

CLAUDIO TAKEDA

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO DO CRUZAMENTO 'ESAL 501' x 'A 354' EM DIFERENTES AMBIENTES

Dissertação, apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRÁS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

DEPARTAMENTO

23.10.2017

CLAUDIO TAREDA

ESTUDO DE PROJEÇÕES DE FERROBIO DO GRUPO
EM DIFERENTES AMBIENTES

Resumo do trabalho de conclusão de curso
de Engenharia de Alimentos, apresentado
ao Curso de Engenharia de Alimentos,
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina, em
 Florianópolis, em 2017.

1. INTRODUÇÃO
2. OBJETIVOS
3. METODOLOGIA
4. RESULTADOS
5. CONCLUSÃO

[Redacted area]

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

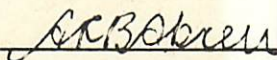
1996

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO DO CRUZAMENTO
'ESAL 501' x 'A 354' EM DIFERENTES AMBIENTES

APROVADA:



João Bosco dos Santos



Ângela de Fátima Barbosa Abreu



Antônio Carlos de Oliveira

*Aos meus pais Issami e Reiko
Meus irmãos Vera, Adalberto,
Sonia, Sofia e Luciana
Meus cunhados André e Arnaldo
Meus sobrinhos Kendji e Ana Carolina*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo auxílio financeiro para a condução do projeto de pesquisa.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão-FAEPE, pelo auxílio financeiro na impressão deste trabalho.

Ao professor João Bosco dos Santos, pela orientação, disponibilidade, amizade e confiança demonstradas.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, pelas contribuições, incentivo, estímulo e amizade.

Aos pesquisadores Antônio Carlos de Oliveira e Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela participação e valiosas contribuições.

Ao professor César Augusto Brasil Pereira Pinto, pelos conhecimentos transmitidos.

A Vicente P. da Costa, Israel Alexandre Pereira Filho e Paulo Antônio Aguiar, pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

A Clotilde P. Ferri, pelo carinho compartilhado em todos os momentos do nosso convívio.

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas Eder F. Arriel, Helder B. Andrade, Fernando de L.G. Bertolucci, Renzo G. Von Pinho, José Nivaldo de M. Machado, Maria Aparecida V. de Resende, Manoel T. Souza Júnior, Samuel P. de Carvalho, Fernando F. Leão, Ronan Gualberto, Walter A. Rodrigues, Oscar N. Vizgarra, Nair H.C. de Castro, Camilo de L. Morello, Joaquim A. de Azevedo Filho, Andréia L. Cunha e Renil F. de Freitas, pelo convívio e amizade.

Aos colegas Geraldo U. Righetto, Humberto M.P. Beiriz, Eurides K. Macedo Júnior, Lúcia M. Lira, Alaíde I. de Azevedo, Raunira da C. Araújo, Édila V. de R. Von Pinho, Márcia P. da Costa, Júlio C. de M. Cascardo, pelo companheirismo.

A todos aqueles que contribuíram de algum modo para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1.	Melhoramento do feijoeiro no Brasil	3
2.2.	Métodos de melhoramento utilizados em feijoeiro ..	5
2.3.	Efeito da interação de genótipos por ambientes nas estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1.	Progenitores	20
3.2.	Obtenção das progênes	20
3.3.	Avaliação das progênes	21
3.4.	Análise dos dados	22
3.4.1.	<i>Análises de variância</i>	23
3.5.	Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	31
3.5.1.	<i>Estimativas dos componentes de variância</i>	31
3.5.2.	<i>Estimativas das correlações genéticas da produção de grãos das progênes nos ambientes</i>	34
3.5.3.	<i>Decomposição das interações de progênes por ambientes</i>	35
3.5.4.	<i>Estimativa da herdabilidade</i>	36
3.5.5.	<i>Estimativa do ganho esperado com a seleção</i>	36

3.5.6. Herdabilidade realizada	37
3.5.7. Eficiência da seleção	37
4. RESULTADOS	39
4.1. Avaliação das progênies	39
4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	43
5. DISCUSSÃO	52
6. CONCLUSÕES	60
7. RESUMO	61
8. SUMMARY	63
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE	76

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Resultados, em percentagem, do levantamento de 346 publicações ligadas à área de genética e melhoramento do feijoeiro	4
2 Locais, gerações e épocas de semeadura em que foram avaliadas as progênies	22
3 Esquemas das análises de variâncias individuais ..	23
4 Esquema da análise de variância conjunta, dos quatro experimentos, a nível de parcela	25
5 Esquemas das análises de variância conjunta por gerações e por locais, a nível de parcela	26
6 Estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas	31
7 Resumos das análises de variância da produção de grãos (kg/ha) obtidas da avaliação das progênies em cada geração e local	40

Tabela	Página
8	Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha) obtidas da avaliação das progênies em quatro ambientes, a nível de parcela ... 42
9	Resumo das análises de variância conjunta, com base nas médias de locais ou de gerações, da produção de grãos (kg/ha), obtidas das avaliações das progênies, a nível de parcela 43
10	Estimativas das interações de progênies por ambientes, com as respectivas decomposições das partes simples e complexas, e das correlações genéticas envolvidas 44
11	Estimativas dos componentes da variância fenotípica e genética com o respectivo desvio padrão, a nível de parcela, relativas à produção de grãos (kg/ha) 46
12	Estimativas das herdabilidades e dos ganhos com a seleção estimados e realizados, e da eficiência da seleção 48
13	Número de progênies comuns a dois ambientes, considerando as 15 progênies mais produtivas de cada ambiente 49

Tabela

Página

14	Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha) de dez progênies selecionadas na geração F ₇ e de três cultivares, com as respectivas produtividades médias, avaliadas em Sete Lagoas - MG e Itumbiara - GO, em fevereiro de 1989 .	50
A1	Produção média (kg/ha) das progênies do cruzamento 'ESAL 501' x 'A 354'	77
A2	Produção média (kg/ha) das 15 melhores progênies (P) de cada ensaio	81
A3	Produção média (kg/ha) das 15 melhores progênies (P) de Lavras (V), Patos de Minas (M), da geração F ₇ (F ₇), geração F ₈ (F ₈) e dos quatro experimentos (G)	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Distribuições de freqüência das progênies, relativa à produção média de grãos (kg/ha), da geração F_7 , F_8 , em Lavras e Patos de Minas	41

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a maioria dos trabalhos de melhoramento de feijoeiro baseia-se na hibridação de cultivares, que tem a finalidade de combinar em um mesmo cultivar dois ou mais fenótipos desejáveis, que se encontram em cultivares diferentes. A eficiência do processo de melhoramento através da hibridação depende da escolha criteriosa dos progenitores, do método de condução da população segregante e da avaliação das progênies a serem selecionadas.

A avaliação das progênies deve ser realizada de forma criteriosa, pois é no término desta etapa que os melhores materiais serão selecionados e poderão constituir novos cultivares a serem liberados para uso comercial. Portanto, é de grande importância que as progênies sejam avaliadas em ambientes similares ao dos agricultores (ALLARD & BRADSHAW, 1964), para evitar a seleção de materiais não adaptados. Um fator a ser considerado pelos melhoristas, nesta etapa de avaliação, é a interação de genótipos por ambientes, que dificulta a seleção de progênies.

Para atenuar o efeito da interação é necessário a con-

dução de ensaios em vários ambientes, e quando se trabalha com am bientes discrepantes, a seleção feita com base no desempenho médio das progênes nesses ambientes é o melhor critério, pois é o que proporciona um maior ganho médio (ROSIELIE & HAMBLIM, 1981). Um outro procedimento que auxilia o melhorista é a identificação de cultivares fenotipicamente previsíveis às variações ambientais, ou seja, os genótipos que interagem menos com os ambientes.

O programa de melhoramento de feijão conduzido na Esco la Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) tem identificado populações segregantes promissoras, através do uso de dialelos e a valiações de populações em vários ambientes. Entre elas sobressaiu a população segregante proveniente do cruzamento 'ESAL 501' x 'A 354'.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as progê - nies da população 'ESAL 501' x 'A 354' em diferentes ambientes, estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos para auxiliar no pro cesso de seleção, e quantificar a influência da interação de ge - nótipos por ambientes na eficiência da seleção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Melhoramento do feijoeiro no Brasil

As pesquisas realizadas com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no Brasil, abrangem todos os aspectos desta leguminosa, sendo que 20% dos trabalhos estão concentrados na área de genética e melhoramento (MENEZES et alii, 1982). Um levantamento dos trabalhos realizados nessa área, até o ano de 1989, constatou que apenas uma pequena parte (9,25%) utilizou, realmente, as técnicas de melhoramento (como seleção e avaliação de progênies), e a maior porção é voltada para os ensaios de competição (45,09%), havendo também trabalhos com resistência a patógenos (20,59%) e pragas (4,91%), bem como estudos de correlação, herança, heterose e mutação entre outros (20,23%) (Tabela 1). Observa-se ainda que, até o ano de 1970, foram efetuados poucos trabalhos na área de genética e melhoramento do feijoeiro, sendo que posteriormente houve um aumento significativo do número de trabalhos nesta área. Verifica-se também que os trabalhos com resistência a patógenos tiveram um considerável aumento e isto se deve ao fato da cultura do feijoeiro sofrer incidências de diversas

enfermidades, que constituem um dos fatores limitantes da sua produtividade (VIEIRA, 1988).

Tabela 1. Resultados, em percentagem, do levantamento de 346 publicações ligadas à área de genética e melhoramento do feijoeiro

Trabalhos em genética e melhoramento	Até 1970	1971 a 1980	1981 a 1989	Total
Seleção e avaliação de progênies	5,41	10,00	10,56	9,25
Ensaio de competição	47,30	60,00	30,28	45,09
Resistência aos patógenos	10,81	16,15	29,58	20,52
Resistência à pragas	4,05	3,08	7,04	4,91
Outros	32,43	10,77	22,54	20,23
Total	21,39	37,57	41,04	100,00

Os trabalhos de melhoramento que envolvem seleção de progênies e posterior avaliações, apesar de poucos, têm apresentado uma evolução no sentido de criar novos cultivares. Até o ano de 1970 os cultivares lançados pelas diversas instituições eram materiais introduzidos, que apresentavam bom desempenho nos ensaios de competição ou provenientes de seleção massal de cultivares adaptados, que possuíam grande variabilidade, como exemplo temos os cultivares Rico 23 (VIEIRA, 1959), Manteigão Fosco 11 (VIEIRA, 1960) e o Carioca (ALMEIDA et alii, 1970).

Do ano de 1971 a 1980 ocorreu a utilização da hibridação para criar novas combinações, sendo as populações segregan -

tes conduzidas pelo método genealógico ou em bulk, desta forma foram lançados os cultivares Ricobaio 1014 (VIEIRA, 1977), IPA-74-19 (MIRANDA et alii, 1979), Aroana e Moruna (POMPEU, 1978).

Após o ano de 1980 ocorreu uma maior diversidade dos métodos utilizados no melhoramento de plantas, sendo utilizada a seleção de linhas puras — 'Roxo ESAL 1' (RAMALHO et alii, 1982), a hibridação de dois cultivares — 'Negrito 897' (VIEIRA et alii, 1981), 'Catu', 'Aeté-3', 'Carioca 80', 'Aysó' (POMPEU, 1982), 'IAPAR 7 - Rio Vermelho' (ALBERINI, 1983), 'ESAL 501', 'ESAL 507' (RAMALHO & SANTOS, 1986), a hibridação de duas populações segregantes — 'IAPAR 8 - Rio Negro' (ALBERINI et alii, 1987); e a utilização de um retrocruzamento — 'Aroana 80', 'Moruna 80' (POMPEU, 1982), 'IAPAR 5 - Rio Piquiri' (ALBERINI et alii, 1983), 'ESAL 506', 'ESAL 508' e 'ESAL 511' (RAMALHO & SANTOS, 1986). Portanto o melhoramento genético tem contribuído para aumentar a oferta de novos cultivares, mas ainda é necessário que os programas de melhoramento de plantas procurem minimizar os problemas inerentes aos procedimentos utilizados, como a escolha dos progenitores, a condução das populações segregantes e a avaliação das progênes, o que contribuirá para uma maior eficiência do melhoramento.

2.2. Métodos de melhoramento utilizados em feijoeiro

Os programas de melhoramento do feijoeiro objetivam a obtenção de cultivares com alta produtividade, resistentes às

principais pragas e patógenos, e com as características das sementes aceitáveis pelo mercado consumidor (RAMALHO & SANTOS, 1982). Para conseguir este objetivo, pode-se utilizar os principais métodos de melhoramento que são comuns às autógamas, como a introdução de cultivares, a seleção em uma população constituída por uma mistura de linhas puras e a hibridação com a condução da população segregante por diferentes processos.

A introdução de cultivares superiores atinge os mesmos propósitos de um programa de melhoramento em desenvolver genótipos superiores, sendo portanto considerado um método de melhoramento de plantas (ALLARD, 1971), e é um dos processos mais eficientes, especialmente quando o programa está se iniciando (RAMALHO & SANTOS, 1982).

Novos cultivares podem ser obtidos através da utilização imediata dos materiais introduzidos, quando apresentam bom comportamento nos ensaios de adaptação, superando os cultivares locais (VIEIRA, 1967; ALLARD, 1971; RAMALHO & SANTOS, 1982). Os cultivares Rico 23 (VIEIRA, 1959), Carioca (ALMEIDA et alii, 1970) e Negrito 897 (VIEIRA et alii, 1981) são exemplos da utilização imediata de materiais introduzidos. E recentemente o cultivar Ouro (A 295), introduzido do CIAT, foi recomendado para os estados de Goiás e Minas Gerais.

Muitas vezes, o material introduzido não apresenta a uniformidade necessária para a sua utilização imediata, sendo constituído por uma mistura de genótipos bem diferentes, havendo a

necessidade de seleções, de onde podem ser obtidas novas linhagens (VIEIRA, 1967; ALLARD, 1971). E na maioria das vezes, o germoplasma introduzido não é adaptado às condições de cultivo da região, ou não possui as características desejáveis, podendo então ser utilizado como fonte de alelos desejáveis em programas de hibridação (VIEIRA, 1967; ALLARD, 1971; RAMALHO & SANTOS, 1982), como ocorre com o cultivar Cornel 49-242, que tem sido utilizado como fonte de resistência ao patógeno *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib., conferido pelo alelo Are.

Existem alguns cultivares de feijão que vêm sendo cultivados a longo tempo e, por isso, devem apresentar grande variabilidade genética. Em geral, são cultivares com boas características agronômicas e já adaptados, mas que devem ser melhorados, pois geralmente apresentam baixa produção. Nestes casos, a seleção de linhas puras pode ser um método de melhoramento capaz de produzir bons resultados (VIEIRA, 1967; ALLARD, 1971).

O cultivar Roxo ESAL 1 é proveniente da seleção de linhas puras em amostras de feijão roxo, coletadas no estado de Minas Gerais, e apresentou produtividade de grãos superior ao material coletado (RAMALHO et alii, 1982). Um outro exemplo é o cultivar Manteigão Fosco 11, que originou da seleção realizada dentro de amostras de feijão do grupo manteiga (VIEIRA, 1960).

O objetivo da hibridação no melhoramento de plantas é reunir em um único genótipo dos alelos desejáveis que se encon-tram em materiais distintos (VIEIRA, 1967; ALLARD, 1971). A maio

ria dos programas de melhoramento do feijoeiro utilizam a hibridação de dois ou mais cultivares para obter a população segregante com ampla variabilidade genética, de onde procuram selecionar os genótipos recombinantes para as características de interesse.

Para a utilização do método da hibridação é de fundamental importância a escolha dos progenitores, o método de condução da população segregante e a avaliação das progênes desta população.

O procedimento freqüentemente empregado na seleção dos progenitores para um cruzamento é baseado em características como resistência a patógenos, boa arquitetura e tipo de grãos (RAMALHO et alii, 1988). Na realidade, esta escolha não considera o desempenho global do cultivar, por esta razão só funciona para a solução de problemas específicos. O desempenho médio dos cultivares, nos ensaios de competição, tem sido proposto para a escolha de progenitores (QUINONES, 1969; HAMBLIM & EVANS, 1976; SANTOS & VENCOVSKY, 1986), e isto se deve ao fato de que a interação alélica predominante, para a maioria dos caracteres do feijoeiro, é do tipo aditiva (QUINONES, 1969; HAMBLIM & EVANS, 1976; SANTOS, 1984; SANTOS et alii, 1985; SANTOS & VENCOVSKY, 1986; NIENHUIS & SINGH, 1986 e 1988a; RAMALHO et alii, 1986 e 1988).

Outro aspecto a ser considerado, é que freqüentemente o melhorista possui vários cultivares para serem utilizados como progenitores, e a produtividade média destes cultivares nem sempre é o melhor indicador daqueles mais promissores. O cruzamen-

to dialélico é opção adicional, que fornece indicação sobre o potencial dos progenitores envolvidos em combinações híbridas, e permite que se faça inferências sobre o controle genético e a possibilidade de sucesso com a seleção (SANTOS et alii, 1985). O uso deste método, permite ao melhorista dedicar mais esforços àquelas populações segregantes potencialmente capazes de fornecer genótipos superiores.

Nos cruzamentos dialélicos, normalmente, as populações segregantes são avaliadas nas gerações F_1 e F_2 , em um local somente. Contudo, é esperada a ocorrência da interação de genótipos por ambientes (local, ano e época de plantio), sendo portanto, imprescindível avaliar as populações segregantes no maior número possível de locais, e por mais gerações, permitindo assim identificar as populações mais promissoras para a seleção de progênies, para a região onde se quer obter o cultivar melhorado.

RAMALHO et alii (1988), avaliaram os progenitores e as populações segregantes de um dialelo parcial (5x4), e não observaram interações dos efeitos de cultivares por gerações e de heterose de cultivares por gerações. No entanto, as interações de cultivares e de heterose de cultivares por locais foram significativas, sugerindo que a escolha das populações segregantes para o melhoramento, deve ser baseada no desempenho das populações nos locais em que elas serão utilizadas.

Na escolha dos progenitores a serem utilizados na hibridação é muito importante conhecer a variabilidade existente,

para saber como ela pode ser utilizada, o que possibilitará uma maior eficiência dos programas de melhoramento.

A grande variação dos ambientes de cultivo do feijão, dos sistemas de cultivo e da preferência do consumidor para certos tipos de grãos, podem ter desempenhado um significativo papel na evolução e na preservação de uma grande variação nas diversas características desta leguminosa (SINGH, 1989).

Baseado no hábito de crescimento, nas características das sementes, das vagens e das folhas, e nas regiões ecológicas de adaptação, os germoplasmas de feijão foram divididos em dez grupos de genes (gene pools). Os grupos de genes 1, 2, 3, 4, 5 e 6 têm como centro de diversidade a América Central e os grupos de genes 7, 8, 9 e 10 a América do Sul (SINGH, 1989).

A utilização dos cultivares de diferentes grupos de genes em cruzamentos, tem revelado alguns problemas, como a incompatibilidade genética controlada por dois genes dominantes complementares (SHII et alii, 1980), verificada nos cruzamentos de cultivares de semente pequena dos grupos de genes 1, 2 e 3 com cultivares de semente média e grande dos grupos de genes 7, 8 e 9 (SINGH & GUTIERREZ, 1984; GEPTS & BLISS, 1985). Um outro problema é a falta de adaptação dos cultivares introduzidos e a baixa probabilidade de recuperar recombinantes desejáveis numa população de tamanho manejável (SINGH, 1989). Estes problemas justificam os programas que visam maximizar o potencial produtivo dentro dos grupos de genes.

É provável que diferentes genes e mecanismos para a produção estejam envolvidos nos diferentes grupos de genes e existem algumas características encontradas somente em grupos de genes específicos. Portanto, existe a necessidade de introduzir germoplasmas de diferentes grupos de genes, o que é possível através do emprego de retrocruzamentos, cruzamentos triplos ou múltiplos, que permitiria o aumento da frequência de alelos favoráveis na população segregante. O problema da incompatibilidade genética entre os cultivares de sementes pequenas com os de sementes médias e grandes pode ser superado com a utilização de progenitores-ponte, que não possuam os alelos DL_1 ou DL_2 , possibilitando a combinação dos genes de cultivares incompatíveis (SINGH & GUTIERREZ, 1984).

A capacidade geral de combinação e o potencial de contribuição de cada grupo de genes para o desenvolvimento de melhores cultivares não é ainda muito claro. Tem sido observado que os germoplasmas do grupo de genes 5 podem ser utilizados para aumentar a capacidade geral de combinação dos cultivares dos grupos de genes 2 e 3, bem como de outros (SINGH, 1989).

Quando dois cultivares de diferentes grupos de genes participam de um cruzamento, a frequência de recombinantes desejáveis é maior quando ambos parentais pertencem ao mesmo centro de domesticação e as diferenças no hábito de crescimento e no tamanho da semente sejam pequenas. Enquanto que no cruzamento de cultivares de centros de domesticação diferentes devem ser preferidos aqueles cujos parentais tenham similaridade fenotípica e a

gro-ecológica da região de adaptação, ou seja, a hibridação de germoplasmas do grupo de genes 5 com 9 e 6 com 10 (SINGH, 1989).

O objetivo da condução de uma população segregante é selecionar no final do processo genótipos homozigóticos em todos os locos, que apresentem a totalidade ou a maioria dos alelos favoráveis. Para isso, existem vários métodos, entre eles o genealógico (pedigree), o massal (bulk) e os modificados (VIEIRA, 1967 ; RAMALHO & SANTOS, 1982). Os métodos modificados têm como referência o método massal e ou o genealógico e foram desenvolvidos como novas alternativas, visando melhorar a eficiência da seleção. Entre estas alternativas, as que podem ser utilizadas no feijoeiro são: descendente de uma semente (BRIM, 1966), método massal dentro de famílias F_2 (FREY, 1976) e cruzamento, plantio massal e seleção individual (BRAUER, 1973). Os retrocruzamentos não têm sido utilizados como um método de condução da população segregante, por causa da inexistência de cultivares que precisam ser melhorados em apenas um ou dois caracteres somente, sendo mais utilizados para aumentar a frequência de alelos desejáveis na população segregante, quando na hibridação é utilizado um progenitor não adaptado e um outro adaptado.

Vários fatores, tanto de ordem prática quanto teórica, devem ser considerados na definição do melhor método a ser utilizado em uma dada situação.

A inadequada amostragem pode reduzir a variabilidade genética, e a atuação da seleção natural na população segregante

pode alterar a frequência alélica para uma direção indesejável (EMPIG & FEHR, 1971).

VIAU & CARVALHO (1988), verificaram que a seleção de plantas individuais (método genealógico) para a produção de grãos de aveia foi mais eficiente que o método massal. Os métodos com maior pressão de seleção foram os que proporcionaram um maior aumento na produção de grãos de trigo (CRUZ et alii, 1983).

A herdabilidade dos caracteres a serem selecionados, em uma população segregante, determinam a geração e, conseqüentemente, o método a ser utilizado. Para os caracteres de alta herdabilidade, a seleção pode ser realizada nas primeiras gerações, mas para os caracteres de baixa herdabilidade, como a produção de grãos, a seleção deve ser iniciada a partir da geração F_6 ou F_7 , quando os acréscimos da herdabilidade com a autofecundação são insignificantes (RAMALHO & VENCOSKY, 1978; SOUZA JÚNIOR, 1989). Através de estudos de simulação de dados, CASALI & TICHELAR, 1975, verificaram que o método genealógico é o mais efetivo para a seleção de caracteres de alta e moderada herdabilidade (75% e 50%, respectivamente), e a melhor linhagem na geração F_6 foi obtida pelo método de bulk quando a herdabilidade do caráter era baixa (25%).

As progênies resultantes do processo de condução da população segregante são colocadas em avaliação final para a escolha dos melhores materiais que, futuramente, poderão ser utilizados pelos agricultores. Nesta etapa, a avaliação deve ser reali

zada de forma criteriosa, principalmente, devido à interação de genótipos por ambientes. Portanto, é recomendado a repetição do experimento em diversos locais, anos e épocas de plantio, para se ter maior possibilidade de seleção das linhagens adaptadas à região.

Ensaio de adaptação de cultivares de feijoeiro têm mostrado que ocorrem acentuada interação de cultivares por ambientes (SANTOS, 1980; MONTEIRO et alii, 1982; SANTOS et alii, 1982; PACOVA et alii, 1987), e o mesmo já foi verificado em avaliações de progênies (ABREU, 1989; RESENDE, 1989), evidenciando a necessidade da avaliação ser realizada em vários ambientes.

A interação de genótipos por ambientes pode ocorrer de duas formas (FEHR, 1987). No primeiro tipo de interação as diferenças no comportamento dos genótipos variam de um ambiente para outro sem alterar, no entanto, a classificação dos genótipos, sendo a interação do tipo simples (VENCOSKY, 1987). O outro tipo de interação é o mais prejudicial por alterar a classificação dos genótipos nos vários ambientes, ou seja, é a interação do tipo complexa (VENCOSKY, 1987).

Os vários tipos de interações possíveis como a de genótipos por locais, a de genótipos por anos e a de genótipos por locais e por anos tem implicações diretas nas decisões dos melhoristas (FEHR, 1987). A interação de genótipos por locais indica que é desejável selecionar materiais específicos para os diferentes locais. Na interação de genótipos por anos, a opção mais u-

tilizada é a identificação de materiais com desempenho superior nos vários anos. A interação de genótipos por locais por anos indica que o melhorista precisa identificar genótipos com desempenho superior nos vários locais e anos.

Os melhoristas de plantas têm-se empenhado em conhecer a reação dos genótipos às variações ambientais, visando com isso obter maior ganho com a seleção. Assim, é interessante a indicação de genótipos que não interajam ou que mostrem baixa interação com os ambientes. Duas alternativas têm sido propostas nesse sentido, o zoneamento ecológico e a indicação de cultivares fenotipicamente estáveis.

O zoneamento ecológico consiste na divisão de uma área heterogênea em sub-regiões, de modo que dentro de uma sub-região os genótipos não mostrem interações significativas com os ambientes. Para estabelecer o zoneamento, foram desenvolvidas várias metodologias baseadas em medidas de similaridade como a distância euclidiana (HANSON, 1970; MUNGOMERY et alii, 1974; JOHNSON, 1977), a distância padronizada (ABOU-EL-FITTOUH et alii, 1969; FOX & ROSIELLE, 1982) e o coeficiente de correlação (GUITARD, 1960; HARGOOD, 1977).

A redução dos efeitos da interação de genótipos por ambientes através da estratificação, no entanto, só é eficaz para o componente de interação de genótipos por locais (EBERHART & RUSSEL, 1966; TAI, 1971). Esse componente de variância é provocado por variações ambientais previsíveis, que incluem as caracterís-

ticas permanentes do ambiente, como o tipo de solo, as características gerais do clima e aquelas que podem ser diretamente influenciadas pelo homem como adubação, espaçamento etc. (ALLARD & BRADSHAW, 1964; ALLARD & HANSHE, 1964). Contra as variações ambientais denominadas de imprevisíveis, que incluem as flutuações erráticas no tempo (ALLARD & BRADSHAW, 1964; ALLARD & HANSHE, 1964), que provocam o aparecimento de componentes de interação do tipo genótipos por anos e genótipos por locais por anos, a alternativa mais viável é a utilização de genótipos com alta estabilidade. Esse procedimento é eficiente para minimizar qualquer tipo de interação (EBERHART & RUSSEL, 1966; TAI, 1971).

Para identificar genótipos que interagem menos com os ambientes, várias metodologias foram desenvolvidas (YATES & COCHRAN, 1938; FINLAY & WILKINSON, 1963; EBERHART & RUSSEL, 1966; VERMA et alii, 1978). Diversos trabalhos já foram realizados, visando estimar a estabilidade de cultivares de feijoeiro (SANTOS, 1980; PESSANHA et alii, 1981; SANTOS et alii, 1982; SOARES FILHO et alii, 1984; PARK, 1987; PACOVA et alii, 1987; DUARTE, 1988). Em todos os casos, constatou-se que é possível identificar materiais que apresentam desempenho previsível e que respondam ou não as trocas das condições ambientais.

Devido às naturezas do cultivo do feijão no Brasil, onde as condições ambientais e o nível de tecnologia são muito variáveis, o zoneamento ecológico para a seleção de progênies é praticamente impossível. Uma solução mais viável seria a identificação de genótipos com maior estabilidade. Mas a aplicação dos

métodos de estabilidade não é viável quando o número de ambientes é pequeno, e é o que geralmente ocorre em avaliações de progênies, onde a pouca quantidade de sementes limita a repetição do experimento em vários locais.

Geralmente, quando se trabalha com ambientes discrepantes, a seleção é baseada no desempenho médio dos genótipos nos vários ambientes, o que normalmente ocasiona um aumento na média do ganho com a seleção (ROSIELLE & HAMBLIM, 1981).

2.3. Efeito da interação de genótipos por ambientes nas estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

O melhorista de planta, normalmente, avalia o potencial da população segregante e a melhor época para fazer seleção, através das variâncias genéticas e fenotípicas. A variância fenotípica é constituída de uma porção atribuída a um componente genético e uma outra ao ambiente. O conhecimento de quanto da variabilidade fenotípica refere-se às diferenças genéticas é de fundamental importância, pois permite escolher o método de condução da população segregante que será mais eficiente, além de possibilitar a previsão do sucesso a ser obtido com a seleção (RAMALHO & VENCovsky, 1978).

A variância genética corresponde às diferenças entre os indivíduos causadas pelos genótipos diferentes. Porém, esta variabilidade não é toda herdável, ou seja, nem sempre é passada integralmente de uma geração para outra. Isto, porque a variância

genética pode ser decomposta em variância genética aditiva, variância genética de dominância e variância genética devido às interações gênicas (MATHER & JINKS, 1984). A variância genética aditiva é a parte herdável, sendo a mais importante, principalmente, para as autógamias, onde a seleção visa a obtenção de linhas puras.

Quando os genótipos são avaliados em mais de um ambiente, há possibilidade de identificar uma terceira fonte de variação, que é a interação de genótipos por ambientes. Um problema que ocorre quando os genótipos não são avaliados nos ambientes representativos da região, para onde se quer fazer a seleção, é que as estimativas da variância genética podem não representar o seu verdadeiro valor, ou seja, podem conter componentes da interação de genótipos por ambientes, e isto é ainda mais acentuado quando a avaliação é realizada somente em um ambiente. Portanto, as estimativas da variância genética podem ser afetadas pelas interações de genótipos por ambientes, constituindo-se em uma das causas dos erros associados a ela, superestimando os seus valores (ALLARD, 1971; MOLL & STUBER, 1974). Conseqüentemente, a herdabilidade pode ser afetada pela interação, já que é definida como o quociente entre a variância genética e variância fenotípica. E também, ocorrerá discrepância entre o ganho esperado e o realizado com a seleção, pois o progresso esperado é diretamente proporcional à herdabilidade.

Em avaliações de progênies de feijoeiro, tem sido verificado que a interação de genótipos por ambientes pode superesti

mar a estimativa da variância genética (ABREU, 1989; RESENDE, 1989).

A avaliação de genótipos em vários locais e épocas, permite identificar e remover quantidades crescentes de variâncias devido às interações (ALLARD, 1971). Portanto, as avaliações de progênes devem ser realizadas em um número representativo de ambientes da região, para que as estimativas da variância genética sejam o mais livre possível da interação e, conseqüentemente, o ganho previsto com a seleção seja o mais próximo daquele obtido com a seleção (ALLARD, 1971), permitindo assim, antever o potencial dos genótipos selecionados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Progenitores

Os materiais utilizados na obtenção da população segregante foram os cultivares ESAL 501 e A 354. O cultivar ESAL 501 foi obtido pelo programa de melhoramento da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), a partir do cruzamento entre 'Carioca' e 'Cornel 49.242', apresenta hábito de crescimento tipo III, sementes pequenas de coloração creme com estrias marrom e halo amarelo, ou seja, do tipo "Carioca", ciclo de aproximadamente 90 dias e boa produtividade (RAMALHO & SANTOS, 1986).

O cultivar A 354 é oriundo do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), sendo do tipo "Mulatinho" e com boa produtividade na Região Sul do Estado de Minas Gerais (SANTA CECÍLIA, 1985).

3.2. Obtenção das progênies

A população segregante, que deu origem às progênies é resultante do cruzamento 'ESAL 501' x 'A 354'. Este cruzamento

foi realizado no Departamento de Biologia da ESAL de acordo com a metodologia proposta por VIEIRA (1967).

A população segregante foi conduzida em bulk até a geração F_5 . Durante esse processo, ocorreu a avaliação de 20 populações, resultantes de nove cultivares cruzados segundo o esquema dialélico parcial 5x4. Esta avaliação foi realizada em vários locais e épocas e, verificou-se que a população 'ESAL 501' x 'A 354' era a mais promissora para a seleção de progênies (RAMALHO et alii, 1988). Na geração F_5 foram selecionadas 144 plantas com grãos do tipo "Carioca". Cada uma dessas plantas passou a constituir uma progênie, que teve suas sementes multiplicadas na geração F_6 , devido a sua pouca disponibilidade, e foram avaliadas nas gerações F_7 e F_8 .

3.3. Avaliação das progênies

Os locais utilizados na implantação dos experimentos foram:

Lavras, MG — Campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), localizado na região Sul do estado de Minas Gerais, a 910 metros de altitude, $21^{\circ}14'S$ de latitude e $45^{\circ}00'W$ de longitude.

Patos de Minas, MG — Estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), na região do Alto São Francisco, a 856 metros de altitude, $18^{\circ}35'S$ de latitude e $46^{\circ}31'W$ de longitude.

As progênies foram avaliadas, quanto à produtividade de grãos (kg/ha), nos locais, gerações e épocas apresentados na Tabela 2. Nos quatro experimentos o delineamento utilizado foi o de látice triplo 12x12 e a unidade experimental foi constituída por uma linha de três metros, com 15 sementes por metro linear o que corresponde a uma população de 300 mil plantas por hectare.

Tabela 2. Locais, gerações e épocas de semeadura em que foram a avaliadas as progênies

Local	Geração	Época de semeadura
Lavras	F ₇	Julho/88
Patos de Minas	F ₇	Julho/88
Lavras	F ₈	Fevereiro/89
Patos de Minas	F ₈	Fevereiro/89

Como adubação foram utilizados 400 kg/ha da fórmula 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O) na semeadura e 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, 20 dias após a emergência. Foram feitas irrigações suplementares e realizados os demais tratos culturais normais à cultura do feijoeiro.

3.4. Análise dos dados

3.4.1. Análises de variância

As análises de variância da produção de grãos dos qua-

tro ensaios, foram realizadas a princípio, isoladamente, por experimento, considerando o delineamento em látice, conforme COCHRAN & COX (1966). Os resumos dos esquemas dessas análises com as respectivas esperanças dos quadrados médios encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Esquemas das análises de variâncias individuais

F.V.	G.L.	Q.M.	E. (Q.M.)
Geração F₇ - Lavras			
Progênes	(I-1)	Q ₁	$\sigma_{V_7}^2 + \frac{K\sigma^2}{P_{V_7}}$
Erro efetivo	(I-1)(KN-N-1)	Q ₂	$\sigma_{V_7}^2$
Geração F₇ - Patos de Minas			
Progênes	(I-1)	Q ₃	$\sigma_{M_7}^2 + K\sigma^2_{P_{M_7}}$
Erro efetivo	(I-1)(KN-N-1)	Q ₄	$\sigma_{M_7}^2$
Geração F₈ - Lavras			
Progênes	(I-1)	Q ₅	$\sigma_{V_8}^2 + K\sigma^2_{P_{V_8}}$
Erro efetivo	(I-1)(KN-N-1)	Q ₆	$\sigma_{V_8}^2$
Geração F₈ - Patos de Minas			
Progênes	(I-1)	Q ₇	$\sigma_{M_8}^2 + K\sigma^2_{P_{M_8}}$
Erro efetivo	(I-1)(KN-N-1)	Q ₈	$\sigma_{M_8}^2$

Onde:

I : número de progênes;

N : número de progênies por bloco;

K : número de repetições;

$\sigma_{V_7}^2$ e $\sigma_{V_8}^2$: variâncias ambientais em Lavras, nas gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\sigma_{M_7}^2$ e $\sigma_{M_8}^2$: variâncias ambientais em Patos de Minas, nas gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\sigma_{PV_7}^2$ e $\sigma_{PV_8}^2$: variâncias genéticas da produção de grãos entre as progênies em Lavras, nas gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\sigma_{PM_7}^2$ e $\sigma_{PM_8}^2$: variâncias genéticas da produção de grãos entre as progênies em Patos de Minas, nas gerações F_7 e F_8 , respectivamente.

Posteriormente, foi feita a análise de variância conjunta dos quatro experimentos (Tabela 4) e também as análises conjuntas por locais e gerações (Tabela 5). Essas análises foram efetuadas considerando o delineamento como blocos casualizados, utilizando as médias ajustadas das progênies, com posterior multiplicação dos quadrados médios pelo número de repetições, de acordo com COCHRAN & COX (1966).

Tabela 4. Esquema da análise da variância conjunta, dos quatro experimentos, a nível de parcela

F.V.	G.L.	Q.M.	E. (Q.M.)
Progênes (P)	(I-1)	Q ₉	$\sigma^2 + JKS\sigma_p^2$
Experimentos (A)	(JS-1)	Q ₁₀	_____
Gerações (G) ^{1/}	(J-1)	Q ₁₁	_____
Locais (L)	(S-1)	Q ₁₂	_____
G x L	(J-1)(S-1)	Q ₁₃	_____
P x A	(I-1)(JS-1)	Q ₁₄	$\sigma^2 + [(JKS)/(JS-1)]\sigma_{pa}^2$
P x G	(I-1)(J-1)	Q ₁₅	$\sigma^2 + [(JKS)/(J-1)]\sigma_{pg}^2$
P x L	(I-1)(S-1)	Q ₁₆	$\sigma^2 + [(JKS)/(S-1)]\sigma_{pl}^2$
P x G x L	(I-1)(J-1)(S-1)	Q ₁₇	$\sigma^2 + [(JKS)/(J-1)(S-1)]\sigma_{pgl}^2$
Erro médio	(N-1)(KN-N-1)JS	Q ₁₈	σ^2

^{1/} Este efeito não se deve somente às diferentes gerações, e sim, às gerações e, principalmente, às épocas de semeadura.

Onde:

I, N e K : definidos anteriormente;

J : número de gerações (épocas);

S : número de locais;

σ^2 : variância ambiental média dos quatro experimentos;

σ_p^2 : variância genética da produção de grãos entre as progênes;

σ_{pa}^2 : variância da interação de progênes por experimentos (ambientes);

σ_{pg}^2 : variância da interação de progênes por gerações (épocas);

σ_{pl}^2 : variância da interação de progênes por locais;

σ_{pgl}^2 : variância da interação de progênes por gerações por locais.

Tabela 5. Esquemas das análises de variância conjunta por gerações e por locais, a nível de parcela

F.V.	G.L.	Q.M.	E. (Q.M.)
Geração F₇			
Progênies (P)	(I-1)	Q ₁₉	$\sigma_7^2 + K\sigma_{P_7}^2$
Locais (L)	(S-1)	Q ₂₀	
P x L	(I-1)(S-1)	Q ₂₁	$\sigma_7^2 + [(KS)/(S-1)]\sigma_{Pl_7}^2$
Erro médio	(N-1)(KN-N-1)S	Q ₂₂	σ_7^2
Geração F₈			
Progênies (P)	(I-1)	Q ₂₃	$\sigma_8^2 + K\sigma_{P_8}^2$
Locais (L)	(S-1)	Q ₂₄	
P x L	(I-1)(S-1)	Q ₂₅	$\sigma_8^2 + [(KS)/(S-1)]\sigma_{Pl_8}^2$
Erro médio	(N-1)(KN-N-1)S	Q ₂₆	σ_8^2
Lavras			
Progênies (P)	(I-1)	Q ₂₇	$\sigma_V^2 + JK\sigma_{P_V}^2$
Gerações (G)	(J-1)	Q ₂₈	
P x G	(I-1)(J-1)	Q ₂₉	$\sigma_V^2 + [(JK)/(J-1)]\sigma_{PG_V}^2$
Erro médio	(N-1)(KN-N-1)J	Q ₃₀	σ_V^2
Patos de Minas			
Progênies (P)	(I-1)	Q ₃₁	$\sigma_M^2 + JK\sigma_{P_M}^2$
Gerações (G)	(J-1)	Q ₃₂	
P x G	(I-1)(J-1)	Q ₃₃	$\sigma_M^2 + [(JK)/(J-1)]\sigma_{PG_M}^2$
Erro médio	(N-1)(KN-N-1)J	Q ₃₄	σ_M^2

Onde:

I, J, K, N e S : definidos anteriormente;

σ_7^2 e σ_8^2 : variâncias ambientais médias das gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

σ_V^2 e σ_M^2 : variâncias ambientais médias, em Lavras e Patos de Minas, respectivamente;

$\sigma_{P_7}^2$ e $\sigma_{P_8}^2$: variâncias genéticas da produção de grãos das progênies das gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\sigma_{P_V}^2$ e $\sigma_{P_M}^2$: variâncias genéticas da produção de grãos das progênies, em Lavras e Patos de Minas, respectivamente;

$\sigma_{pl_7}^2$ e $\sigma_{pl_8}^2$: variâncias das interações de progênies por locais, nas gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\sigma_{pg_V}^2$ e $\sigma_{pg_M}^2$: variâncias das interações de progênies por gerações (épocas), em Lavras e Patos de Minas, respectivamente.

As análises de variância conjunta consideraram o efeito de progênies aleatórios, e consideraram fixos os efeitos de locais e gerações, seguindo os seguintes modelos matemáticos:

- Para os quatro experimentos

$$Y_{ijks} = m + p_i + g_j + l_s + (gl)_{js} + (pg)_{ij} + (pl)_{is} + (pgl)_{ijs} + e_{(ijks)}$$

Onde:

Y_{ijks} : produção da progênie i da geração j no local s na repetição k ;

m : produção média das progênies;

p_i : efeito da progênie i ; $i = 1, 2, \dots, 144$;

- g_j : efeito da geração j ; $j = 7$ (geração F_7) e 8 (geração F_8);
 l_s : efeito do local s ; $s = V$ (Lavras) e M (Patos de Minas);
 $(gl)_{js}$: efeito da interação da geração j com o local s ;
 $(pg)_{ij}$: efeito da interação da progênie i com a geração j ;
 $(pl)_{is}$: efeito da interação da progênie i com o local s ;
 $(pgl)_{ijs}$: efeito da interação da progênie i com a geração j com o local s ;
 $e_{(ijks)}$: efeito do erro ambiental médio;
 k : número da repetição; $k = 1, 2$ e 3 .

Supondo que:

$$\begin{aligned}
 E(m) &= m \quad e \quad E(m^2) = m^2; \\
 E(p_i) &= 0 \quad e \quad E(p_i^2) = \sigma_p^2; \\
 E(g_j) &= g_j \quad e \quad E(g_j^2) = g_j^2; \\
 E(l_s) &= l_s \quad e \quad E(l_s^2) = l_s^2; \\
 E((gl)_{js}) &= (gl)_{js} \quad e \quad E((gl)_{js}^2) = (gl)_{js}^2; \\
 E((pg)_{ij}) &= 0 \quad e \quad E((pg)_{ij}^2) = [J/(J-1)] \sigma_{pg}^2; \\
 E((pl)_{is}) &= 0 \quad e \quad E((pl)_{is}^2) = [S/(S-1)] \sigma_{pl}^2; \\
 E((pgl)_{ijs}) &= 0 \quad e \quad E((pgl)_{ijs}^2) = [JS/(J-1)(S-1)] \sigma_{pgl}^2; \\
 E(e_{(ijks)}) &= 0 \quad e \quad E(e_{(ijks)}^2) = \sigma^2.
 \end{aligned}$$

Restrições:

$$\begin{aligned}
 \sum_j g_j &= 0; \\
 \sum_s l_s &= 0; \\
 \sum_{js} (gl)_{js} &= 0.
 \end{aligned}$$

- Para as gerações

$$Y_{j_ik_s} = m_j + p_{j_i} + l_{j_s} + (pl)_{j_{is}} + e_{j(iks)}$$

Onde:

$Y_{j_ik_s}$: produção da progênie i na repetição k no local s , na geração j ;

m_j : produção média das progênies da geração j ; $j = 7$ (geração F_7) e 8 (geração F_8);

p_{j_i} : efeito da progênie i da geração j ; $i = 1, 2, \dots, 144$;

l_{j_s} : efeito do local s na geração j ; $s = V$ (Lavras) e M (Patos de Minas);

$(pl)_{j_{is}}$: efeito da interação da progênie i com o local s , na geração j ;

$e_{j(iks)}$: efeito do erro ambiental médio, na geração j ;

k : número da repetição; $k = 1, 2$ e 3 ;

Supondo que:

$$E(m_j) = m_j \quad e \quad E(m_j^2) = m_j^2;$$

$$E(p_{j_i}) = 0 \quad e \quad E(p_{j_i}^2) = \sigma_{p_j}^2;$$

$$E(l_{j_s}) = l_{j_s} \quad e \quad E(l_{j_s}^2) = l_{j_s}^2;$$

$$E((pl)_{j_{is}}) = 0 \quad e \quad E((pl)_{j_{is}}^2) = [S/(S-1)]\sigma_{pl_j}^2;$$

$$E(e_{j(iks)}) = 0 \quad e \quad E(e_{j(iks)}^2) = \sigma_j^2;$$

Restrição:

$$\sum_s l_{j_s} = 0.$$

- Para os locais

$$Y_{sijk} = m_s + p_{s_i} + g_{s_j} + (pg)_{s_{ij}} + e_{s(ijk)}$$

Onde:

Y_{sijk} : produção da progênie i na geração j na repetição k , no local s ;

m_s : produção média das progênies no local s ; $s = V$ (Lavras) e M (Patos de Minas);

p_{s_i} : efeito da progênie i no local s ; $i = 1, 2, \dots, 144$;

g_{s_j} : efeito da geração j no local s ; $j = 7$ (geração F_7) e 8 (geração F_8);

$(pg)_{s_{ij}}$: efeito da interação da progênie i com a geração j , no local s ;

$e_{s(ijk)}$: efeito do erro ambiental médio, no local s ;

k : número da repetição; $k = 1, 2$ e 3 .

Supondo que:

$$E(m_s) = m_s \quad e \quad E(m_s^2) = m_s^2;$$

$$E(p_{s_i}) = 0 \quad e \quad E(p_{s_i}^2) = \sigma_{p_s}^2;$$

$$E(g_{s_j}) = g_{s_j} \quad e \quad E(g_{s_j}^2) = g_{s_j}^2;$$

$$E((pg)_{s_{ij}}) = 0 \quad e \quad E((pg)_{s_{ij}}^2) = [J/(J-1)]\sigma_{pg_s}^2;$$

$$E(e_{s(ijk)}) = 0 \quad e \quad E(e_{s(ijk)}^2) = \sigma_s^2.$$

Restrição:

$$\sum_j g_{s_j} = 0.$$

3.5. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

3.5.1. Estimativas dos componentes de variância

As estimativas dos componentes da variância (Tabela 6) foram baseados nas esperanças dos quadrados médios das Tabelas 3, 4 e 5. Os erros associados às estimativas das variâncias foram calculados de acordo com a metodologia proposta por VELLO & VENCOVSKY (1974).

Tabela 6. Estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas

Componente	Estimativa
$\hat{\sigma}_{P_{V_7}}^2$	$(Q_1 - Q_2) / K;$
$\hat{\sigma}_{F_{V_7}}^2$	$Q_1 / K;$
$\hat{\sigma}_{P_{M_7}}^2$	$(Q_3 - Q_4) / K;$
$\hat{\sigma}_{F_{M_7}}^2$	$Q_3 / K;$
$\hat{\sigma}_{P_{V_8}}^2$	$(Q_5 - Q_6) / K;$
$\hat{\sigma}_{F_{V_8}}^2$	$Q_5 / K;$
$\hat{\sigma}_{P_{M_8}}^2$	$(Q_7 - Q_8) / K;$
$\hat{\sigma}_{F_{M_8}}^2$	$Q_7 / K;$

../.

Componente	Estimativa
$\hat{\sigma}_{p}^2$	$(Q_9 - Q_{18}) / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	$Q_9 / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$(Q_{14} - Q_{18}) \overline{(JS-1)} / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{pg}^2$	$(Q_{15} - Q_{18}) (J-1) / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{pl}^2$	$(Q_{16} - Q_{18}) (S-1) / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{pgl}^2$	$(Q_{17} - Q_{18}) (J-1) (S-1) / (JKS) ;$
$\hat{\sigma}_{p_7}^2$	$(Q_{19} - Q_{22}) / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{\bar{F}_7}^2$	$Q_{19} / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{pl_7}^2$	$(Q_{21} - Q_{22}) / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{p_8}^2$	$(Q_{23} - Q_{26}) / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{\bar{F}_8}^2$	$Q_{23} / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{pl_8}^2$	$(Q_{25} - Q_{26}) (S-1) / (KS) ;$
$\hat{\sigma}_{p_V}^2$	$(Q_{27} - Q_{30}) / (JK) ;$
$\hat{\sigma}_{\bar{F}_V}^2$	$Q_{27} / (JK) ;$
$\hat{\sigma}_{pg_R}^2$	$(Q_{29} - Q_{30}) (J-1) / (JK) ;$
$\hat{\sigma}_{p_M}^2$	$(Q_{31} - Q_{34}) / (JK) ;$

../....

.../..

Componente	Estimativa
$\hat{\sigma}_{\bar{F}_M}^2$	$Q_{31} / (JK) ;$
$\hat{\sigma}_{pg_M}^2$	$(Q_{33} - Q_{34}) (J-1) / (JK) .$

Onde:

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_{V7}}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_{V8}}^2$: variâncias fenotípicas da produção de grãos das progênies, em Lavras, da geração F_7 e F_8 , respectivamente;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_{M7}}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_{M8}}^2$: variâncias fenotípicas da produção de grãos das progênies, em Patos de Minas, da geração F_7 e F_8 , respectivamente;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$: variância fenotípica da produção de grãos das progênies nos quatro experimentos;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_7}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_8}^2$: variâncias fenotípicas da produção de grãos das progênies das gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_V}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_M}^2$: variâncias fenotípicas da produção de grãos das progênies, em Lavras e Patos de Minas, respectivamente;

Os demais parâmetros foram definidos anteriormente.

As covariâncias genéticas foram obtidas a partir da produtividade média de grãos das progênies nos vários ambientes, sendo obtidas as seguintes estimativas:

$C\hat{O}V(V_7, V_8)$ e $C\hat{O}V(M_7, M_8)$: covariâncias genéticas das gerações F_7 e F_8 , para Lavras e Patos de Minas, respectivamente;

$C\hat{O}V(V_7, M_7)$ e $C\hat{O}V(V_8, M_8)$: covariâncias genéticas de Lavras e Patos de Minas, para as gerações F_7 e F_8 , respectivamente;

$C\hat{O}V(V, M)$ e $C\hat{O}V(7, 8)$: covariâncias genéticas entre locais (Lavras e Patos de Minas) e entre gerações (gerações F_7 e F_8), respectivamente;

$C\hat{O}V_p$: covariância genética média, obtida a partir da seguinte expressão:

$$C\hat{O}V_p = \frac{C\hat{O}V(V_7, V_8) + C\hat{O}V(M_7, M_8) + C\hat{O}V(V_7, M_7) + C\hat{O}V(V_8, M_8) + C\hat{O}V(V_7, M_8) + C\hat{O}V(V_8, M_7)}{6}$$

Onde:

$C\hat{O}V(V_7, M_8)$ e $C\hat{O}V(V_8, M_7)$: covariâncias genéticas da geração F_7 , em Lavras, com a geração F_8 , em Patos de Minas, e da geração F_8 , em Lavras, com a geração F_7 , em Patos de Minas, respectivamente;

As demais covariâncias foram definidas anteriormente.

3.5.2. *Estimativas das correlações genéticas da produção de grãos das progênies nos ambientes*

As correlações genéticas foram obtidas com a seguinte expressão:

$$\hat{r}(d, d') = \frac{C\hat{O}V(d, d')}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2 \hat{\sigma}_{d'}^2}}$$

Onde:

$\hat{r}(d, d')$: correlação genética da produção de grãos das progênies nos ambientes d e d' ;

$C\hat{O}V(d, d')$: covariância genética da produção de grãos das progênies nos ambientes d e d' ;

$\hat{\sigma}_{P_d}^2$ e $\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2$: variâncias genéticas da produção de grãos entre as progênies nos ambientes d e d' , respectivamente;

d e d' : ambientes distintos.

3.5.3. *Decomposição das interações de progênies por ambientes*

A variância da interação de progênies por ambientes envolvendo os quatro experimentos foi decomposta através da expressão descrita por RAMALHO et alii (1990):

$$\hat{\sigma}_{pa}^2 = \left\{ \sum_{d < d'} \left[\left(\sqrt{\hat{\sigma}_{P_d}^2} - \sqrt{\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2} \right)^2 + 2\sqrt{\hat{\sigma}_{P_d}^2} \sqrt{\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2} (1 - \hat{r}(d, d')) \right] \right\} / t^2$$

Onde:

t : número de ambientes;

$\hat{\sigma}_{pa}^2$, $\hat{\sigma}_{P_d}^2$, $\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2$ e $\hat{r}(d, d')$: definidos anteriormente.

As interações de progênies por locais e progênies por gerações foram decompostas utilizando a seguinte expressão, adaptada de VENCOVSKY (1987):

$$\hat{\sigma}_{pz}^2 = \left(\frac{1}{2} \right) \left\{ \left(\frac{1}{2} \right) \left(\sqrt{\hat{\sigma}_{P_d}^2} - \sqrt{\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2} \right)^2 + \sqrt{\hat{\sigma}_{P_d}^2} \sqrt{\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2} [1 - \hat{r}(d, d')] \right\}$$

Onde:

$\hat{\sigma}_{pz}^2$: variância da interação de progênies por ambientes (gerações

ou locais);

$\hat{\sigma}_{P_d}^2$, $\hat{\sigma}_{P_{d'}}^2$ e $\hat{r}(d, d')$: descritos anteriormente.

3.5.4. *Estimativa da herdabilidade*

A herdabilidade (h^2) foi estimada para geração F_7 , utilizando a seguinte expressão:

$$\hat{h}^2 = \frac{C\hat{O}V(V_7, M_7)}{\hat{\sigma}_{\bar{F}_7}^2}$$

Onde:

$C\hat{O}V(V_7, M_7)$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_7}^2$: descritos anteriormente.

3.5.5. *Estimativa do ganho esperado com a seleção*

O ganho esperado com a seleção foi obtido com base na seleção das 15 progênies mais produtivas na geração F_7 , através da expressão:

$$\hat{G}S = ds \times \hat{h}^2$$

Onde:

$\hat{G}S$: ganho esperado com a seleção;

ds : diferencial de seleção ($Ms_{F_7} - Mo_{F_7}$);

Ms_{F_7} : média das 15 melhores progênies F_7 ;

Mo_{F_7} : média observada das 144 progênies F_7 .

3.5.6. *Herdabilidade realizada*

As progênes foram avaliadas nas gerações F₇ e F₈, o que possibilitou verificar o ganho realizado em F₈ com a seleção em F₇. Isto permitiu estimar também a herdabilidade realizada, através da expressão descrita por FEHR (1987).

$$h_o^2 = \frac{GRS(\%)}{ds(\%)} \times 100$$

Onde:

h_o^2 : herdabilidade realizada;

GRS(%) : ganho realizado com a seleção em porcentagem

$$[(Ms_{F_8} - Mo_{F_8}) / Mo_{F_8}];$$

Ms_{F_8} : média em F₈ das 15 progênes selecionadas em F₇;

Mo_{F_8} : média observada das 144 progênes em F₈;

ds(%) : diferencial de seleção em porcentagem;

$$[(Ms_{F_7} - Mo_{F_7}) / Mo_{F_7}].$$

3.5.7. *Eficiência de seleção*

Foi calculada segundo a expressão proposta por HAMBLIM & ZIMMERMANN (1986):

$$ES = \frac{A-C}{B-C} \times 100$$

Onde:

A : número de progênes comuns às duas seleções;

B : número de progênies selecionadas;

C : número esperado de progênies em comum nas duas seleções, unicamente devido ao acaso, obtido a partir da seguinte expressão:

$$C = (0,1) B$$

Onde:

0,1 : intensidade de seleção.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação das progênes

As análises de variância individuais mostraram que existem diferenças entre as progênes, com exceção da avaliação realizada em Patos de Minas na geração F₇ (Tabela 7). A eficiência do látice foi verificada nos quatro experimentos, mostrando que a utilização de tal delineamento ao invés dos blocos casualizados foi correta. A precisão dos experimentos, avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.), pode ser considerada apenas média, visto que apresentaram valores entre 22,46% a 29,72%, e isto pode ser explicado pelo pequeno tamanho das parcelas, que foi constituído de apenas uma linha de três metros.

Em todas as avaliações verificou-se que as progênes apresentaram bom comportamento (Figura 1), sendo que, em Lavras, na geração F₇, isto ficou mais evidente com uma produtividade média de 2.669 kg/ha com os limites de produção variando de 1.332 a 4.079 kg/ha. Em Patos de Minas, na geração F₇, apesar de não ter sido detectada diferenças entre as progênes, a produção foi de 944 a 3.300 kg/ha e a produtividade média de 1.646 kg/ha. Na

geração F_8 , em Lavras, a produtividade média foi de 1.881 kg/ha, com a produção variando de 1.209 a 2.787 kg/ha. E na geração F_8 , em Patos de Minas, onde se verificou a menor produção média, 1.185 kg/ha, o limite de produção foi de 569 a 1.878 kg/ha.

Tabela 7. Resumos das análises de variância da produção de grãos (kg/ha), obtidas da avaliação das progênes em cada geração e local

F.V.	G.L	Q.M.			
		F_7		F_8	
		Lavras	Patos de Minas	Lavras	Patos de Minas
Progênes (aj)	143	676773,28**	298508,72	317808,08*	221563,32**
Erro efetvo	253	359264,03	239164,63	244658,47	76680,38
Média (kg/ha)		2669,14	1645,68	1881,48	1185,35
C.V. (%)		22,46	29,72	26,29	23,36
Efic. do látice (%)		111	117	132	122

** , * Significativos a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente.

A análise de variância conjunta dos quatro experimentos apresentou significância para todas as fontes de variação, mostrando com isso que houve diferença entre as progênes, os locais e as gerações, e também, que não houve concordância no comportamento das progênes nos diferentes locais e gerações (Tabela 8).

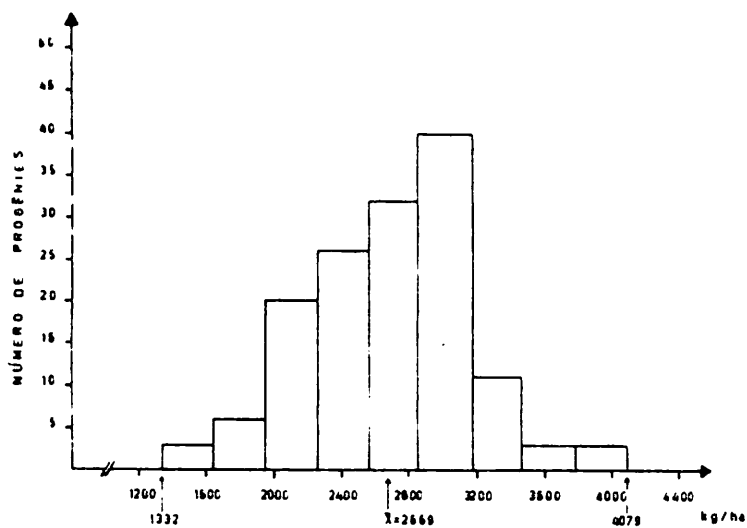
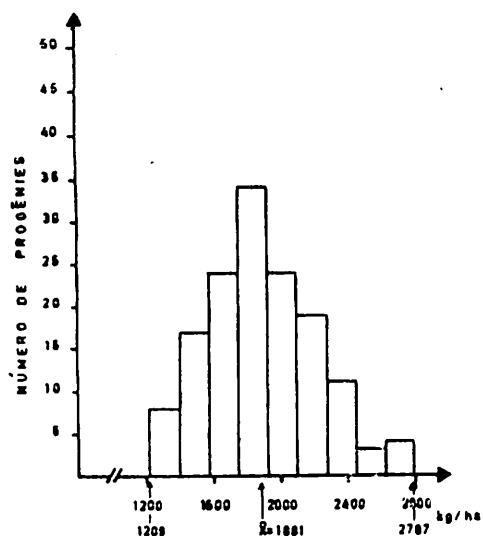
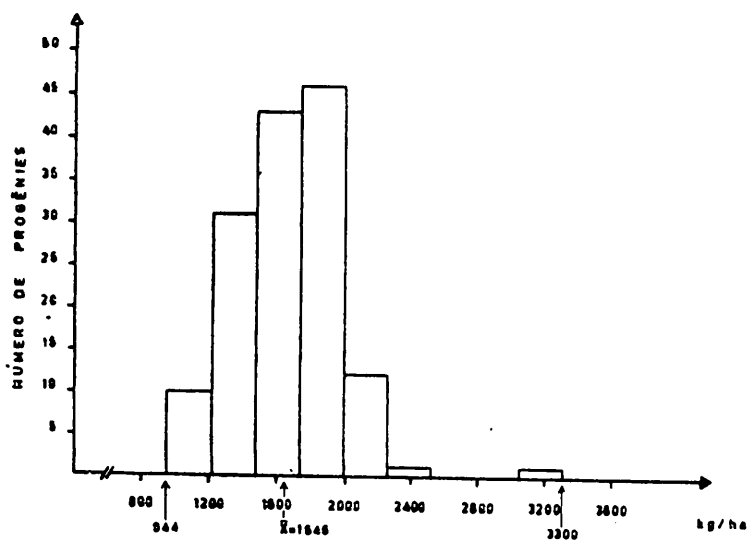
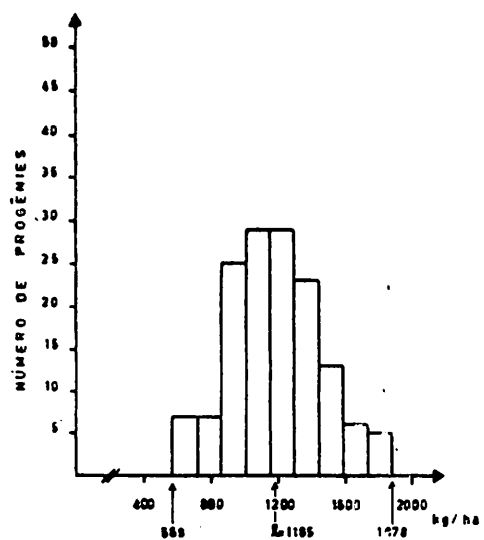
Lavras - F₇Lavras - F₈Patos de Minas - F₇Patos de Minas - F₈

Figura 1. Distribuições de freqüência das progênies, relativa à produção média de grãos (kg/ha), da geração F₇ e F₈, em Lavras e Patos de Minas

Tabela 8. Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha), obtidas da avaliação das progênes em quatro ambientes, a nível de parcela

F.V.	G.L.	Q.M.
Progênes (P)	143	448809,63**
Experimentos (A)	(3)	166379187,41**
Gerações (G)	1	168208804,97**
Locais (L)	1	319358187,10**
G x L	1	11570570,14**
P x A	(429)	355281,29**
P x G	143	388422,52**
P x L	143	303979,63**
P x G x L	143	373441,70**
Erro médio	1012	229941,88
Média (kg/ha)		1845,41
C.V. (%)		19,12

** Significativo a 1% pelo teste F.

As análises de variância conjunta realizadas por locais e por gerações apresentaram teste F altamente significativo para todas as fontes de variação (Tabela 9). Isto evidencia, novamente, que as progênes apresentaram variação entre si, com base nas médias de locais ou de gerações, e que os seus comportamentos não foram coincidentes entre as gerações (em Lavras e Patos de Minas) e entre os locais (na geração F₇ e F₈).

Tabela 9. Resumo das análises de variância conjunta, com base nas médias de locais ou de gerações, da produção de grãos (kg/ha), obtidas das avaliações das progênes, a nível de parcela

F.V.	G.L.	Q.M.	
		F ₇	F ₈
Progênes (P)	143	547291,01**	289941,12**
Locais (L)	1	226252211,22**	104676563,93**
P x L	143	427991,05**	249430,31**
Erro médio	506	299214,33	160669,42
Média (kg/ha)		2157,41	1533,41
C.V. (%)		25,35	26,14
		Lavras	Patcs de Minas
Progênes (P)	143	477704,51**	275084,73**
Gerações (G)	1	134006271,75**	45773098,01**
P x G	143	516876,92**	244987,32**
Erro médio	506	301961,25	157922,50
Média (kg/ha)		2275,31	1415,51
C.V. (%)		24,15	28,07

** Significativo a 1% pelo teste F.

4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas das interações de progênes por ambientes foram decompostas em partes simples e complexas, com exceção da interação P x L x G (Tabela 10). O principal componente das

interações foi a parte complexa, representando de 60 a 96% da estimativa total.

Tabela 10. Estimativas das interações de progênies por ambientes, com as respectivas decomposições das partes simples e complexas, e das correlações genéticas envolvidas

Parâmetro	Total	Interação				Correlação
		Partes simples		Partes complexas		
		Estimativas	%	Estimativas	%	
$\hat{\sigma}_{pa}^2$	31334,85	5275,97	17	26058,88	83	-
$\hat{\sigma}_{p1}^2$	6169,81	246,58	4	5923,23	96	0,50
$\hat{\sigma}_{p17}^2$	21462,78	8526,57	40	12936,21	60	0,43
$\hat{\sigma}_{p18}^2$	14793,48	1011,51	7	13781,97	93	0,20
$\hat{\sigma}_{pg}^2$	13206,72	799,60	6	12407,12	94	0,17
$\hat{\sigma}_{pgv}^2$	35819,27	7154,95	20	28664,32	80	-0,13
$\hat{\sigma}_{p3M}^2$	14510,80	1564,73	11	12946,07	89	0,16
$\hat{\sigma}_{pg1}^2$	11958,32					

A estimativa da interação de progênies por gerações foi maior que a de progênies por locais, indicando que as progênies apresentaram maior divergência de comportamento entre as gerações (épocas) do que entre os locais.

A baixa correlação genética das progênies entre os ambientes foi o principal responsável pelas interações (Tabela 10).

A interação de progênies por locais apresentou alta proporção da parte complexa (96%), apesar da correlação genética das progênies não ter sido muito baixa (50,46%), isto porque as variâncias genéticas entre as progênies, em Lavras e em Patos de Minas, não diferiram muito em suas estimativas (Tabela 11).

As estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas obtidas das análises individuais e conjuntas por locais, por gerações e dos quatro experimentos são apresentadas na Tabela 11. Observa-se uma ampla variação nas suas estimativas e que os erros associados às variâncias genéticas foram altos.

Comparando as variâncias genéticas entre as progênies com as covariâncias genéticas das progênies, verifica-se que foi grande a participação da interação nas estimativas desses componentes, pois a variância genética inclui a interação e a covariância genética é livre da interação de genótipos por ambientes, sendo a parcela que realmente interessa nos processos de seleção. Como exemplo, as variâncias genéticas entre progênies, em Patos de Minas, na geração F_7 (19781,36) e F_8 (48294,31) foram superiores à covariância das progênies, em Patos de Minas (5016,23). Isso porque as duas primeiras estimativas contêm interações de progênies por ambientes e a covariância genética, em Patos de Minas, é isenta da interação de progênies por gerações neste local.

A obtenção de baixas estimativas para as covariâncias genéticas das progênies, em Lavras e Patos de Minas, ocorreu devido aos altos valores das interações de progênies por gerações

Tabela 11. Estimativas dos componentes da variância fenotípica e genética com o respectivo desvio padrão, a nível de parcela, relativas à produção de grãos (kg/ha)

Análise	Componentes da variância	Estimativas
Individual	$\hat{\sigma}_{PV_7}^2$	105836,41 ± 28538,20 (27%)
	$\hat{\sigma}_{FV_7}^2$	225591,09
	$\hat{\sigma}_{PM_7}^2$	19781,36 ± 13653,21 (69%)
	$\hat{\sigma}_{FM_7}^2$	99502,90
	$\hat{\sigma}_{PV_8}^2$	24383,20 ± 14385,96 (59%)
	$\hat{\sigma}_{FV_8}^2$	105936,02
	$\hat{\sigma}_{PM_8}^2$	48294,31 ± 8964,27 (19%)
	$\hat{\sigma}_{FM_8}^2$	73854,43
Conjunta dos quatro experimentos	$\hat{\sigma}_p^2$	18238,97 ± 4474,17 (24%)
	$C\hat{O}V_p$	7794,02 ± 4833,38 (62%)
	$C\hat{O}V(7, 8)$	5032,25 ± 5809,08 (115%)
	$C\hat{O}V(V, M)$	12069,16 ± 5305,18 (44%)
	$\hat{\sigma}_F^2$	37400,80
Conjunta por local	$\hat{\sigma}_{PV}^2$	29290,54 ± 5632,08 (19%)
	$C\hat{O}V(V_7, V_8)$	-6528,73 ± 7210,31 (110%)
	$\hat{\sigma}_{FV}^2$	79617,41
	$\hat{\sigma}_{PM}^2$	19527,03 ± 9869,40 (51%)
	$C\hat{O}V(M_7, M_8)$	5016,23 ± 13776,58 (275%)
	$\hat{\sigma}_{FM}^2$	45847,45
Conjunta por geração	$\hat{\sigma}_{p7}^2$	41346,11 ± 11160,30 (27%)
	$C\hat{O}V(V_7, M_7)$	19883,33 ± 13599,41 (68%)
	$\hat{\sigma}_{F7}^2$	91215,16
	$\hat{\sigma}_{p8}^2$	21545,28 ± 5918,80 (27%)
	$C\hat{O}V(V_8, M_8)$	6751,80 ± 7486,42 (111%)
	$\hat{\sigma}_{F8}^2$	48323,52

(épocas), nos dois locais. A estimativa negativa da covariância, em Lavras, foi devido a acentuada divergência de comportamento das progênes nas épocas em que foram avaliadas.

A partir da estimativa da covariância genética das progênes da geração F_7 , estimou-se a herdabilidade ($h^2 = 21,80$), que permitiu visualizar o percentual da variação total, que foi devido às causas genéticas e, portanto, possível de ser aproveitado com a seleção.

As avaliações das progênes realizadas nas gerações F_7 e F_8 , possibilitaram a simulação da seleção das 15 progênes mais produtivas da geração F_7 e verificar o comportamento dos mesmos materiais na geração F_8 . Portanto, foi possível estimar o ganho realizado com a seleção (5,59%), que foi semelhante ao esperado (5,25%), Tabela 12.

Através do ganho realizado com a seleção estimou-se a herdabilidade realizada, que correspondeu a 23,23%, tendo, portanto, apresentado valor semelhante ao da herdabilidade esperada (Tabela 12), indicando que a covariância genética das progênes F_7 é uma estimativa sem o efeito da interação de progênes por locais.

A acentuada interação de progênes por ambientes, predominantemente do tipo complexa (Tabela 10), fez com que a eficiência da seleção fosse baixa, apenas 12,11% (Tabela 12).

Tabela 12. Estimativas das herdabilidades e dos ganhos com a seleção estimados e realizados, e da eficiência da seleção

Parâmetros	Estimativas
\hat{h}^2	21,80%
$\hat{G}S$	113,24 kg/ha (5,25%)
h^2_o	23,23%
GRS	85,79 kg/ha (5,59%)
$\hat{E}S$	12,11%

O efeito das interações de progênies por ambientes na eficiência da seleção pode ser verificado pelo número de progênies comuns a dois ambientes, considerando as 15 progênies mais produtivas em cada ambiente (Tabela 13). Observa-se que o número de progênies comuns entre as gerações foi menor do que aquele entre os locais (duas e quatro progênies, respectivamente), demonstrando que, quanto maior a interação de progênies por ambientes, menor será o número de progênies comuns e, conseqüentemente, o ganho com a seleção. Pode ser verificado também que, quando a seleção é realizada com base no desempenho médio das progênies nos vários ambientes, o número de progênies comuns, em geral, é maior.

Tabela 13. Número de progênies comuns a dois ambientes, considerando as 15 progênies mais produtivas de cada ambiente

	V ₈	M ₇	M ₈	V	M	7	8	G
V ₇	0	2	-	7	4	9	0	6
V ₈		-	2	8	1	2	8	6
M ₇			1	4	7	7	1	6
M ₈				2	7	2	8	5
V					4	-	-	9
M						-	-	10
7							2	11
8								6

Onde:

V₇, V₈ : Lavras, gerações F₇ e F₈, respectivamente;

M₇, M₈ : Patos de Minas, gerações F₇ e F₈, respectivamente;

V, M : Lavras e Patos de Minas, respectivamente;

7, 8 : Gerações F₇ e F₈, respectivamente;

G : Média dos quatro experimentos.

Devido à ausência de testemunhas nos experimentos, a comparação da produtividade das progênies com outros cultivares não foi possível de ser realizada nos próprios ensaios. Mas, dez progênies, das 15 selecionadas em F₇, foram avaliadas em Sete Lagoas - MG e Itumbiara - GO, juntamente com os cultivares ESAL 501, A 354 e Carioca (Tabela 14). A partir dessas avaliações foi pos

Tabela 14. Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha) de dez progênies selecionadas na geração F₇ e de três cultivares, com as respectivas produtividades médias, avaliadas em Sete Lagoas - MG e I - tumbiara - GO, em fevereiro de 1989

F.V.	G.L.	Q.M.	
Tratamentos (T)	(12)	462658,75**	
Progênies (P)	9	522648,30**	
Cultivares (C)	2	215060,87	
P x C	1	419561,87	
Locais (L)	1	17173848,22	
T x L	12	238537,35	
Erro médio	48	156609,69	
C.V. (%)		14,94	
Progênies	Média (kg/ha)	Cultivar	Média (kg/ha)
17	2355,56	ESAL 501	2500,00
27	3133,33	A 354	2711,11
28	2933,33	Carioca	2333,33
72	2777,78		
102	2755,56		
113	3011,11		
119	2766,67		
136	2488,89		
138	2344,45		
139	2322,22		
		Média (kg/ha)	
		Progênies	2688,89
		Cultivares	2514,82
		Geral	2648,72

** Significativo a 1% pelo teste F.

sível verificar que a produtividade média das progênies foi 6,92% superior a dos cultivares, e que, a melhor progênie (27) foi 15,57% superior ao melhor cultivar (A 354), evidenciando assim o potencial destas progênies.

5. DISCUSSÃO

A maioria dos programas de melhoramento do feijoeiro, utiliza a hibridação de dois ou mais cultivares, visando reunir em um único genótipo os alelos desejáveis que se encontram em cultivares diferentes. Na aplicação deste método, alguns aspectos são de fundamental importância, como, a escolha dos progenitores, o modo de condução da população segregante e a avaliação das progênes.

Visando identificar materiais com boa capacidade de combinação, RAMALHO et alii (1988) avaliaram nove cultivares e as 20 populações segregantes resultantes dos cruzamentos entre os cultivares, seguindo um esquema em dialélico parcial (4 x 5). Verificaram que a população proveniente do cruzamento 'ESAL 501' x 'A 354' foi a que se mostrou mais promissora para a seleção com base na produtividade de grãos, em função da capacidade geral de combinação dos parentais e também pelos tipos de grãos que pos-suíam. Além disso, em razão da população 'ESAL 501' x 'A 354' ter suplantado as demais em avaliações em vários locais, épocas e gerações, esperava-se que as progênes selecionadas da mesma

também apresentassem um comportamento previsível. Outro resultado observado pelos autores foi a ausência da interação de populações segregantes por gerações, o que implica que a avaliação de qualquer geração permite predizer o comportamento das demais, inclusive o das progênies em gerações mais avançadas, como na F_7 ou na F_8 .

Como era de se esperar, as progênies da população 'ESAL 501' x 'A 354' apresentaram diferenças de produtividade, no entanto, o comportamento das progênies não foi concordante entre os ambientes em que ocorreram as avaliações. Estas divergências de comportamento são explicadas pelas interações de progênies por ambientes (Tabela 10), que foram constituídas, principalmente, pela parte complexa da interação, ou seja, devido à falta de correlação genética entre as progênies de um ambiente para outro (VENCOSKY, 1987).

A existência das interações de progênies por ambientes evidenciam a necessidade da avaliação dos genótipos ser realizada em um maior número de locais e épocas da região, para onde se pretende obter o cultivar melhorado. Isso possibilita a seleção de genótipos com maior adaptação, tornando mais eficiente o trabalho do melhorista, além de permitir que as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos sejam mais próximos do verdadeiro valor. Caso as avaliações não sejam feitas deste modo, esses parâmetros podem ser superestimados pelas interações de genótipos por ambientes (ALLARD, 1971; MOLL & STUBER, 1974).

Comparando as estimativas das variâncias genéticas entre progênies com as covariâncias genéticas, verifica-se que as variâncias foram superiores, por conterem em seus valores os efeitos das interações, ao passo que as covariâncias se aproximam mais da realidade, por serem livres das interações (Tabela 11).

As estimativas das interações foram, em geral, maior do que a das covariâncias genéticas, evidenciando que a divergência de comportamento das progênies entre os ambientes foi maior do que a variação genética entre as mesmas. Por exemplo, 48% da variância genética das progênies F₇ foi devido às diferenças genéticas, ao passo que 52% foi ocasionado pela divergência de com - portamento das progênies entre os locais.

Como se observa na Tabela 11, a estimativa da covariância genética das progênies, em Lavras, foi negativa (-6.528,73). O sinal negativo, pode ser atribuído ao erro associado à estimativa da covariância, que foi de 110%, mas, provavelmente, a principal causa desta covariância foi a inversão de comportamento de algumas progênies nas duas gerações. Isso se deve, principal - mente, às diferentes épocas em que as progênies F₇ (inverno) e F₈ (verão) foram avaliadas. A inversão de comportamento das progênies evidencia a necessidade de se avaliar os genótipos em ambientes (locais e épocas) representativos da região, antes de se proceder uma intensa eliminação de progênies, como geralmente é praticado pelos melhoristas. Caso contrário, poderá ocorrer a seleção de genótipos específicos a determinado tipo de ambiente, que não terão bom desempenho em um outro ambiente. A avaliação em am

bientes representativos da região permitirá a seleção de genótipos com adaptação mais ampla e, conseqüentemente, maior ganho com a seleção.

A acentuada interação de progênies por gerações em Lavras, correspondeu a totalidade da variação observada entre progênies neste local (Tabelas 10 e 11). No caso particular da geração F₇, a maior parcela da interação observada foi devido, provavelmente, às diferenças de temperaturas nos dois locais, nessa época do ano. Em Lavras, as temperaturas mínimas no inverno são sensivelmente menores do que em Patos de Minas. Observa-se, na Tabela 7, que na geração F₇, as progênies diferiram apenas em Lavras, salientando a presença de algumas tolerantes ao frio e, conseqüentemente, mais produtivas e de outras sensíveis e menos produtivas. Essa tolerância ao frio certamente não se expressou em Patos de Minas, ocasionando um comportamento uniforme das progênies.

Verifica-se, na Tabela 10, que o efeito de locais, com base na média de gerações, contribuiu menos para o valor da interação do que o efeito de gerações, com base na média de locais. Como no presente caso, as gerações foram avaliadas em épocas diferentes, confirma-se a suspeita de que a principal causa da interação foi a diferença de temperatura nas duas épocas. Isso, é corroborado, principalmente pelo maior valor da interação devido ao efeito de gerações (épocas) em Lavras do que em Patos de Minas, onde a diferença é menor entre as duas épocas. Pela mesma razão, observa-se ainda, que a interação de progênies por locais

na geração F₇ (inverno) foi maior do que na F₈ (verão).

Outro aspecto a ser comentado é que, sendo realizada a seleção somente das progênies tolerantes ao frio em Lavras, possivelmente o seu comportamento em Patos de Minas não seja tão divergente, o que contribuiria para reduzir a interação.

Diante disso, existem duas alternativas para o melhoramento do feijão para as duas regiões do Estado: A primeira é identificar as progênies que mostrem menor interação por locais e, principalmente, por épocas de semeadura, o que simplificaria a recomendação para o estado. A segunda corresponde a obtenção de cultivares específicas para o inverno do Sul de Minas Gerais e outras para as regiões ou épocas do ano com maior temperatura, o que implicaria em aproveitar o efeito da interação ou evitar a sua ocorrência. Evidentemente esta alternativa deve proporcionar melhor desempenho dos cultivares recomendados, principalmente na época de inverno, onde as culturas devem ser irrigadas, e os seus produtores, geralmente, possuem maior nível tecnológico e conseguem discernir os cultivares de feijão específicos para determinadas épocas do ano.

As interações de progênies por ambientes, causadas, principalmente, pela falta de correlação genética das progênies entre os ambientes, influenciaram na eficiência da seleção, que pode ser verificada pelo número de progênies comuns a dois ambientes, considerando as 15 mais produtivas de cada ambiente. Observa-se, nas Tabelas 10 e 13, que a interação de menor valor foi

a de progênies por locais, com base na média das gerações, quando ocorreram quatro progênies comuns. Já, a interação de maior valor foi a de progênies por gerações em Lavras, quando nenhuma progênie em comum foi observada. Constata-se que, à medida que o valor da interação aumentou, houve uma redução do número de progênies selecionadas comuns. Por exemplo, o segundo menor valor da interação foi o de progênies por gerações, com base na média de locais, quando ocorreram duas progênies em comum. Um valor da interação ligeiramente maior foi o de progênies por gerações em Patos de Minas, quando se observou a coincidência de apenas uma progênie. Depreende-se desses resultados que, mesmo para as menores estimativas das interações, o número de progênies comuns foi muito pequeno, salientando mais uma vez os acentuados valores das interações observadas.

Os números de progênies comuns, considerando as 15 mais produtivas de cada ambiente, também indicam o melhor critério para a seleção das mesmas. Quando a seleção é efetuada somente em um ambiente, como em Lavras na geração F_7 , verifica-se que nenhuma progênie foi comum na geração F_8 do mesmo local e apenas duas coincidiram com a geração F_7 em Patos de Minas, ou seja, o número de progênies comuns foi muito baixo. A seleção realizada na média de dois ambientes (locais ou gerações) propiciou um aumento no número de progênies comuns, mas esse aumento não foi consistente, pois com a seleção baseada na média de Lavras o número de progênies comuns, em Patos de Minas, na geração F_7 e F_8 (quatro e duas progênies, respectivamente), são bem inferiores quan-

do comparados com a geração F_7 e F_8 (sete e oito progênies, respectivamente), de Lavras, como já era esperado, em função da interação progênies por locais. A seleção efetuada na média dos quatro experimentos proporcionou um aumento mais consistente do número de progênies comuns a outros ambientes de seleção (Tabela 13).

Estes fatos realçam que, quando se trabalha com ambientes discrepantes, onde ocorrem acentuadas interações de genótipos por ambientes, a seleção realizada na média destes ambientes é o melhor critério (ROSIELLE & HAMBLIM, 1981). Evidenciam também que a seleção somente deve ser iniciada após a avaliação ser efetuada em ambientes representativos da região, para onde se pretende obter o novo cultivar.

Utilizando a covariância genética das progênies na geração F_7 , foi estimada a herdabilidade (21,80%), que é equivalente a herdabilidade no sentido restrito, pois a variância genética entre as progênies na geração F_7 é quase toda aditiva (RAMALHO & VENCOSKY, 1978; SOUZA JÚNIOR, 1989). Através de uma seleção simulada das 15 melhores progênies F_7 foi calculado o ganho realizado em F_8 , que possibilitou estimar a herdabilidade realizada (23,23%), que foi similar a herdabilidade esperada. Isso indica que as estimativas livres da interação de genótipos por ambientes fornecem informações mais precisas dos genótipos avaliados, como foi demonstrado por ALLARD (1971).

O ganho realizado com a seleção (5,59%) também foi si-

milar ao ganho esperado (5,25%) com a seleção das 15 progênies F₇ mais produtivas (Tabela 12). Esta estimativa pode ser considerada semelhante aos valores relatados na literatura (RAMALHO et alii, 1979; NIENHUIS & SINGH, 1988b; ABREU, 1989). Apesar do pequeno ganho com a seleção, deve ser salientado que 10 das 15 progênies selecionadas em F₇ foram avaliadas juntamente com os cultivares ESAL 501, A 354 e Carioca, e foram, em média, 6,92% mais produtivas que os cultivares, e a progênie 27 foi 15,57% superior ao melhor cultivar (A 354). Aliada a boa produtividade dessas progênies o seu tipo de grão é semelhante ao do cultivar Carioca, que é o preferido pelos consumidores.

6. CONCLUSÕES

- 1) As progênies apresentaram uma ampla variabilidade e potencial para produção de grãos, realçando a boa capacidade de combinação dos progenitores.
- 2) As diferenças das estimativas das variâncias genéticas com as covariâncias genéticas indicam que as interações superestimam os parâmetros genéticos, se esses não forem isolados.
- 3) As estimativas da herdabilidade e do ganho esperado com a seleção foram semelhantes ao da herdabilidade realizada e do ganho realizado com a seleção, respectivamente. Esses resultados, evidenciam o fato de que as estimativas do parâmetros genéticos através dos componentes da variância é uma poderosa ferramenta para auxiliar os melhoristas.
- 4) As acentuadas interações de progênies por ambientes evidenciam que a seleção deve ser iniciada após os genótipos serem avaliados em ambientes representativos da região, para onde se pretende obter o novo cultivar. Nesses casos, o melhor critério para a seleção de progênies, é o realizado com base no desempenho médio das mesmas nos vários ambientes, o que proporciona um maior ganho médio.

7. RESUMO

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO DO CRUZAMENTO 'ESAL 501' x 'A 354' EM DIFERENTES AMBIENTES

As progênies utilizadas no presente trabalho são oriundas do cruzamento entre os cultivares ESAL 501 e A 354. As avaliações foram realizadas na geração F_7 , em Lavras e Patos de Minas, com semeadura em julho de 1988, e F_8 , nos mesmos locais, com semeadura em fevereiro de 1989. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo 12x12. Os objetivos foram avaliar as progênies em diferentes condições ambientais, estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos para auxiliar no processo de seleção e quantificar a influência da interação de progênies por ambientes na eficiência da seleção. As avaliações mostraram que as progênies apresentaram uma ampla variabilidade para a produção de grãos, realçando a boa capacidade de combinação dos progenitores. O comportamento das progênies não foi concordante entre os ambientes, devido às acentuadas interações de progênies por ambientes. Essas interações podem superestimar os parâmetros genéticos e fenotípicos, se não forem isolados, e influenciaram também

na eficiência da seleção, sendo que, quanto maior foi a sua estimativa, menor foi a eficiência da seleção. Nesse caso, o melhor critério para a seleção das progênes é o baseado no desempenho médio das mesmas nos vários ambientes. Quando foi excluído o efeito da interação de progênes por locais, as estimativas da herdabilidade e do ganho esperado com a seleção foram semelhantes, respectivamente, ao da herdabilidade realizada e do ganho observado com a seleção. As acentuadas interações de progênes por ambientes evidenciaram a necessidade das avaliações serem realizadas em locais e épocas representativos da região, para onde se pretende obter o cultivar melhorado. Evidenciaram também que o processo de seleção somente deve ser iniciado após a realização destas avaliações. Caso contrário, há possibilidade de selecionar genótipos para condições ambientais específicas, que não terão bom desempenho em outros ambientes.

8. SUMMARY

EVALUATION OF COMMON BEAN PROGENIES FROM THE CROSS

'ESAL 501' x 'A 354' IN DIFFERENT ENVIRONMENTS

Progenies used in this study came from cross between cultivars ESAL 501 x A 354. Evaluations were done with the F₇ generation in Lavras and Patos de Minas with sowing in July 1988, and F₈ generation in the same sites and sowing in February 1989. The experimental design was a triple lattice 12x12. The objectives were to evaluate the progenies under different environmental conditions, to estimate genetic and phenotypic parameters to improve the selective process and to quantify the influence of progenies by environments interaction on the efficiency of selection. The evaluations showed that progenies presented wide variability for grain yield, emphasizing the good combining ability of parents. The performance of progenies was the same among environments due to the great progenies by environments interactions. These interactions can overestimate genetic and phenotypic parameters, if they are not isolated, and also influence the efficiency of selection. In this study as the greater was its estima-

te the lower was the efficiency of selection. In this case, the best criterion for selection is based on the average performance of progenies over the several environments. When we excluded the effect of progenies by locals interaction the estimates of heritability and genetic progress with selection were similar to the realized heritability and to the observed selection gain. The high value for the progenies by environments interaction show the need to evaluate the progenies in many locals and times representative of the region where the cultivar is to be used. It also showed that the selection process should be started only after these evaluations have been done. On the contrary, there is possibility to select genotypes for specific environmental conditions which will not have good performance in different environments.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLING, J.O. & MILLER, P.A. Classification of environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton. **Crop Science**, Madison, 9(2):135-40, Mar./Apr. 1969.
- ABREU, A. de F.B. Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento 'Carioca 80' x 'Rio Tabagi' em diferentes densidades de plantio. Lavras, ESAL, 1989. 63p. (Tese MS).
- ALBERINI, J.L.; KRANZ, W.M.; OLIARI, L. & BIANCHINI, A. 'IAPAR 5 - Rio Piquiri' e 'IAPAR 7 - Rio Vermelho', novas variedades de feijoeiro para o estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 18(4):393-7, abr. 1983.
- _____; MOHAN, S.K.; MENEZES, J.R. de; SILVA, W.R. da; OLIARI, L. & MEYER, R.C. IAPAR 8 - Rio Negro, nova cultivar de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 22(9/10): 995-8, set./out. 1987.
- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgar Blücher, 1971. 381p.

- ALLARD, R.W. & BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, 4(5):503-7, Sep./Oct. 1964.
- _____ & HANSHE, P.E. Some parameters of populations variability and their implications in plant breeding. **Advances in Agronomy**, New York, 16:281-325, 1964.
- ALMEIDA, L.D'A.; LEITÃO FILHO, H.F. & MIYASAKA, S. 'Carioca' a new dry bean 'cultivar' for the São Paulo State. In: REUNION LATINOAMERICANA DE FITOTECNI, 8, Bogotá, 1970. **Resumenes...** Bogotá, 1970. p.167.
- BRAUER, O.H. **Fitogenética aplicada**. México, Limusa, 1973. v.1, 518p.
- BRIM, C.A. A modified pedigree method of selection in soybeans. **Crop Science**, Madison, 6(2):220, Mar./Apr. 1966.
- CASALI, V.W.D. & TIGCHELAAR, E.C. Computer simulation studies comparing pedigree, bulk and single seed descent selection in self pollinated populations. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount, 100(4):364-7, Apr. 1975.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1966. 617p.
- CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F. de & FREDERIZZI, L.C. Efeitos de populações e métodos de seleção aplicados em gerações segregantes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 18(5):533-41, maio 1983.

- DUARTE, J.B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.), Goiânia, UFG, 1988. 155p. (Tese MS).
- EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, 6(1):36-40, Jan./Feb. 1966.
- EMPIG, L.T. & FEHR, W.R. Evaluation of method for generation advance in bulk hybrid soybean populations. *Crop Science*, Madison, 11(1):51-5, Jan./Feb. 1971.
- FEHR, W.R. Principles of cultivar development; theory and technique. New York, Macmillan Pub. Co., 1987. v.1, 736p.
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, 13:742-54, 1963.
- FOX, P.N. & ROSIELLE, A.A. Reducing the influence of environmental main-effects on pattern analysis of plant breeding environments. *Euphytica*, Wageningen, 31(3):645-56, Dec. 1982.
- FREY, K.J. Breeding concepts and techniques for self-pollinated crops. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, Alexandria, 5(1):184-206, Jan. 1976.
- GEPTS, P. & BLISS, F.A. F₁ hybrid weakness in the common bean: differential geographic origin suggest two gene pools in cultivated bean germoplasm. *Journal Heredity*, Washington, 76(6): 447-50, Nov./Dec. 1985.

- GUITARD, A.A. The use of diallel correlations for determining the relative locational performance of varieties of barley. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 40:645-51. 1960.
- HABGOOD, R.M. Estimation of genetic diversity of self-fertilizing cereal cultivars based on genotype environment interactions. *Euphytica*, Wageningen, 26(2):485-9, June 1977.
- HAMBLIN, J. & EVANS, A.M. The estimation of cross yield using early generation and parental yields in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen, 25(2):515-20, June 1976.
- _____ & ZIMMERMANN, M.J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Reviews*, Connecticut, 4:245-72, 1986.
- HANSON, W.D. Genotypic stability. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, 40(5):226-31, 1970.
- JOHNSON, G.R. Analysis of genotypic similarity in terms of mean yield and stability of environmental response in a set of maize hybrids. *Crop Science*, Madison, 17(6):837-42, Nov./Dec. 1977.
- MATHER, K. & JINKS, J.L. Efeitos aditivos e dominantes. In:____. *Introdução a genética biométrica*. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1984. Cap.3, p.31-68.
- MENEZES, J.E.; CASTRO, M.E.B. de; SILVA, J.B.T. da; BATISTA, W.M. & LIRA, C.L. *Feijão; resumos informativos*. Brasília, EMERAPADID, 1982, v.1, 371p.

- MIRANDA, P.; MAFRA, C.R.; CORREIA, E. de B. & QUEIROZ, M.A. de. 'IPA - 74-19' uma nova variedade de feijão "mulatinho" (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, Recife, 3(1):105-11, jun. 1979.
- MOLL, R.H. & STUBER, C.W. Quantitative genetics-empirical results relevant to plant breeding. *Advances in Agronomy*, New York, 26:277-313, 1974.
- MONTEIRO, A.A.T.; VIEIRA, C.D. & SILVA, C.C. da. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na zona da Mata de Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. *Anais...* Brasília, EMBRAPA, 1982. p.17-20.
- MUNGOMERY, V.E.; SHORTER, R. & BYTH, D.E. Genotype x environment interactions and environmental adaptation. 1. Pattern analysis-application to soya bean populations. *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, 25(1):59-72, Jan. 1974.
- NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Combining ability analysis and relationship among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. *Crop Science*, Madison, 26(1):21-7, Jan./Feb. 1986.
- _____ & _____. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American origin. I. General combining ability. *Plant Breeding*, Berlin, 101(2):143-54, 1988a.

- NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American origin. II. Genetic variance, heritability and expected response from selection. *Plant Breeding*, Berlin, 101(2):155-63, 1988b.
- PACOVA, B.E.V.; CANDAL NETO, J.F.; GUIDONI, A.L.; SANTOS, A.F.; VARGAS, A.A.T. & DESSAUNE FILHO, N. Adaptação e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão preto no estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22(5): 485-90, maio 1987.
- PARK, S.J. Cultivar by environment interactions, yield stability and grouping of test locations for field bean cultivar trials in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 67(3):653-9, July 1987.
- PESSANHA, G.G.; VIEIRA, C.; SILVA, C.C. da; CARDOSO, A.A.; SILVA, J.C. & SEDIYAMA, C.S. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e misturas de variedades de feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 16(5):683-91, set./out. 1981.
- POMPEU, A.S. Aroana e Moruna-cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 37(1):LXXIII-LXXVI, ago. 1978.

- POMPEU, A.S. Catu, Aeté-3, Aroana 80, Moruna 80, Carioca 80 e Aysó: novos cultivares de feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, 41(5):213-8, maio 1982.
- QUINONES, F.A. Relationship between parents and selections in crosses of dry beans, *Phaseolus vulgaris* L. **Crop Science**, Madison, 9(5):673-5, Sep./Oct. 1969.
- RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A. de B. & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, 3(1):63-70, jan./jun. 1979.
- _____; PINTO, C.A.B.P. & SANTA CECÍLIA, F.C. Avaliação de amostras de cultivares de feijão Roxo e seleção de progênies. **Ciência e Prática**. Lavras, 6(1):35-44, jan./jun. 1982.
- _____ & SANTOS, J.B. dos. Melhoramento do feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 8(90):16-9, jun. 1982.
- _____ & _____. Novas linhagens do feijoeiro obtidas no programa de melhoramento da ESAL. **Ciência e Prática**, Lavras, 10(3):343-50, set./dez. 1986.
- _____; _____ & PEREIRA FILHO, I. Choice of parents for dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding. I. Interaction of mean components by generation and by location. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 11(2):391-400, jun. 1988.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & ZIMMERMANN, M.J. de O. Inte
ração dos genótipos por ambientes. In:____, ed. Genética
quantitativa aplicada ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia,
EMBRAPA-CNPAF/ESAL/UFGO, 1990. (No prelo).

____ & VENCOSKY, R. Estimação dos componentes de variância
genética em plantas autógamas. Ciência e Prática, Lavras, 2
(2):117-40, jul./dez. 1978.

RESENDE, M.A.V. de. Seleção de progênes de feijoeiro resisten-
tes a *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc et Magn) Scrib na popula
ção ESAL 501 x TO. Lavras, ESAL, 1989. 70p. (Tese MS).

ROSIELLE, A.A. & HAMBLIM, J. Theoretical aspects of selection
for yield in stress and non-stress environments. Crop Scien-
ce, Madison, 21(6):943-6, Nov./Dec. 1981.

SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & ABREU,
A. de F.B. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vul*
garis L.) na região sul do Estado de Minas Gerais, período das
"águas" de 1984/1985. Ciência e Prática, Lavras, 9(2):216-21,
jul./dez. 1985.

SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de fei-
jão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais.
Piracicaba, ESALQ, 1980. 110p. (Tese MS).

SANTOS, J.B. dos. Controle genético de caracteres agronômicos e potencialidades de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o melhoramento genético. Piracicaba, ESALQ, 1984. 223p. (Tese Doutorado).

_____ ; VELLO, N.A. & RAMALHO, M.A.P. Stability of grain yield and of its basic components in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 5(4):761-72, dez. 1982.

_____ & VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 21(9):957-63, set. 1986.

_____ ; _____ & RAMALHO, M.A.P. Controle genético da produção de grãos e de seus componentes primários em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(10):1203-11, out. 1985.

SINGH, S.P. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, New York, 43(1):39-57, 1989.

_____ & GUTIERREZ, J.A. Geographical distribution of the DL₁ and DL₂ genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size, and their significance to breeding. *Euphytica*, Wageningen, 33(2):337-45, June 1984.

- SOARES FILHO, H.P.; BUENO, L.C. de S. & SANTOS, J.B. dos. Comportamento de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e de suas misturas em relação à doses de superfosfato simples. **Ciência e Prática**, Lavras, 8(2):167-77, jul./dez. 1984.
- SOUZA JÚNIOR, C.L. de. Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal. Piracicaba, FEALQ, 1989. 134p.
- TAI, G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, 11(2):184-90, Mar./Apr. 1971.
- VELLO, N.A. & VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DE 1974. Piracicaba, ESALQ, 1974. p. 238-48. (Relatório, 8).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATTERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed., Campinas, Fundação Cargill. 1987. v.1, cap.5, p.137-214.
- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S. & MURTY, B.R. Limitations of conventional analysis a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, 53(2):89-91, 1978.
- VIAU, L.V.M. & CARVALHO, F.I.F. de. Métodos de seleção e efeitos de populações heterogêneas no melhoramento genético de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 23(11): 1279-90, nov. 1988.

- VIEIRA, C. **Doenças e pragas, do feijoeiro.** Viçosa, Imprensa Universitária, 1988. 231p.
- _____. **O feijoeiro comum; cultura, doenças e melhoramento.** Viçosa, Imprensa Universitária, 1967. 220p.
- _____. Manteigão Fosco-11, variedade de feijão para a Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres, Viçosa, 11(62):98-102, jan./jun. 1960.**
- _____. Novo cultivar de feijão: 'Ricobaio 1014'. **Revista Ceres, Viçosa, 24(132):212-25, mar./abr. 1977.**
- _____. Rico 23, nova variedade de feijão preto para a Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres, Viçosa, 11(61):22-6, maio/dez. 1959.**
- _____; SILVA, C.C. da; CHAGAS, J.M. 'Negrito 897' outro cultivar de feijão preto para a Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres, Viçosa, 28(158):373-82, jul./ago. 1981.**
- YATES, F. & COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 28(4):556-80, Oct. 1938.**

APÊNDICE

Tabela A1. Produção média (kg/ha) das progênes do cruzamento
'ESAl 501' x 'A 354'

Progênie	Lavras		Patos de Minas	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
1	2579.88	1580.12	1802.13	1030.12
2	2495.55	1239.20	1474.59	1277.76
3	3104.10	1700.05	1675.92	1287.06
4	2958.29	2348.91	1222.26	1402.72
5	2619.59	2110.52	1734.11	1477.50
6	2942.03	1283.84	1717.10	1484.85
7	2424.73	1896.08	1141.65	1412.70
8	3201.46	1546.92	1659.03	1311.15
9	2535.47	2114.11	1978.85	1197.75
10	2631.69	1543.37	1827.85	1440.45
11	2654.29	2308.66	1233.90	943.53
12	1979.19	1789.54	1581.40	1215.00
13	2850.24	1549.49	2031.89	977.91
14	2298.17	2581.78	1868.58	887.95
15	2830.11	1650.21	1367.04	1106.99
16	2771.94	1973.64	1910.43	1585.00
17	3529.27	1569.07	1761.35	1165.41
18	2016.44	2145.43	1846.93	1054.13
19	2877.86	2249.23	1515.54	1261.02
20	2399.10	1802.00	1531.10	1216.53
21	2410.91	2110.97	1411.87	995.41
22	2084.80	1835.52	1440.79	1319.31
23	3076.70	1725.80	1175.32	1174.17
24	3096.43	1482.96	1774.83	871.85
25	3002.55	2441.59	2083.03	1672.02
26	2373.86	1394.27	1505.74	1384.11
27	3787.65	1547.02	1855.73	1510.01
28	3319.53	2144.70	2096.26	1308.86
29	1988.00	1481.36	1277.21	1407.18
30	2520.55	2380.44	1273.52	1757.09
31	2162.55	1909.51	1237.04	867.56
32	1995.83	1909.38	1429.98	568.77
33	3544.82	1920.29	2238.07	1515.83
34	2688.02	1208.84	1595.47	1398.68
35	2151.17	2105.52	1813.16	1312.51
36	2151.31	1743.22	1318.94	1095.31
37	2776.18	1872.45	1347.89	1390.91
38	2524.02	2390.31	1945.43	1195.88
39	2616.75	1663.45	1903.67	968.26
40	3080.89	2367.68	1708.43	1451.75

../.

Progênie	Lavras		Patos de Minas	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
41	2666.53	1778.58	1291.51	1226.47
42	3088.03	2441.11	1585.99	1094.29
43	2386.51	1915.11	1771.34	1021.50
44	2806.75	1695.81	1511.34	892.97
45	3014.85	2176.05	1708.78	1719.06
46	3052.88	2433.20	1184.86	836.75
47	2074.22	2138.33	1575.48	1376.20
48	2240.93	1604.66	1838.95	1084.64
49	3034.28	1395.43	1499.63	1265.48
50	2900.38	1704.93	1191.78	1355.56
51	2493.13	1765.48	1902.28	1287.49
52	2507.78	1812.32	1953.62	1195.24
53	2802.88	1907.54	1581.43	1165.71
54	1779.96	1622.10	1503.54	843.25
55	2337.85	2126.21	1971.76	1510.60
56	2017.20	1940.74	1856.67	998.81
57	2756.71	2201.80	1691.28	1528.49
58	2258.97	1328.28	2070.35	1391.88
59	3022.18	2068.68	1723.56	1721.73
60	3272.89	1743.45	1354.10	811.34
61	2755.82	2745.18	1628.69	900.62
62	2942.22	2016.65	1801.23	1249.67
63	2913.68	1824.40	1511.34	1000.04
64	2483.94	1969.74	2171.95	1045.12
65	2201.29	1652.03	1605.17	884.30
66	3322.72	1895.35	1618.31	1046.48
67	2972.13	1518.16	1548.34	1168.01
68	3212.97	1896.14	1240.82	707.46
69	2516.72	2057.69	1556.20	1076.10
70	2862.34	2787.22	1855.05	1243.09
71	2982.27	2019.17	1716.51	1074.19
72	3031.74	1929.21	1966.33	1798.64
73	2524.02	2324.82	1746.92	1107.16
74	2678.01	1626.95	1230.18	1726.28
75	2063.39	2174.44	1390.75	1135.63
76	1979.03	1422.54	1850.98	1021.37
77	2278.00	1514.45	1189.29	886.76
78	2424.29	1322.61	2130.91	962.10
79	1744.95	1896.40	1121.88	1034.93
80	2321.76	2037.52	1320.62	1295.22
81	2867.38	1629.18	1965.26	1203.99
82	2825.28	1659.21	1516.80	1387.72
83	1838.17	1649.76	1963.12	1233.53
84	2188.80	2162.46	2287.85	1237.01

../....

.../.

Progênie	Lavras		Patos de Minas	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
41	2666.53	1778.58	1291.51	1226.47
42	3088.03	2441.11	1585.99	1094.29
43	2386.51	1915.11	1771.34	1021.50
44	2806.75	1695.81	1511.34	892.97
45	3014.85	2176.05	1708.78	1719.06
46	3052.88	2433.20	1184.86	836.75
47	2074.22	2138.33	1575.48	1376.20
48	2240.93	1604.66	1838.95	1084.64
49	3034.28	1395.43	1499.63	1265.48
50	2900.38	1704.93	1191.78	1355.56
51	2493.13	1765.48	1902.28	1287.49
52	2507.78	1812.32	1953.62	1195.24
53	2802.88	1907.54	1581.43	1165.71
54	1779.96	1622.10	1503.54	843.25
55	2337.85	2126.21	1971.76	1510.60
56	2017.20	1940.74	1856.67	998.81
57	2756.71	2201.80	1691.28	1528.49
58	2258.97	1328.28	2070.35	1391.88
59	3022.18	2068.68	1723.56	1721.73
60	3272.89	1743.45	1354.10	811.34
61	2755.82	2745.18	1628.69	900.62
62	2942.22	2016.65	1801.23	1249.67
63	2913.68	1824.40	1511.34	1000.04
64	2483.94	1969.74	2171.95	1045.12
65	2201.29	1652.03	1605.17	884.30
66	3322.72	1895.35	1618.31	1046.48
67	2972.13	1518.16	1548.34	1168.01
68	3212.97	1896.14	1240.82	707.46
69	2516.72	2057.69	1556.20	1076.10
70	2862.34	2787.22	1855.05	1243.09
71	2982.27	2019.17	1716.51	1074.19
72	3031.74	1929.21	1966.33	1798.64
73	2524.02	2324.82	1746.92	1107.16
74	2678.01	1626.95	1230.18	1726.28
75	2063.39	2174.44	1390.75	1135.63
76	1979.03	1422.54	1850.98	1021.37
77	2278.00	1514.45	1189.29	886.76
78	2424.29	1322.61	2130.91	962.10
79	1744.95	1896.40	1121.88	1034.93
80	2321.76	2037.52	1320.62	1295.22
81	2867.38	1629.18	1965.26	1203.99
82	2825.28	1659.21	1516.80	1387.72
83	1838.17	1649.76	1963.12	1233.53
84	2188.80	2162.46	2287.85	1237.01

.../...

.../...

Progênie	Lavras		Patos de Minas	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
85	2617.55	2086.84	1745.79	1094.54
86	3004.94	1802.02	1638.33	1126.28
87	2180.13	1802.39	2131.85	850.14
88	1893.85	2079.12	1539.12	839.30
89	3807.49	1629.34	1866.80	1478.69
90	3015.26	1269.34	1949.31	1135.80
91	2894.12	1541.31	1402.10	921.78
92	1970.83	2366.75	1602.98	711.15
93	2967.12	2010.44	1592.46	1007.44
94	2557.11	1292.80	2096.62	753.52
95	2626.72	2272.74	1884.52	1349.39
96	3020.72	2010.71	1995.70	989.80
97	2166.58	2182.31	1485.62	878.39
98	1331.76	1766.82	1228.01	1078.05
99	2433.03	1802.46	1337.73	925.64
100	3028.07	1576.53	1378.81	1029.32
101	2395.34	1910.93	1499.21	994.35
102	3011.80	1942.58	2018.05	1492.12
103	2610.30	1557.50	1888.98	1148.76
104	2615.47	1858.88	1523.60	1784.62
105	2871.23	2698.01	1883.00	965.54
106	1479.47	1787.95	1326.22	854.68
107	1871.32	2286.89	1533.04	1701.81
108	2482.50	1836.47	1179.69	1225.62
109	2545.07	1622.63	1392.50	1213.98
110	3032.38	2210.19	1425.91	1250.56
111	2847.39	2404.05	1753.00	1332.74
112	1548.37	1880.05	1846.09	1293.48
113	2857.65	2667.34	2136.15	950.80
114	2895.26	1549.84	1174.77	1018.65
115	2861.59	1778.63	1765.07	1293.73
116	2843.28	2067.42	1841.18	1311.37
117	3261.74	2138.05	1206.31	938.77
118	2434.72	1845.64	1641.02	690.33
119	3505.29	1929.94	1803.01	1547.18
120	2594.30	2065.19	1903.38	1877.80
121	2592.64	1806.64	1394.31	1074.53
122	2871.47	1983.58	1867.31	1327.85
123	3246.63	1780.49	1455.35	1735.84
124	2750.24	2081.37	943.59	1308.94
125	2223.62	1726.16	1496.23	1534.44
126	1751.27	2105.99	1231.99	1272.36
127	3121.68	1318.96	1607.15	1006.42
128	2615.65	1732.73	1269.29	1598.05

.../....

...../....

Progênie	Lavras		Patos de Minas	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
129	4078.57	1612.98	1453.34	1029.45
130	2730.27	1885.41	1509.88	983.05
131	2581.41	1698.47	1922.34	1057.87
132	2626.91	1841.30	1888.99	1131.55
133	3018.16	2084.82	1901.54	1182.49
134	3002.93	2047.43	1248.78	1198.17
135	2425.16	1522.61	1787.51	956.24
136	3062.01	1959.88	3300.11	1144.04
137	2963.84	1873.98	1797.61	581.90
138	3256.91	2200.20	1708.20	1332.44
139	3295.15	1443.84	1913.83	692.12
140	3199.15	1686.23	1762.41	964.95
141	3179.25	1647.02	1481.93	592.56
142	2153.22	1862.40	1636.65	1550.16
143	3016.41	1506.97	1582.05	1404.80
144	3015.54	1845.23	1184.63	1318.67
Média	2669.14	1881.42	1645.68	1185.34

Tabela A2. Produção média (kg/ha) das 15 melhores progênies (P) de cada ensaio

Lavras				Patos de Minas			
F ₇		F ₈		F ₇		F ₈	
P	kg/ha	P	kg/ha	P	kg/ha	P	kg/ha
129	4078.57	70	2787.22	136	3300.11	120	1877.80
89	3807.49	61	2745.18	84	2287.85	72	1798.64
27	3787.65	105	2698.01	33	2238.07	104	1784.62
33	3544.82	113	2667.34	64	2171.95	30	1757.09
17	3529.27	14	2581.78	113	2136.15	123	1735.84
119	3505.29	25	2441.59	87	2131.85	74	1726.28
66	3322.72	42	2441.11	78	2130.91	59	1721.73
28	3319.53	46	2433.20	94	2096.62	45	1719.06
139	3295.15	111	2404.05	28	2096.26	107	1701.81
60	3272.89	38	2390.31	25	2083.03	25	1672.02
117	3261.74	30	2380.44	58	2070.35	128	1598.05
138	3256.91	40	2367.68	13	2031.89	16	1585.00
123	3246.63	92	2366.75	102	2018.05	142	1550.16
68	3212.97	4	2348.91	96	1995.70	119	1547.18
8	3201.46	73	2324.82	9	1978.85	125	1534.44
\bar{x}	2669.14	\bar{x}	1881.42	\bar{x}	1645.68	\bar{x}	1185.34
\bar{x}_S	3442.87	\bar{x}_S	2491.89	\bar{x}_S	2184.51	\bar{x}_S	1687.31
\bar{M}_7	1682.03	\bar{M}_8	1167.30	\bar{V}_7	2753.20	\bar{V}_8	1989.28
\bar{V}_8	1799.85			\bar{V}_8	1165.93		

Onde:

\bar{x} : média das 144 progênies;

\bar{x}_S : média das 15 progênies mais produtivas;

\bar{M}_7 : média das 15 progênies F₇ em Patos de Minas;

\bar{V}_7 : média das 15 progênies F₇ em Lavras;

\bar{M}_8 : média das 15 progênies F₈ em Patos de Minas;

\bar{V}_8 : média das 15 progênies F₈ em Lavras.

Tabela A3. Produção média (kg/ha) das 15 melhores progênie (P) de Lavras (V), Patos de Minas (M), da geração F₇ (F₇), geração F₈ (F₈) e dos quatro experimentos (G)

V		M		F ₇		F ₈		G	
P	kg/ha	P	kg/ha	P	kg/ha	P	kg/ha	P	kg/ha
129	2845.78	136	2222.08	136	3181.06	30	2068.76	136	2366.51
70	2824.78	120	1890.59	33	2891.45	25	2056.80	33	2304.75
105	2784.62	72	1882.48	89	2837.14	70	2015.15	25	2299.80
42	2764.57	25	1877.53	27	2821.69	107	1994.35	28	2217.34
113	2762.50	33	1876.95	129	2765.96	120	1971.49	119	2196.36
61	2750.51	84	1762.43	28	2707.90	45	1947.55	89	2195.58
46	2743.04	102	1755.08	119	2654.15	40	1909.71	70	2186.93
33	2732.55	16	1747.72	17	2645.31	59	1895.21	72	2181.48
28	2732.12	55	1741.18	139	2604.49	4	1875.82	27	2175.10
138	2728.55	58	1731.12	25	2542.79	111	1868.39	45	2154.68
40	2724.28	59	1722.65	102	2514.92	57	1865.15	113	2152.99
25	2722.07	45	1713.92	96	2508.21	72	1863.92	40	2152.18
89	2718.41	28	1702.56	72	2499.03	105	1831.78	59	2134.04
119	2717.62	27	1682.87	113	2496.90	61	1822.90	138	2124.44
117	2699.89	119	1675.10	138	2482.56	104	1821.75	102	2116.14
\bar{x}	2275.31	\bar{x}	1415.51	\bar{x}	2157.41	\bar{x}	1533.41	\bar{x}	1845.41
\bar{x}_S	2750.09	\bar{x}_S	1798.95	\bar{x}_S	2676.90	\bar{x}_S	1920.58	\bar{x}_S	2197.22
\bar{M}	1490.11	\bar{V}	2472.33	\bar{F}_8	1619.20	\bar{F}_7	2242.09		

Onde:

\bar{x} : média das 144 progênie;

\bar{x}_S : média das 15 progênie mais produtivas;

\bar{M} : média das 15 progênie em Patos de Minas;

\bar{V} : média das 15 progênie em Lavras;

\bar{F}_7 : média das 15 progênie na geração F₇;

\bar{F}_8 : média das 15 progênie na geração F₈.