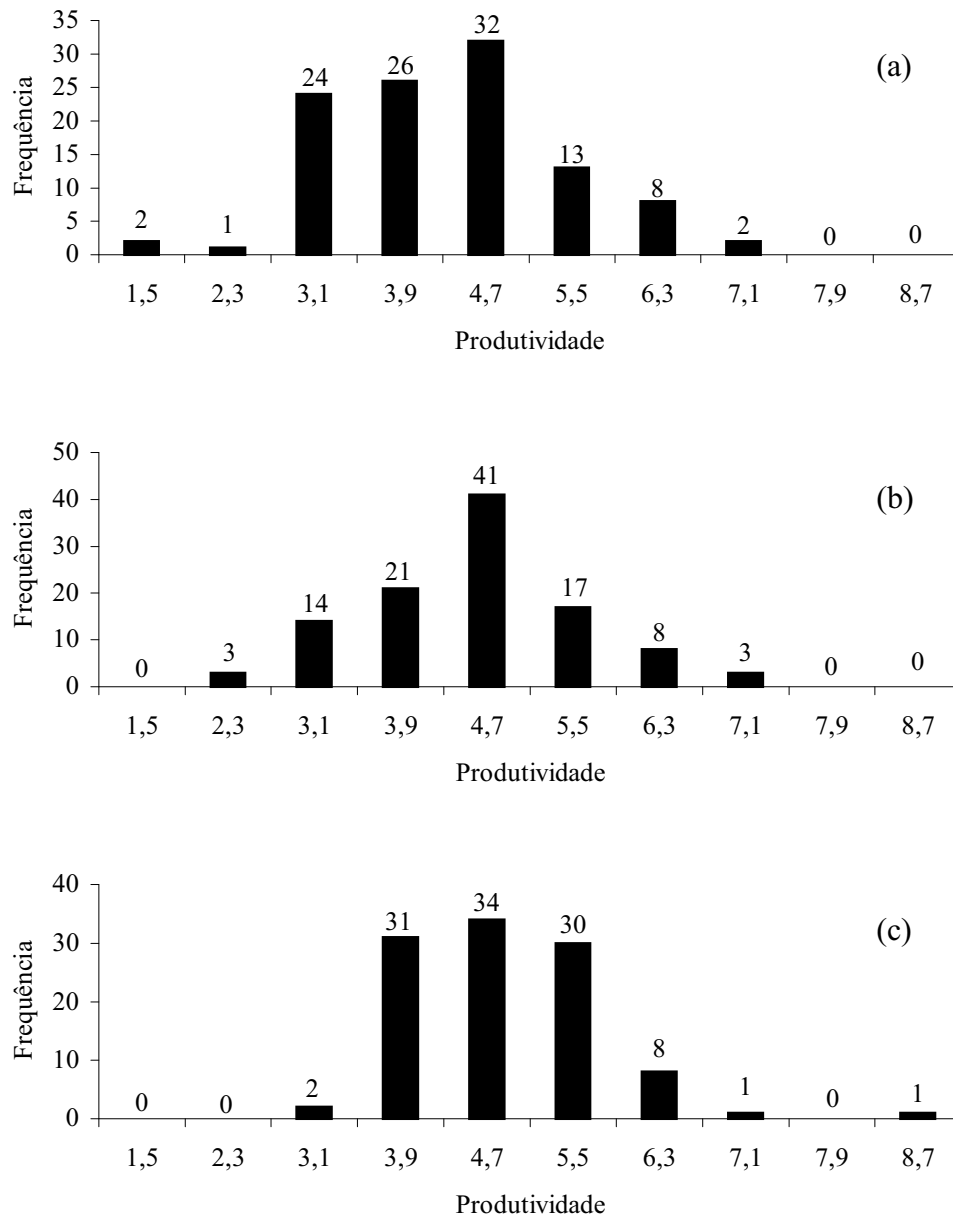


Figura 2. Distribuição de frequência das médias de produtividade de grãos, em t/ha, das famílias derivadas de plantas F₂ (a), F₈ (b) e F₂₄ (c), na safra de inverno.

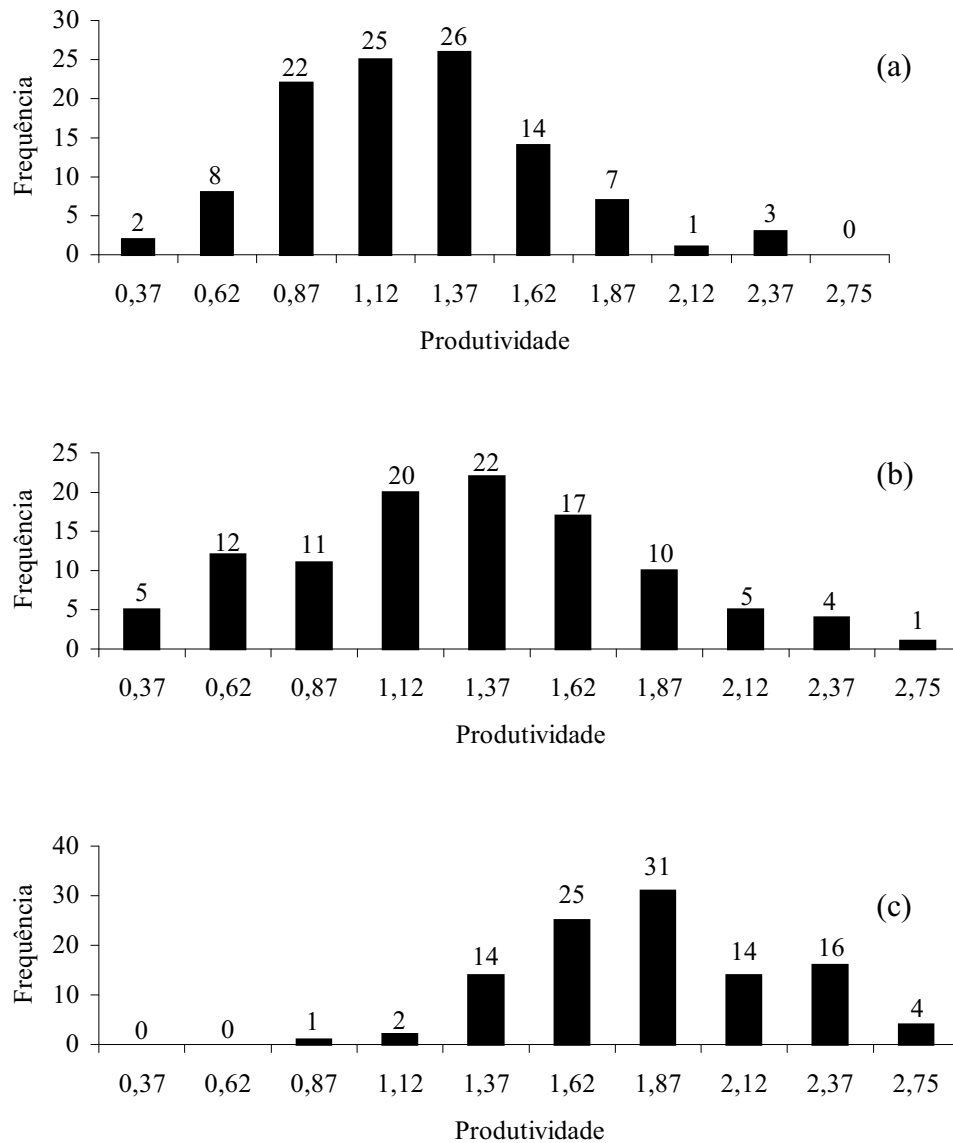


Figura 3. Distribuição de freqüência das médias de produtividade de grãos, em t/ha, das famílias derivadas de plantas F₂ (a), F₈ (b) e F₂₄ (c), na safra das águas.

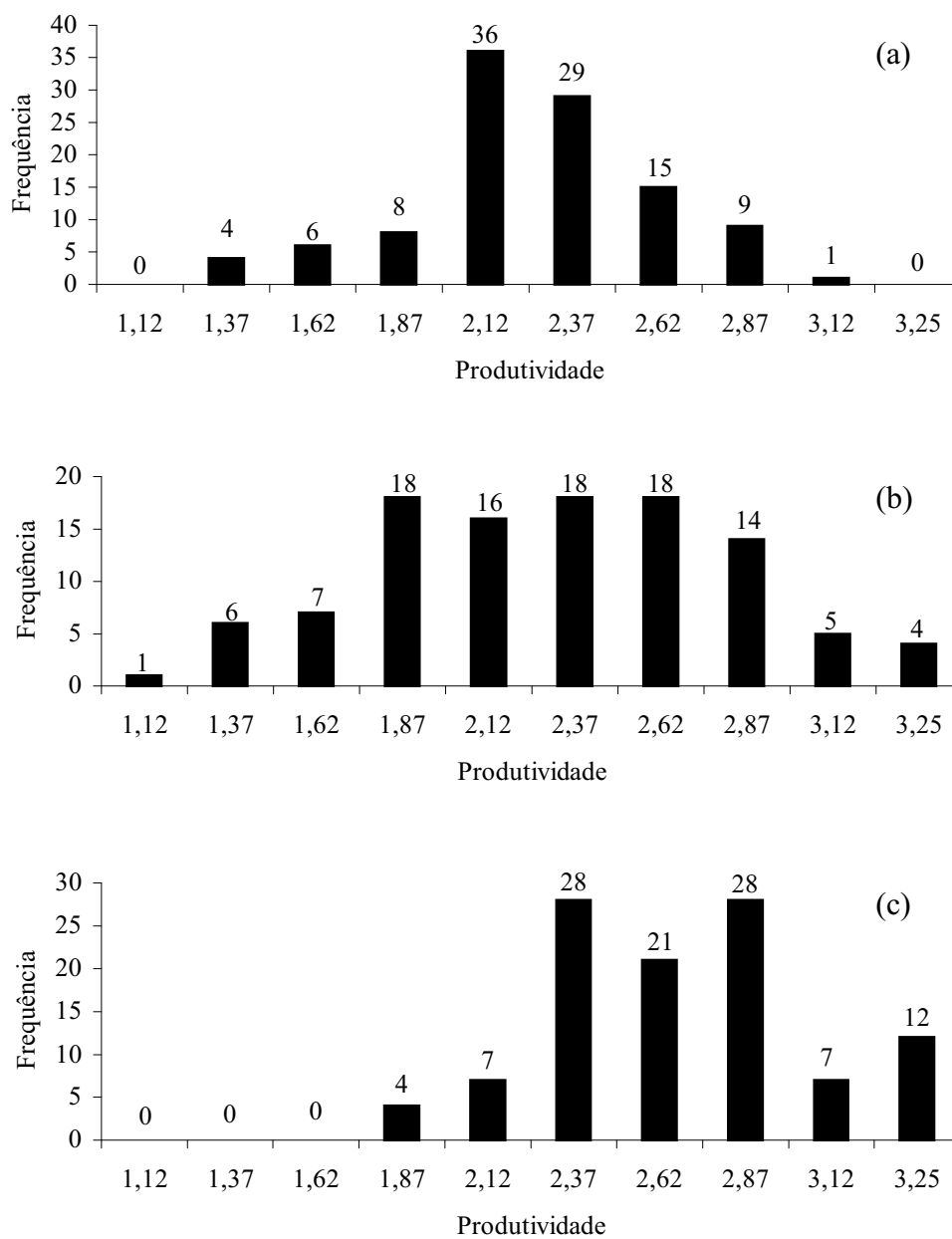


Figura 4. Distribuição de freqüência das médias de produtividade de grãos, em t/ha, das famílias derivadas de plantas F₂ (a), F₈ (b) e F₂₄ (c), na safra da seca.

Com o decorrer das gerações de endogamia, a variância é gradualmente liberada (Tabela 3); assim, entre as famílias derivadas de plantas F_2 ocorre uma variância aditiva ($1 \hat{\sigma}_A^2$). Quando a abertura do “bulk” ocorre na F_8 , já se tem $1,984 \hat{\sigma}_A^2$ entre as famílias, em F_{24} a alteração é muito pequena, passa para $1,999 \hat{\sigma}_A^2$, sendo que na F_∞ , tem-se $2 \hat{\sigma}_A^2$. Assim, é esperado que a variância entre as famílias aumente com o decorrer da endogamia até o limite de duas vezes a variância presente entre plantas F_2 . Observando, contudo, as estimativas apresentadas na Tabela 9, verifica-se, respectivamente, que na análise conjunta e nas análises individuais, ao contrário do esperado, a variância genética entre as famílias derivadas de plantas F_2 foi quase sempre maior que a das plantas F_{24} . Esse resultado só pode ser explicado devido a problemas de amostragem ou, o que é mais provável, à ação da seleção natural (Allard, 1971). Isto é, se a seleção natural atua, ela vai gradativamente utilizando a variabilidade liberada com a endogamia; nessa condição, a produtividade média aumenta, como foi observado, e a variância disponível irá reduzir.

As estimativas de variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$), covariância ($Cov_{G(ax;ay)}$) e herdabilidade (\hat{h}_m^2) estão apresentadas na Tabela 9. Na safra de inverno observou-se redução da variância genética com o avanço das gerações de endogamia. O mesmo foi constatado com a herdabilidade, isto é, ocorreu decréscimo, visto que esta é diretamente proporcional à variância genética. Observou-se que os valores da herdabilidade para a seleção entre plantas nas famílias derivadas de F_2 foram semelhantes aos das famílias derivadas de F_{24} , exceto na safra de inverno. Nesta safra, houve redução drástica dos valores, mostrando que ao longo das gerações as herdabilidades foram reduzindo, reforçando o que foi anteriormente discutido, ou seja, que foi liberada variabilidade entre as famílias avaliadas e que a seleção natural deve ter atuado

eliminando os indivíduos menos adaptados, ou seja, com menor produtividade de grãos.

A estimativa do componente da variância da interação foi de grande magnitude, conforme foi demonstrado anteriormente na significância das interações famílias x safras (Tabela 9). A ocorrência de interação genótipos x ambientes na cultura do feijoeiro é frequentemente relatada (Abreu et al., 1990; Takeda et al., 1991; Gonçalves, 1995). Desconsiderando a origem das famílias, a magnitude do componente $\hat{\sigma}_{GXS}^2$ foi de 2,47 vezes a estimativa da variância genética entre as famílias, sendo ainda de maior relevância quando se compara a interação das famílias F_8 x safras ($\hat{\sigma}_{G_{F_8}XS}^2$), a qual é de 6,03 vezes a estimativa da variância genética ($\hat{\sigma}_{G_{F_8}}^2$).

Para reforçar a eficiência da ação da seleção natural durante o avanço das populações pelo método do “bulk” são apresentadas, na Tabela 10, as trinta famílias com maior ou menor média de produtividade de grãos, considerando as três safras. Fica evidenciado que entre as famílias de melhor desempenho há predominância das derivadas de plantas F_{24} (60%), ou seja, as que foram submetidas a maior número de ciclos sob a ação da seleção natural. Veja que apenas cinco das trinta melhores (16,67%) foram provenientes da geração F_2 . Quando se consideram as com pior performance, nota-se exatamente o contrário, ou seja, a maioria é oriunda de plantas derivadas de F_2 (53,33%), inclusive nenhuma é derivada de plantas da geração F_{24} . Em outras oportunidades também tem sido constatado que a ação da seleção natural contribui para preservar os indivíduos mais adaptados, ou seja, com maior produtividade de grãos, como em *Triticum aestivum* L. (Gegan & Busch, 1978), *Phaseolus lunatus* L. (Tucker & Harding, 1974) e *Phaseolus vulgaris* L. (Pirola et al., 2002).

TABELA 9. Estimativas de covariância genética, variância genética da interação famílias x safras e herdabilidade de famílias derivadas de plantas F₂, F₈ e F₂₄, relativas à produtividade média de grãos (kg/ha), nas três safras.

Estimativas	Conjunta	Safras		
		Inverno ^{1/}	Águas ^{2/}	Seca ^{3/}
$Cov_{G(ax;ay)}$	90.811,02	-	-	-
$Cov_{G(F2ax;F2ay)}$	59.729,25	699.425,19	126.115,19	82.489,63
$Cov_{G(F8ax;F8ay)}$	44.737,40	382.614,78	220.418,07	248.586,84
$Cov_{G(F24ax;F24ay)}$	24.072,18	137.440,68	115.417,82	94.670,37
$\hat{\sigma}_{GXS}^2$	224.452,61	-	-	-
$\hat{\sigma}_{GF_2XS}^2$	272.041,53	-	-	-
$\hat{\sigma}_{GF_8XS}^2$	269.702,29	-	-	-
$\hat{\sigma}_{GF_{24}XS}^2$	125.330,82	-	-	-
\hat{h}_m^2 (%)	41,15	-	-	-
LI ^{4/} (%)	28,69	-	-	-
LS ^{5/} (%)	51,15	-	-	-
$\hat{h}_{mF_2}^2$ (%)	29,07	57,82	77,69	63,13
LI ^{4/} (%)	0,48	41,54	69,67	49,86
LS ^{5/} (%)	48,52	68,86	83,09	72,06
$\hat{h}_{mF_8}^2$ (%)	23,59	42,86	85,89	83,76
LI ^{4/} (%)	0	20,69	80,79	77,89
LS ^{5/} (%)	44,62	57,85	89,32	87,71
$\hat{h}_{mF_{24}}^2$ (%)	19,91	21,22	76,12	66,27
LI ^{4/} (%)	0	0	67,48	54,08
LS ^{5/} (%)	41,96	41,90	81,92	74,47

^{1/} Correspondente às famílias F_{2:3}, F_{8:9} e F_{24:25};

^{2/} Correspondente às famílias F_{2:4}, F_{8:10} e F_{24:26};

^{3/} Correspondente às famílias F_{2:5}, F_{8:11} e F_{24:27};

^{4/} Limite inferior;

^{5/} Limite superior.

TABELA 10. Médias de produtividade de grãos (kg/ha) das 30 famílias com melhor desempenho e das 30 piores.

Famílias	Média das 30 Melhores ^{1/}	Origem	Média das 30 Piores ^{2/}	Origem
1	3734	F ₂₄	1723	F ₂
2	3725	F ₂₄	1736	F ₂
3	3704	F ₂	1783	F ₂
4	3694	F ₂₄	1911	F ₂
5	3609	F ₈	1915	F ₂
6	3585	F ₂₄	1921	F ₈
7	3570	F ₈	1965	F ₈
8	3562	F ₂₄	1972	F ₂
9	3550	F ₂₄	1983	F ₂
10	3549	F ₈	1984	F ₂
11	3547	F ₂₄	2000	F ₂
12	3539	F ₂	2037	F ₈
13	3535	F ₈	2043	F ₈
14	3533	F ₈	2079	F ₈
15	3532	F ₂₄	2090	F ₂
16	3527	F ₂₄	2099	F ₈
17	3525	F ₂₄	2101	F ₈
18	3518	F ₂	2107	F ₂
19	3510	F ₂₄	2107	F ₈
20	3506	F ₂₄	2112	F ₈
21	3500	F ₂₄	2126	F ₈
22	3495	F ₂₄	2127	F ₂
23	3489	F ₂	2141	F ₈
24	3734	F ₂₄	2145	F ₂
25	3725	F ₂₄	2150	F ₈
26	3704	F ₂	2155	F ₂
27	3694	F ₂₄	2174	F ₂
28	3609	F ₈	2174	F ₈
29	3585	F ₂₄	2189	F ₂
30	3570	F ₈	2203	F ₈

^{1/}F₂₄ corresponde a 60%, F₈ corresponde a 23,33% e F₂ a 16,67%;

^{2/}F₈ corresponde a 46,67% e F₂ a 53,33%.

No trabalho realizado por Gregan e Bush (1978), populações de trigo (*Triticum aestivum* L) provenientes de cinco cruzamentos entre cultivares adaptadas, conduzidas até F₄, foram cultivadas durante três anos, em dois ambientes contrastantes (“bulk” leste e “bulk” oeste). As avaliações quanto à produtividade de grãos demonstraram que os melhores resultados foram nos “bulks” do oeste, não sendo detectada diferença significativa nas linhagens extraídas nos dois ambientes, o que foi explicado por a seleção natural ter atuado em curto prazo.

Tucker e Harding (1974) avaliaram o comportamento de duas populações de *Phaseolus lunatus* L., conduzidas em “bulk” por nove gerações, em dois locais da Califórnia. Diferenças significativas quanto à produtividade de grãos foram detectadas a partir da geração F₉. Estes autores obtiveram melhores resultados na população que foi avaliada no mesmo ambiente em que foi conduzida, demonstrando a importância do ambiente no melhoramento utilizando o método da população; também identificaram, entre as famílias avaliadas, algumas que possuíam tipo aceitável comercialmente, menor infestação de mancha angular e com produtividade de grãos superior à de ambos os pais.

Já Pirola et al. (2002), trabalhando com a mesma população segregante, Carioca MG x ESAL 686, conduzida em “bulk” até a geração F₂₄ em três locais distintos, verificaram que as famílias obtidas em cada ambiente tinham melhor desempenho quando da avaliação no mesmo local de condução do “bulk”, e concluíram que a seleção natural atuou preservando os indivíduos mais adaptados ao ambiente em que eles foram avançados.

Todos esses resultados demonstram a eficiência do método do “bulk”, pois além de ser de fácil condução, possibilita a ação da seleção natural e, mais ainda, permite que a abertura do “bulk” possa ser postergada sem prejuízo para o melhorista. Pelo que foi obtido nesse trabalho, o atraso na abertura do “bulk”

pode até proporcionar ganhos genéticos acima daqueles que poderiam ser obtidos pelo próprio melhorista. Ressalta-se, contudo, que essa população tinha ampla variação no ciclo, tamanho de grãos e hábito de crescimento, não sendo possível inferir se o mesmo fato irá ocorrer em populações não tão divergentes como a utilizada no presente trabalho para os mencionados caracteres. É preciso salientar, contudo, que embora os pais fossem diferentes para os caracteres mencionados, não foi detectada diferença em produtividade de grãos, o caráter cuja ação da seleção natural foi constatada no presente caso.

5 CONCLUSÕES

Foi constatada a ação da seleção natural preservando os indivíduos que deram origem às famílias mais produtivas.

O efeito da seleção natural não se restringiu apenas às primeiras gerações de avanço da população pelo método do “bulk”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. de F. B. **Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais**. 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. Prediction of seed-yield potential of common bean populations. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 3, p. 323-327, Sept. 2002.

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PEREIRA FILHO, I. A. Effects 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.

ADAIR, C. R.; JONES, J. W. Effect of environment on the characteristics of plants surviving in bulk hybrid populations of rice. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 38, n. 2, p. 108-316, Feb. 1946.

ALLARD, R. W. Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. **Journal of Heredity**, Baltimore, v. 79, n. 4, p. 225-238, June/Aug. 1988.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2. ed. Nova York: John Wiley, 1999. 254 p.

ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S.; ABDELNOOR, R. V. Melhoramento da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1997. p. 11-55.

ANDRADE, M. J. B. de. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; JUNIOR, T. J. de P.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 83-98.

ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Cultura do feijoeiro no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786 p.

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.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 453 p.

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. 142-49, mar./abr.1976.

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

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Raleigh, v. 10, n. 1, p. 101-129, mar. 1954.

CORTE, H. R. **Comportamento de populações segregantes de feijão, avançadas pelo método do "Bulk", por dezessete gerações**. 1999. 95 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CORTE, H. R.; RAMALHO, M. A. P.; GONÇALVES, F. M. A.; ABREU, A. de f. B. Natural selection for grain yield in dry bean populations bred by the bulk method. **Euphytica**, Wageningen, v. 123, n. 3, p. 387-393, 2002.

COSTA, J. G. C. da **Métodos de melhoramento em plantas autógamas**. Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1983. 41 p. Apostila apresentada no Curso Produção de Feijão.

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. 525 p.

FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) In: GEPTS, P. **Genetic resources of Phaseolus bean**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 503-542.

GONÇALVES, F. M. A. **Obtenção de linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com grão tipo Carioca resistente a antracnose e mancha angular.** 1995. 65 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES, F. M. A. **Seleção natural em populações segregantes do feijoeiro.** 2000. 98 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES, F. M. A.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Natural selection in four common bean traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.1, n. 3, p. 213-220, Sept. 2001.

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. 6, p. 1021-1025, Nov./Dec. 1978.

GUAZZELLI, R. J. **Competição intergenotípica em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): estimativa da capacidade competitiva.** 1975. 60 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. 435-45, 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. 157-68, Feb. 1977.

HARLAN, H. V.; MARTINI, M. L. The effect of natural selection in a mixture of barley varieties. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 57, n. 3, p. 189-99, Aug. 1938.

JENSEN, N. F. **Plant breeding methodology.** New York: John Wiley, 1988. 676 p.

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

MALLMANN, J. L.; BARBOSA NETO, J. F.; CARVALHO, F. I. F. de; FEDERIZZI, L. C. Mecanismos de seleção aplicados sobre o caráter tamanho de grãos em populações segregantes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 427-437, mar. 1994.

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

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. 339-41, jul./set. 1995.

MENDONÇA, H. A. de. **Escolha de populações segregantes de feijoeiro utilizando parâmetros genéticos, fenotípicos e marcadores RAPD**. 2001. 100 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MISHRA, D. K.; SINGH, C. B.; RAO, S. K. Effectiveness of different selection methods in segregating population of rice (*O. sativa* L.) in ARC 10372 x IR 36 in different environments. **Indian Journal Genetics**, New Delhi, v. 54, n. 4, p. 402-408, Dec. 1994.

MUEHLBAUER, F. J.; BURNELL, D. G.; BOGYO, T. P.; BOGYO, M. T. Simulated comparisons of single seed descent and bulk population breeding methods. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 2, p. 575-577, Mar./Apr. 1981.

NIENHUIS, J.; SINGH, S. P. Genetic of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle - American origins. I. general combining ability. **Plant Breeding**, Cambridge, v. 101, n. 2, p. 143-154, June 1988.

OBISESAN, I. O. Evaluation of pedigree and single seed descent selection methods for cultivar development in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Plant Breeding**, Cambridge, v. 108, n. 2, p. 162-167, June 1992.

OTUBO, S. T. **Controle genético da tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a baixas temperaturas na fase de germinação**. 1994. 50 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG .

PATIÑO, H.; SINGH, S. P. Visual selection for seed yield in the F₂ and F₃ generation of nine common bean crosses. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, New York, v. 32, p. 79-80, 1989.

PEREIRA FILHO, T. A.; CAVARIANI, 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.

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

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de 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**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 176-181, abr./jun. 1998.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SANTOS, J. B. dos. Melhoramento de espécies autógamas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

RAMALHO, M. A. P.; PINTO, C. A. B. P.; SANTA CECÍLIA, F. C. Avaliação de amostra de cultivares de feijão roxo e seleção de progênies. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 35-43, jan./jun. 1982.

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

RAMALHO, M. A. P.; VENCOVSKY, R. Estimação dos componentes da variância genética em plantas autógamas. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 117-140, jul.dez. 1978.

RAPOSO, F. V. **Comparação de métodos de condução de população segregantes na cultura do feijoeiro**. 1999. 72 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

- RASMUSSEN, D. C.; BEARD, B. H.; JOHNSON, F. K. Effect of natural selection on performance of a barley population. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 5, p. 543, sept./oct. 1967.
- SINGH, R. P.; RAJARAM, S.; MIRANDA, A.; HUERTA-ESPINO, J.; AUTRIQUE, E. Comparison of two crossing and four selection schemes for yield, yield traits, and slow rusting resistance to leaf rust in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v. 100, n. 2, p. 35-43, 1998.
- SOLIMAN, K. M.; ALLARD, R. W. Grain yield of composite cross populations of barley: effects of natural selection. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 3, p. 705-8, May./June 1991.
- SOUZA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Estimates of genetic and phenotypic variance of some traits of dry bean using a segregant population from the cross "Jalo" x "Small White". **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 1, p. 87-89, jan. 1995.
- SOUZA JÚNIOR, C. L. **Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal**. Piracicaba: FEALQ. 1989. 134 p.
- SUNESON, C. A. Survival of four barley varieties in a mixture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, p. 459-461, 1949.
- SUNESON, C. A.; WIEBE, G. A. Survival of barley and wheat varieties in mixtures. **Journal American Society Agronomy**, Madison, v. 34, n. 5, p. 1052-1056, Sept. 1942.
- TAKEDA, C. **Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento ESAL 501 x A 354 em diferentes ambientes**. 1990. 79 p. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- TAKEDA, C.; SANTOS, J. B.; RAMALHO, M. A. P. Progeny test for the ESAL 501 x A 354 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hybrid at different locations. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 771-779, set. 1991.
- TEE, T. S.; QUALSET, C. O. Bulk populations in wheat breeding: comparison of single seed descent and random bulk methods. **Euphytica**, Wageningen, v. 24, n. 2, p. 393-405, 1975

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.

URREA, C. A.; SINGH, S. P. Comparison of mass, F_2 – derived family, and single-seed-descent selection method in an interracial population of common bean. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 74, n. 3, p. 461-464, Sept. 1994.

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

VIZGARRA, O. N. **Capacidade de combinação de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com diferentes mecanismos de resistência ao vírus do mosaico dourado**. 1991. 78 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

ANEXO

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (kg/ha) de famílias derivadas de plantas F ₂ , F ₈ e F ₂₄ do cruzamento ESAL 686 x Carioca MG avaliadas em Ijaci, MG, na safra de inverno/2001, e em Lavras, safras das águas/2001-02 e seca/2002 56

TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (kg/ha) de famílias derivadas de plantas F₂, F₈ e F₂₄, avaliadas em Ijaci, MG, na safra de inverno/2001, e em Lavras, safras das águas/2001 e seca/2002.

FV	GL	Inverno		Águas		Seca	
		QM	Prob.	QM	Prob.	QM	Prob
Tratamentos	323	1.930.185,04	0,5008	788.712,87	0,0000	639.091,03	0,0000
Entre famílias F ₂	107	2.419.128,83	0,0000	486.978,04	0,0000	392.005,95	0,0000
Entre famílias F ₈	106	1.785.508,02	0,4900	769.886,67	0,0000	890.297,57	0,0000
Entre famílias F ₂₄	106	1.295.159,80	0,4900	454.885,91	0,0000	428.548,17	0,0000
Entre testemunhas	1	2.015.707,10	0,3181	14.958,63	0,0000	214.422,39	0,3177
Testemunhas v.s. famílias	1	1.759.631,58	0,3181	381.213,98	0,0837	361.345,02	0,1578
Entre tipos de famílias	2	17.138.426,61	0,0000	36.212.769,51	0,0000	12.054.174,40	0,0000
Erro efetivo	289	1.020.278,45		108.632,46		144.537,06	
Média		4.690,12		1.480,99		2.416,24	
CV (%)		21,54		22,25		15,73	
Eficiência do látice (%)		103,73		104,29		112,26	