

ÉDER FERREIRA ARRIEL

AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIOS IRMÃOS DA POPULAÇÃO DE MILHO CMS-39 EM DUAS DENSIDADES DE SEMEADURA

cat

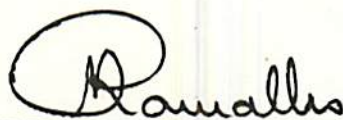
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

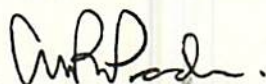
1991

AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIOS IRMÃOS DA POPULAÇÃO DE MILHO CMS-39
EM DUAS DENSIDADES DE SEMEADURA

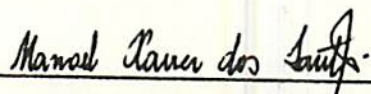
APROVADA EM 07-10-1991



Magno Antônio Patto Ramalho
Professor do DBI/ESAL



Cleso Antônio Patto Pacheco
Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA



Manoel Xavier dos Santos
Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA

A Deus;

Aos meus pais José e Edna;

Aos meus irmãos Helem, Edson e Elizabeth;

Aos meus cunhados Magno e Cleonice;

Aos meus sobrinhos Bruno, Marcelo e Dantele;

Aos meus tios e primos;

A Nair Helena

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter tão pouco a pedir e tanto a agradecer.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), pela colaboração na realização deste trabalho.

Ao Professor Magno Antônio Patto Ramalho, pela confiança, amizade, orientação objetiva e ensinamentos constantes dedicados durante o curso e realização do presente trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Cleso Antônio Patto Pacheco (CNPMS/EMBRAPA), pela amizade, motivação, ensinamentos práticos e zelo dispensado desde a idealização até concretização deste trabalho.

Ao Professor Dr. João Bosco dos Santos, pelos ensinamentos dentro e fora de sala, pela confiança em nós depositada e sobretudo pela amizade e coleguismo.

Ao Professor Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto pela disponibilidade, compreensão, amizade e ensinamentos transmitidos.

Aos pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA Dr. Manoel Xavier dos Santos, Dr. Alvaro Eleotério da Silva e Dr. Antônio Carlos de Oliveira pelas valiosas sugestões apresentadas que em muito contribuíram na realização deste trabalho.

Aos amigos e pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Antônio A. Soares, Neide Botrel e Angela de Fátima B. Abreu (EMBRAPA), pelas contribuições e estímulos concedidos.

A Nair Helena Campos de Castro, pelo carinho, compreensão, estímulo e incentivo compartilhados em todos os momentos do nosso convívio.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, em especial, a Maria Zélia, D. Zélia, Dulcinéia, Ana Isa e Eustáquio, pela amizade e colaboração.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas Cláudio Takeda, Fernando Leão, Oscar, Ronan, Walter, Nair Helena, Camilo, Joaquim Adelino, Andrea, Renil e Marcelo Tavares pelo convívio e amizade.

Aos amigos José Patto, Elson Gonzaga, Geraldo Righetto, Nelson Kazuo, João Torres, Jorge Hassuike, Carlos Yukio, Leandro e Guilherme Ramalho, pela colaboração na condução dos experimentos.

Aos amigos Eurides, Sérgio, Bebeto, Márcia, Anísio, Júlio, Tânia e Lúcia pelo companheirismo.

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

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1. Efeito da população de plantas	04
2.2. Prolificidade na cultura do milho	09
2.3. Seleção recorrente intrapopulacional em milho	16
2.4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotí- picos em populações de milho	20
2.5. Melhoramento da população de milho CMS-39	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Seleção utilizando famílias de meios irmãos na população de milho CMS-39 - ciclo III	26
3.1.1. Material	26
3.1.2. Densidades	26
3.1.3. Localidades	27
3.1.4. Delineamento experimental	30
3.1.5. Condução dos ensaios	30
3.1.6. Dados obtidos	31
3.1.7. Análise dos dados	31
3.1.8. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	43
3.1.9. Estimativas do progresso esperado com a seleção	46
3.2. Avaliação das populações derivadas dos dife- rentes ciclos seletivos	51
3.2.1. Material	51
3.2.2. Localidades	52
3.2.3. Delineamento experimental	53

	Página
3.2.4. Condução dos ensaios	53
3.2.5. Dados obtidos	53
3.2.6. Análise dos dados	53
4. RESULTADOS	55
4.1. Avaliação das famílias	55
4.2. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotí- picos e progressos esperados com a seleção ...	62
4.3. Avaliação das populações derivadas dos dife- rentes ciclos seletivos	69
5. DISCUSSÃO	76
5.1. Avaliação das famílias de meios irmãos - ciclo III	76
5.2. Avaliação das populações derivadas dos dife- rentes ciclos seletivos	89
6. CONCLUSÕES	95
7. RESUMO	97
8. SUMMARY	99
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE	117

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Precipitação pluviométrica acumulada, por decêndio, ocorridas no período agrícola de outubro a maio, 1988/89. Sete Lagoas e Lavras (MG).	28
2	Média das temperaturas máximas e mínimas, por decêndio, ocorridas no período agrícola de outubro a abril, 1988/89. Sete Lagoas e Lavras (MG).	29
3	Distribuição de frequências das médias ajustadas dos quatro ambientes para o caráter peso de em espigas, t/ha. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	63
4	Distribuição de frequências das médias ajustadas para o caráter peso de espigas, em t/ha. Ensaios conduzidos na população de 26 mil plantas/ha. Sete Lagoas e Lavras(MG), 1988/89.	64
5	Distribuição de frequências das médias ajustadas para o caráter peso de espigas, em t/ha. Ensaios conduzidos na população de 50 mil plantas/ha. Sete Lagoas e Lavras(MG), 1988/89.	65

Figuras

Página

6	Distribuição de frequências das médias ajustadas dos dois locais para o caráter CSEPT (%). Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89. ...	66
7	Ganho realizado médio por ciclo de seleção utilizando famílias de meios irmãos na população CMS-39.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Principais características químicas do solo onde foram conduzidos os ensaios de avaliação das famílias de meios irmãos. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	27
2	Esquema da análise de variância combinada, para cada local e em cada densidade com as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.	38
3	Esquema da análise de variância combinada, para os locais em cada densidade e as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.	39
4	Esquema da análise de variância combinada, para as duas densidades em cada local e as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.	40
5	Esquema da análise de variância combinada, para os dois locais e as duas densidades e, as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.	44
6	Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos.	45

Tabela

Página

7	Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de locais.	47
8	Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de densidades.	48
9	Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de densidades e locais.	49
10	Estimativas dos progressos e respostas correlacionadas esperadas com a seleção.	50
11	Resumo das análises de variância conjunta de locais, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras, 1988/89.	59
12	Resumo das análises de variância conjunta de densidades, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras, 1988/89.	60

13	Resumo das análises de variância conjunta, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras, 1988/89.	61
14	Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, para a característica peso de espigas (g/planta). Famílias de meios irmãos obtidas da população CMS-39 avaliados nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	71
15	Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, para a característica contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT). Famílias de meios irmãos obtidas da população CMS-39 avaliadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89. ...	72
16	Resumo da análise de variância da produção de grãos (kg/ha). Dados obtidos em Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho e Santo Antônio do Amparo (MG), 1990/91.	73
17	Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha). Dados obtidos em Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho e Santo Antônio do Amparo (MG), 1990/91.	73

Tabela

Página

18	Médias observadas dos diferentes ciclos de seleção, para a produção de grãos (kg/ha), 1990/91.	74
19	Famílias de meios irmãos do grupo 1 selecionadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha numa média dos locais. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	86
20	Estimativas do ganho esperado e realizado por ciclo de seleção (%), para a produção de grãos.	90
21	Produtividade média (kg/ha) das populações originadas no terceiro ciclo seletivo.	94
1a	Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para o peso de espigas (g/parcela). Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	118
2a	Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para a contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%). Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	119
3a	Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para o índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	120

4a	Resumo das análises de variância combinadas para os grupos de famílias 1 e 2 em cada local e densidade, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.	121
----	---	-----

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento através da seleção recorrente intrapopulacional é fundamental, pois, contribui para o melhor desempenho da população "per si" já que aumenta a frequência dos alelos favoráveis e em função desse fato aumenta a probabilidade de se extrair linhagens superiores para o programa de híbridos.

Para que esse processo seletivo seja efetivo é necessário que a seleção seja contínua, e como consequência, que o material obtido seja superior nas condições em que será utilizado pelos agricultores. Nesse contexto, a interação do material genético com o ambiente é um dos componentes que mais deve merecer atenção do melhorista.

Como ambiente, estão envolvidos vários fatores. O principal está relacionado com locais, onde normalmente há diferenças em termos de fertilidade do solo e distribuição de chuvas que podem afetar o desempenho do material genético e sobretudo, contribuir para que o comportamento dos materiais não seja coincidente nos diferentes locais.

Um outro fator ambiental de grande expressão na cultura do milho é a população de plantas. Trabalhos de pesquisa têm recomendado o uso de 50 mil plantas/ha (VIEGAS & PEETEN, 1987) entretanto, muitos agricultores, especialmente, os que cultivam

áreas pequenas e que são responsáveis por grande parte da produção de milho no Brasil, utilizam populações de plantas abaixo do que têm sido recomendado (FERREIRA, 1982).

Esse tipo de agricultores utiliza menores populações de plantas visando menor competição com o feijão, haja vista que a maior parte do milho produzido por esses agricultores é consorciado com esta leguminosa (VIEIRA *et alii*, 1975). O uso de plantas prolíficas poderia compensar a menor população de plantas mantendo o mesmo nível de produtividade da condição recomendada pela pesquisa (CRUZ *et alii*, 1987). Contudo, a maioria dos trabalhos envolvendo prolificidade em milho, visa o maior número de espigas por planta, sem se preocupar em quantificar a contribuição dessas espigas para a produção total.

Apesar da utilização de uma baixa população de plantas pelos pequenos agricultores, na maioria dos programas de melhoramento de milho, a avaliação de materiais genéticos é sempre realizada em densidades iguais ou superiores a 50000 plantas/ha. É de se esperar que nem sempre o material com melhor desempenho nessa condição o seja nas menores populações de plantas. Contudo, os trabalhos realizados envolvendo materiais genéticos e populações de plantas não apresentam consistência no que se refere a ocorrência ou não desta interação (LEITE, 1973; PEREIRA FILHO, 1977; POZAR, 1981; CASTRO, 1983). Há de se salientar, que esses ensaios envolveram poucos materiais, os quais foram selecionados de ensaios conduzidos na população recomendada.

A população de milho CMS-39 obtida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, vem sendo submetida a ciclos sucessivos de Seleção Recorrente Intrapopulacional utilizando Famílias de Meios Irmãos (AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987). Nesses trabalhos têm sido evidenciado o potencial produtivo dessa população e sobretudo os expressivos ganhos esperados com a seleção. Para comprovar esses resultados visando orientar a continuação da seleção com essa população, é importante estimar o ganho realizado com a seleção.

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar o terceiro ciclo de seleção na população CMS-39 utilizando famílias de meios irmãos, para verificar a existência de interação entre famílias x população de plantas e também verificar se o ganho realizado com a seleção nesse ciclo e nos anteriores é semelhante ao esperado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Efeito da População de Plantas

A produtividade de grãos da cultura de milho depende de uma série de fatores, dentre os quais a população de plantas assume papel de relevo. Essa população pode ser modificada alterando o espaçamento entre linhas e/ou o número de plantas na linha o que é comumente denominado de densidade de semeadura. Devido a esse fato a população de plantas ideal tem despertado a atenção de vários pesquisadores em diferentes países. No Brasil, por exemplo, inúmeros trabalhos foram realizados com essa finalidade (GALVÃO *et alii*, 1969; MUNDSTOCK, 1970; NOVAIS, 1970; GALVÃO & PATERNIANI, 1975). Nesses trabalhos foram avaliados espaçamento entre linhas variando de 0,30 a 2,0 m e densidades de 1,2 até 25 plantas por metro linear.

Estes estudos têm mostrado que o efeito da população depende de uma série de fatores, tanto ambientais como também genéticos. Em solos férteis tem sido observada correlação positiva entre produtividade e população de plantas (VIEGAS *et alii*, 1963). A mesma observação é válida para a disponibilidade de água. Nesse caso, nos locais com menor disponibilidade de água e/ou distribuição irregular de água, recomenda-se o uso de menor densidade de plantas (MUNDSTOCK, 1970; VIEGAS & PEETEN,

1987).

No caso do efeito genético, principalmente a partir da década de setenta, cresceu o interesse para a utilização de cultivares de porte mais baixo, e assim foi aventada a hipótese de que com essas cultivares poder-se-ia utilizar uma maior população de plantas. Em função desse fato foram conduzidos vários trabalhos, avaliando materiais genéticos diferindo na altura da planta, em diferentes espaçamentos e densidades de semeadura (LEITE, 1973; PEREIRA FILHO, 1977; POZAR, 1981).

Em um desses trabalhos a cultivar "Piranão" que possui o alelo br_2 (braquítico) foi comparada com duas cultivares de porte alto, "Centralmex" e "AG-257", com dois espaçamentos entre linhas e três densidades de semeadura. Observou-se que a "Piranão" é um material promissor para semeadura mais densa, porém, mostrou a necessidade de melhorar a sua arquitetura visando uma melhor utilização da energia luminosa (LEITE, 1973). As cultivares "Piranão" e "Centralmex", foram avaliadas no Sul do Estado de Minas Gerais nos espaçamentos de 50, 75 e 100 cm e com níveis de nitrogênio variando de 0 a 120 kg/ha. Para o caráter produtividade de grãos, as cultivares responderam linearmente à redução do espaçamento e aumentos nos níveis de nitrogênio (PEREIRA FILHO, 1977).

Com a finalidade de verificar o efeito do espaçamento sobre a ocorrência de plantas estéreis, POZAR (1981) avaliou materiais de altura e arquitetura diferentes nos espaçamentos de 60, 80, 100 e 120 cm, com uma densidade constante de cinco

plantas por metro linear. Empregou nas suas avaliações o índice de espigas, já que essa característica possibilita uma boa indicação do número de plantas estéreis. A cultivar "Piranão" comparada com os materiais de porte normal, apresentou índice de espigas menor em todos os espaçamentos utilizados. Resultados semelhantes foram obtidos por SHETTY *et alii* (1976). A explicação fornecida por estes foi que o alelo br_2 , presente nas plantas braquíticas, reduz o internódio das plantas, conferindo uma maior competição por luz entre folhas de uma mesma planta, acarretando com isto um número considerável de plantas estéreis.

A população de plantas também afeta outras características da planta (Crosbie, 1982, citado por TOLLENAAR, 1989; CASTRO, 1983; RUSSEL, 1986; NIELSEN, 1989; BERTRAND *et alii*, 1990; FRUNZE & GARBUR, 1990). Materiais genéticos de pequeno porte podem ser cultivados em maiores densidades em função do baixo índice de quebramento e acamamento do colmo (CASTRO, 1983). Também NIELSEN (1989), constatou que estes índices são muito influenciados pela densidade de semeadura. Assim é que trabalhando com diferentes materiais e, espaçamentos entre linhas variando de 38 a 76 cm, com populações de 44, 60, 75 e 88 mil plantas/ha, verificou que com o aumento da densidade o índice de quebramento e acamamento do colmo cresce consideravelmente.

Já FRUNZE & GARBUR (1990), observaram atraso no florescimento masculino de 3 a 5 dias, associado a um pendão com

menor desenvolvimento em maiores populações de plantas, sendo que o efeito no pendão foi principalmente na redução do número de ramificações.

A influência da população de plantas sobre o número de fileiras de grãos na espiga foi estudado por BERTRAND *et alii* (1990). Eles avaliaram materiais genéticos em oito locais sob diferentes densidades e, em apenas um dos locais foi verificada uma redução significativa no número de fileiras de grãos por espiga com o aumento da densidade de plantio.

Devido a população de plantas afetar a produtividade, a prolificidade e outras características, com resposta complicada pela interação do material genético x população de plantas, os melhoristas têm se preocupado com a população de plantas a ser utilizada nos seus programas de melhoramento (HALLAUER, 1974; SUDJANA, 1989; TOLLENAAR, 1989).

A população de plantas a ser utilizada, quando o objetivo é obtenção de plantas mais prolíficas, é um tema controverso. Pode-se pensar que na menor densidade, devido a uma competição menos intensa, as plantas possam expressar o caráter com maior intensidade. Contudo, esses materiais nas densidades normais podem não manter a expressão da característica o que é indesejável. Assim, alguns autores preferem avaliar a prolificidade em maiores densidades, pois os materiais que forem prolíficos nessa condição quase certamente o serão quando submetidos a populações menores. HALLAUER (1974), procurou verificar qual dessas duas alternativas era mais promissora,

porém os seus resultados não foram conclusivos e sugeriu que fossem realizadas avaliações mais criteriosas a esse respeito. Já SUDJANA (1989), efetuou seis ciclos de seleção massal para florescimento precoce na cv. "Bromo" utilizando densidades de 30, 60 e 90 mil plantas/ha tendo observado maior resposta à seleção nas densidades mais baixas.

Com o objetivo de quantificar o efeito da interação densidades de sementeira com os materiais genéticos desenvolvidos em décadas diferentes, TOLLENAAR (1989), avaliou nove híbridos de milho que foram cultivados em Ontário (Canadá), durante o período de 1959 a 1988 em dois locais e nas populações de 20, 40, 80 e 130 mil plantas por hectare. Foi verificado que a densidade ótima, variou em função do híbrido, constatando a existência da interação. Os híbridos mais recentes responderam em maior intensidade, com relação a produtividade de grãos, ao aumento da densidade de sementeira. Resultados semelhantes foram obtidos por CARLONE & RUSSEL (1987).

Nos últimos anos, entretanto, grande ênfase tem sido dada a avaliação de populações de plantas de milho em consórcio com o feijão, especialmente no Brasil (SILVA & VIEIRA, 1981; SILVA, 1982; AIDAR *et alii*, 1982; RAMALHO *et alii*, 1984; REIS, 1984; CARDOSO, 1985; FONTANA NETTO *et alii*, 1985; CANDAL NETO, 1985; COELHO, 1988; REZENDE *et alii*, no prelo). Praticamente todos esses trabalhos mostraram que a leguminosa sofre uma forte competição da gramínea, a qual por sua vez é pouco afetada pelo feijão. Em função desse fato, a eficiência do consórcio

como um todo é superior quando se usa menores populações de plantas de milho devido a maior produtividade do feijão. Nesse contexto, um dos trabalhos mais recentes foi o de REZENDE *et alii* (no prelo). Os ensaios foram conduzidos em Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais, onde em cada local foram utilizadas três cultivares de milho avaliadas em três populações (20, 40 e 60 mil plantas/ha) e a cultivar de feijão "Carioca". Constatou-se uma maior eficiência do sistema consorciado quando utilizou-se a menor população de milho, em função da maior produtividade do feijão. Nessa condição, o índice de espigas, superou em 34,3% ao obtido na maior densidade, mostrando ser, principalmente nos cultivos em consórcio, uma das características mais importantes.

2.2. Prolificidade na cultura do milho

A partir de seis a sete nós abaixo do ápice da planta formam-se gemas axilares, que originarão espigas numa seqüência basipetal. Portanto a planta de milho tem potencial de produzir mais de uma espiga, ao que denomina-se prolificidade. Essa prolificidade, é dependente de vários fatores ambientais e também genéticos (SASS & LOEFEL, 1959; EARLEY *et alii*, 1974; MOTTO & MOLL, 1983; ANGELOV 1987, 1989a, 1989b).

Com relação aos efeitos ambientais que influenciam o número de espigas da planta de milho, fatores tais como irradiação, temperatura, fotoperíodo, estresse de água e nutrição

mineral têm sido estudados por vários pesquisadores (MOSS & DOWNEY, 1971; COLIGADO & BROWN, 1975; BONAPARTE, 1975; ANDERSON *et alii*, 1984, 1985; MOLL *et alii*, 1987). As condições ambientais predominantes durante o período de "embonecamento" são fundamentais para o desenvolvimento da espiga. NISHIKAWA & KUDO (1973), concluíram que 60% de plantas eventualmente estéreis tinham desenvolvimento de espigas normal até a emergência da inflorescência feminina. De um modo geral o período crítico está compreendido entre uma semana antes do "embonecamento" até 4 a 5 dias após (EARLEY *et alii*, 1974).

Um considerável número de trabalhos tem mostrado que o desenvolvimento da segunda espiga é mais sensível ao estresse hídrico do que o da primeira espiga (EARLEY *et alii*, 1974; SORRELLS *et alii*, 1979). Se a planta ficar exposta ao estresse hídrico no início do desenvolvimento do saco embrionário e durante o "embonecamento", há uma inibição na formação da flor feminina e um atraso na emergência do "cabelo" da espiga, resultando em queda na produtividade.

A vantagem de materiais prolíficos pode ser devida a sua maior estabilidade às alterações no ambiente (MOTTO & MOLL, 1983; ANDERSON *et alii*, 1984, 1985; KLIMOV, 1987; GARDNER *et alii*, 1987; MOLL *et alii*, 1987). ANDERSON *et alii* (1984) e MOLL *et alii* (1987) constataram que, materiais prolíficos têm maior eficiência na utilização de N e produção de grãos que materiais não prolíficos, em ambientes de baixa fertilidade. Híbridos formados a partir de linhagens prolíficas apresentam maior

estabilidade, excedendo em 20% a produtividade de híbridos formados de linhagens não prolíficas (KLIMOV, 1987).

Um outro fator ambiental que exerce grande influência na prolificidade, como já mencionado, é a população de plantas (BROWN *et alii*, 1970; SING *et alii*, 1986; ANGELOV & LALOVA, 1987; CRUZ *et alii*, 1987; COORS & MARDONES, 1989a). Como já salientado, em geral estes estudos têm revelado que a diminuição da área da planta é diretamente proporcional ao número e tamanho de espigas por planta mesmo quando cultivadas em condições favoráveis. Isso se deve, provavelmente, a maior competição por luz que ocorre em sementeira mais densa. Esse fato foi constatado por EARLEY *et alii* (1966) quando verificaram que uma redução de 70% na intensidade luminosa durante o crescimento da planta, inibiu completamente o desenvolvimento da segunda espiga. Contudo, houve aumento na produção de grãos da espiga produzida. Diversos estudos, no entanto, relataram que materiais prolíficos são superiores em altas densidades, sugerindo que a vantagem da prolificidade não é devido à produção de múltiplas espigas, mas, à resistir a esterilidade em plantios densos (DUVICK, 1974; RUSSEL, 1968). RUSSEL (1968) verificou valores de 3% e 11% de esterilidade de plantas em híbridos de milho prolíficos e não prolíficos, respectivamente, quando submetidos a altas densidades de plantio. Embora a resposta favorável de genótipos prolíficos em plantios densos esteja amplamente documentada, os mecanismos fisiológicos pelos quais plantas de milho prolíficas são mais tolerantes à esterilidade nestas condições, não são

bem entendidos. PRIOR & RUSSEL (1975), observaram que materiais prolíficos têm relativamente baixa produção em altas populações. Somente em baixas densidades estes híbridos realmente superaram os híbridos não prolíficos. Estes dados indicam que prolificidade compensa o baixo número de plantas por unidade de área.

Estudos sobre o controle genético desse caráter têm sido feitos por muitos pesquisadores (LAIBLE & DIRCKS, 1968; EARLEY et alii, 1974; HALLAUER, 1974; DUVICK, 1974; SORRELLS et alii, 1978; MOTTO & MOLL, 1983; SHEVARDNADZE, 1986; GUO et alii, 1987). A maioria concorda que a ação gênica é predominantemente aditiva, mas os resultados têm sido conflitantes (LAIBLE & DIRCKS, 1968; SORRELLS et alii, 1978; GUO et alii, 1987; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988). Essas divergências são provavelmente devidas à variação genética entre os materiais avaliados, bem como diferenças nas condições ambientais em que foram efetuadas as avaliações das populações segregantes (MOTTO & MOLL, 1983). Enquanto alguns estudos têm relatado dominância parcial a completa para prolificidade, outros têm sugerido que o controle se deve, em alto grau, a alelos recessivos (HALLAUER, 1974; DUVICK, 1974; SHEVARDNADZE, 1986).

A prolificidade é um caráter que se enquadra no que se denomina de caráter "De Umbral" (BREWBAKER, 1969 e ALLARD, 1971), porque sua expressão fenotípica ocorre em classes distintas, porém, a sua base genética é condicionada por poligenes. Assim, a mudança de classe só ocorre após a acumulação

de um grande número de alelos favoráveis para a sua expressão fenotípica. É provavelmente em função desse fato que as estimativas da h^2 apresentadas na literatura variam de 0 a 100% (HALLAUER, 1974; Hallauer & Troyer, 1972, citado por SOARES FILHO, 1987).

É importante salientar também, como já mencionado, que o número de espigas por planta, resulta da combinação de efeitos genéticos e ambientais, dentro de um período muito curto. Caso essa referida combinação se mostre desfavorável à prolificidade, as plantas terão espigas únicas, mesmo que condições ótimas à produção de grãos ocorram após este intervalo crítico (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

Variedades de polinização livre cultivadas em épocas mais antigas apresentavam plantas que comumente produziam duas ou mais espigas. Forte pressão seletiva, entretanto, voltada para um maior desenvolvimento da espiga, resultou em marcante restrição à prolificidade (Hallauer & Troyer, 1972, citado por SOARES FILHO, 1987). Contudo, devido aos vários trabalhos que mostraram estimativas de correlação positiva e normalmente alta, do índice de espiga com a produtividade (ROBINSON *et alii*, 1951; SOUZA JUNIOR *et alii*, 1985; SOARES FILHO, 1987; SHEVARDNAZE & GOGINASHVILE, 1990) e também à fácil mensuração do número de espigas, vários melhoristas passaram a dar maior atenção a esse caráter (KLIMOV, 1987; SINGH *et alii*, 1986; COORS & MARDONES, 1989a).

ROBINSON *et alii* (1951), obtiveram correlações genéticas de algumas características agronômicas com a produtividade, a partir de uma população F_2 de milho semi-prolífico. A maior correlação encontrada foi entre número de espigas por planta e produtividade (0,82). Trabalhos mais recentes também têm encontrado altos valores de correlação genética entre a produtividade e o número de espigas. Assim, SOUZA JÚNIOR *et alii* (1985) encontraram um coeficiente de correlação genética de 0,94 para as mesmas características. Também SOARES FILHO (1987) e SHEVARDNAZE & GOGINASHVILE (1990) obtiveram estimativas do coeficiente de correlação genética entre estas características de 0,63 e 0,65, respectivamente.

A seleção para prolificidade na população "Hays Golden" aumentou a produção de grãos de forma mais rápida (ganho de 6,28% por ciclo) do que quando selecionou-se para a produção de grãos diretamente (2,68% por ciclo) (LONNQUIST, 1967). Dez gerações de seleção para prolificidade, resultaram em um nível de produtividade semelhante ao obtido por quinze gerações de seleção para produção de grãos (MARECK & GARDNER, 1979). Objetivando-se também mostrar a correlação existente entre produtividade e prolificidade foi efetuada a seleção para produtividade de grãos durante dez ciclos, conferindo um aumento do índice de espigas de 1,28, da população original, para 1,68 no décimo ciclo de seleção (MOLL & KAMPRATH, 1977). Resultados semelhantes foram também observados por COORS & MARDONES (1989b). Eles avaliaram ciclos seletivos de uma população de milho, produzida

após quinze gerações de seleção massal em ambos os sexos para prolificidade e, constataram um aumento de 2,7% por ciclo no número de espigas por planta, seguido de um aumento na produção de grãos correspondente a 2,4% por ciclo.

Embora a utilização de materiais prolíficos tenha sido promissora, algumas limitações de sua utilização são reportadas (LONNQUIST 1967; MOTTO & MOLL 1983; BROTSLAW *et alii* 1988). É relatado na literatura, que tem sido constatada fragilidade do colmo e maior índice de acamamento em híbridos prolíficos comerciais. Nas plantas prolíficas pode haver maior competição por fotoassimilados entre as espigas e o colmo, resultando numa maior translocação de carboidratos do colmo para os grãos. Isto pode predispor a planta à uma senescência da raiz, seguida de podridão da raiz e colmo. Dessa forma, ao se fazer seleção para prolificidade, sugere-se ao melhorista selecionar fortemente para tolerância ao acamamento e quebramento, concomitantemente.

A utilização de plantas prolíficas de milho no consórcio com o feijão tem sido sugerida (FRANCIS 1981; CRUZ *et alii* 1987). Neste sistema tem sido mostrado que a forte competição exercida pelo milho pode ser atenuada utilizando-se menores populações, porém, a utilização de baixa população da gramínea resulta numa redução na produtividade do milho. Sendo assim, a utilização de cultivares prolíficas de milho, poderia compensar a redução na população de plantas, pela produção de um maior número de espigas por planta, visando uma melhor eficiência no consórcio. CRUZ *et alii* (1987) utilizaram cultivares de milho

prolíficas em monocultura e em consórcio com o feijão combinados em três populações de milho 20, 40 e 60 mil plantas/ha, com o objetivo de verificar se as cultivares com maior prolificidade poderiam compensar a redução na produtividade de grãos, em função da diminuição da população de plantas. Eles constataram que o índice de espiga foi 30,8% superior na menor população de plantas, e isto contribuiu para que não houvesse uma maior redução na produtividade de grãos, melhorando desta forma, a eficiência do consórcio.

2.3. Seleção recorrente intrapopulacional em milho

A expressão "seleção recorrente" foi sugerida por HULL (1945), e tem o significado de proceder a reSeleção, geração após geração, com o intercruzamento dos materiais selecionados a fim de promover a recombinação alélica. De acordo com SOUZA JUNIOR (1989) a seleção recorrente, com exceção da seleção massal, envolve em cada ciclo quatro etapas 1) Obtenção das famílias; 2) avaliação das famílias em experimentos com repetição; 3) seleção com base na média das famílias; e 4) recombinação das famílias selecionadas. Na população resultante, o processo é repetido, obtendo-se o ciclo seguinte. Dessa forma todos os esquemas cíclicos de seleção que envolvem essas fases são denominados de seleção recorrente.

A seleção recorrente visa aumentar continuamente a frequência dos alelos favoráveis com os sucessivos ciclos de

seleção, promovendo o melhoramento genético das populações para serem utilizadas como variedades e também como fontes de linhagens endogâmicas para a produção de híbridos (SOUZA JÚNIOR, 1985).

Os métodos de seleção recorrente, onde a seleção visa o melhoramento "per si" das populações, são denominados de melhoramento intrapopulacional. Os métodos onde a seleção visa, principalmente, o melhoramento dos cruzamentos entre duas populações, são incluídos no grupo de melhoramento interpopulacional. Tanto os métodos intrapopulacional como interpopulacional, variam em função do tipo de família utilizada e do controle parental. No que se refere ao tipo de família, elas podem ser: não endogâmicas (famílias de meios irmãos e irmãos germanos), ou endogâmicas (S_1 , S_2 , etc.). O controle parental pode ser em ambos os sexos ou em apenas um deles. Na literatura existe descrição das várias alternativas que podem ser utilizadas (PATERNIANI & MIRANDA FILHO 1987; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988; HALLAUER *et alii*, 1988).

Aqui, ênfase será dada aos métodos que utilizam famílias de meios irmãos. Esse tipo de família foi empregado pela primeira vez com sucesso por Vilmorin em 1860, visando o melhoramento da beterraba açucareira (ALLARD, 1971). Alguns anos após, Hopkins 1899, citado por PACHECO (1987), empregou este mesmo método no melhoramento do milho com a denominação de espiga-por-fileira, para o melhoramento do teor de óleo e proteína da variedade "Burr White". É interessante salientar

que esse trabalho não sofreu interrupção e, após 76 ciclos de seleção tem mostrado, entre outras coisas, que dificilmente se conseguirá exaurir a variabilidade de um caráter com a seleção (DUDLEY, 1977).

O emprego do método espiga-por-fileira, no entanto, para a produção de grãos, não deu o mesmo sucesso. Atribuiu-se a ausência de variância genética aditiva como a principal causa do insucesso. Entretanto, trabalhos iniciados no final da década de quarenta, mostraram que nas populações de milho há predominância da variância genética aditiva (COMSTOCK & ROBINSON, 1948 e 1952), não se justificando então a explicação para o insucesso do método.

A partir desses trabalhos de genética quantitativa, foi estimulado o melhoramento de populações, mesmo que o objetivo fosse a obtenção de híbridos. Para melhorar a eficiência do método espiga-por-fileira foram sugeridas algumas modificações. A principal delas foi o emprego de técnicas experimentais na avaliação das famílias (LONNQUIST, 1964). Devido ao fato de se utilizar famílias de meios irmãos, PATERNIANI (1967), sugeriu que o método fosse denominado de "Seleção Entre e Dentro de Famílias de Meios Irmãos".

É importante salientar que, bem antes da publicação de LONNQUIST (1964) e dos trabalhos de genética quantitativa, já haviam sido relatados modificações no método espiga-por-fileira visando o melhoramento para a produção de grãos de populações de milho (PAIVA, 1925). O método foi denominado de "Método dos

Remanescentes" e a descrição se assemelha a proposta apresentada por PATERNIANI (1967).

O método proposto por PATERNIANI (1967) consiste basicamente em obter espigas de polinização livre (famílias de meios irmãos) da população a ser melhorada. Estas famílias são avaliadas em ensaios de produção onde são anotados os caracteres de interesse, em função dos quais são selecionadas as melhores famílias (seleção entre). As famílias selecionadas são recombinadas entre si na geração seguinte, utilizando as sementes remanescentes destas famílias. Para isso planta-se um lote isolado de despendoamento, onde as famílias selecionadas constituirão as fileiras femininas, e as masculinas uma mistura de sementes de todas as famílias selecionadas, na proporção de três fileiras femininas para uma masculina. Por ocasião da colheita, escolhe-se as melhores plantas dentro de cada fileira feminina (seleção dentro), constituindo as espigas destas plantas, as novas famílias de meios irmãos a serem avaliadas na geração seguinte.

As vantagens que este método proporciona, tais como, fácil execução, não exigindo sobretudo polinizações manuais, pouco tempo para avançar uma geração e eficiência em aumentar a frequência dos alelos favoráveis de uma população, explica a sua ampla utilização no Brasil (PATERNIANI 1967, CARMO, 1969; SILVA, 1969; SEGOVIA, 1976; PATERNIANI & VENCOSKY, 1977, 1978; AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987; SAMPAIO, 1989; PELLICANO, 1990).

2.4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em populações de milho.

As estimativas dos componentes de variância genética têm sido uma das grandes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento, pois, fornece subsídios na tomada de decisão durante o planejamento e condução dos programas de melhoramento. Auxilia também na escolha da população base e do método de seleção, bem como na avaliação para definir a viabilidade da continuação de um programa em andamento (CHALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

As bases teóricas para obtenção dos componentes de variância genética foram publicadas por FISHER (1918), que decom pôs a variância genética de uma população panmítica em três componentes: a variância genética aditiva, a variância genética dominante e a variância genética epistática, associados ao efeito médio dos genes, à interações intra-alélicas e à interações interalélicas, respectivamente. Para obtenção das estimativas desses componentes vários métodos têm sido utilizados, mas os que mais se destacaram pela contribuição que trouxeram, foram os delineamentos I, II e III de COMSTOCK & ROBINSON (1948 e 1952), que se utilizam de dois tipos de famílias para estimar a variância genética aditiva, a variância de dominância e o grau médio de dominância. Na literatura existem muitos trabalhos que relatam a estimativa desses componentes para a produção de grãos e outras características, indicando que a variância

genética aditiva é o componente mais importante (RAMALHO, 1977; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

Em um levantamento de estimativas de parâmetros genéticos obtidos de populações F_2 , variedades de polinização livre e sintéticas para produção de grãos, RAMALHO (1977) observou que existe variância genética aditiva mesmo em variedades que estão em cultivo há longo tempo, evidenciando a possibilidade do melhoramento intrapopulacional, desde que se utilize os métodos de melhoramento e técnicas experimentais apropriadas. Observou ainda que as estimativas do grau médio de dominância utilizando F_2 , em quase todos os casos foram maiores que 1.0, indicando a presença de sobredominância entre os alelos que controlam essa característica. O autor comenta que isso se deve em grande parte a genes ligados em fase de repulsão, conforme constatação apresentada por GARDNER & LONNQUIST (1959), quando observaram que o grau médio de dominância na geração F_2 que era de 1,98, passou para 0,72 na geração F_8 em função dos efeitos de ligação serem dissipados no decorrer das gerações.

Muitos trabalhos relatam as estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica em populações de milho (RAMALHO, 1977; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988). RAMALHO (1977), fez um levantamento das estimativas destes parâmetros, obtidos de ensaios realizados no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" em que utilizaram famílias de meios irmãos. As estimativas da variância genética aditiva variaram de $41(g/pl)^2$ até $758(g/pl)^2$. A média

das diversas populações estudadas foi de $320(\text{g/pl})^2$. Trabalhos mais recentes mostram também, de modo geral, valores da variância genética aditiva dentro destes limites (SOUZA JÚNIOR, 1983; AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987; CANTON, 1988; PELLICANO, 1990; FERNANDES, 1990).

Os parâmetros genéticos, baseados em experimentos conduzidos em um único ambiente são superestimados, devido ao componente de variação resultante da interação genótipos x ambientes, mesmo quando se utiliza de famílias de meios irmãos, haja vista, que este tipo de famílias liberam pouca variância genética aditiva (RAMALHO, 1977; AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987). Recomenda-se portanto, avaliar os materiais no maior número de ambientes possíveis para estimar a variância genética aditiva livre do componente advindo da interação genótipos x ambientes.

2.5. Melhoramento da população de milho CMS-39

A população CMS-39 foi sintetizada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo a partir do inter cruzamento de 55 materiais. Esses materiais envolveram híbridos simples, duplos e intervarietais e também algumas variedades de polinização livre. A escolha desses materiais foi baseada nos ensaios nacionais de cultivares de milho conduzidos por alguns anos. Após o inter cruzamento a população foi recombinada durante quatro gerações utilizando o método irlandês modificado (AGUIAR, 1986).

Essa população foi submetida ao primeiro ciclo de seleção recorrente utilizando famílias de meios irmãos no ano agrícola 1984/85. Para isso foram avaliadas 400 famílias em três localidades do Estado de Minas Gerais (Lavras, Ijaci e Sete Lagoas) (AGUIAR, 1986). No segundo ciclo de seleção foram avaliadas 400 famílias em Ijaci e Sete Lagoas (PACHECO, 1987).

Em ambos os ciclos foram obtidas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos. No primeiro ciclo, a herdabilidade no sentido restrito (h_m^2), ao nível de indivíduos, para o peso de espiga variou de 8,94% em Sete Lagoas a 20,57% em Ijaci (AGUIAR, 1986). No segundo ciclo a h_m^2 foi de 11,75% e 13,32% para Ijaci e Sete Lagoas, respectivamente (PACHECO, 1987). Esses resultados evidenciam que a população possui ampla variabilidade genética, a qual associada ao seu potencial produtivo indica ser um material promissor para se continuar obtendo ganhos com a seleção. É oportuno salientar que o ganho esperado pela seleção entre famílias considerando a média dos locais foi de 10,28% e 3,97%, para o primeiro e segundo ciclos, respectivamente.

De acordo com COMSTOCK & MOLL (1963) é esperado que famílias de meios irmãos, por liberarem pouca variância genética aditiva apresentem pequena interação com o ambiente. Contudo, os resultados obtidos para a população CMS-39 utilizando este tipo de família, mostraram que a interação famílias x locais assume valores elevados como obtido por AGUIAR (1986), que foi 75.1% do valor da variância genética entre famílias e até

de magnitude semelhante, como encontrado por PACHECO (1987), para essa mesma população.

Essa interação afeta diretamente a resposta à seleção. Nos dois ciclos de seleção realizados com base no desempenho médio das famílias nos diferentes ambientes, observou-se que a coincidência entre o desempenho destas famílias selecionadas nos diferentes ambientes foi baixa. No primeiro ciclo constatou-se que das quarenta famílias selecionadas com base na média, apenas uma seria selecionada nos três locais, se a seleção fosse realizada por ambiente. No segundo ciclo a concordância foi maior, mas ainda baixa (15%).

Uma das maneiras de visualizar o efeito da interação no processo seletivo, é confrontando-se o ganho esperado com a seleção feita na média dos locais com o ganho estimado baseado na seleção feita em cada local. PACHECO (1987) constatou nas estimativas obtidas no segundo ciclo de seleção, que o ganho esperado com a seleção na média dos dois locais, foi de 47,5 e 58,2% menor que os ganhos esperados com a seleção feita para Sete Lagoas e Ijaci, respectivamente. No entanto, o ganho esperado com a seleção na média dos locais, foi de 17,88% e 30,40% superior à resposta correlacionada em Ijaci quando a seleção fosse efetuada em Sete Lagoas e vice-versa, respectivamente.

Estas evidências reforçam a necessidade das estimativas dos parâmetros genéticos serem obtidas em mais de um ambiente, mesmo quando se utiliza famílias de meios irmãos. Por outro lado, se o objetivo do programa for a adaptação específica de

materiais genéticos, a seleção deverá ser feita para cada ambiente.

Em função da necessidade de avaliar as famílias em mais de um ambiente, o número de sementes torna-se o fator limitante. PACHECO (informação pessoal), efetuou a seleção dentro das famílias de meios irmãos, no segundo ciclo de seleção, numa população de 25 mil plantas/ha, selecionando apenas as plantas com pelo menos duas espigas uniformes, aumentando, de duas a três vezes o número de sementes. Dessa forma, além da seleção para a produtividade de grãos, a população de milho CMS-39 foi submetida também a uma seleção, no lote de recombinação, para prolificidade, em baixa densidade populacional.

3. MATERIAL E METODOS

O trabalho foi realizado em duas etapas sendo a primeira a obtenção do terceiro ciclo de seleção na população CMS-39 e a segunda a avaliação dos ciclos de seleção obtidos.

3.1. Seleção utilizando famílias de meios irmãos na população de milho CMS-39 - Ciclo III

3.1.1. Material

Foram utilizadas 200 famílias de meios irmãos da população CMS-39, oriundas da seleção realizada no lote de recombinação após o segundo ciclo de seleção realizado por PACHECO (1987). Os detalhes da formação do composto CMS-39 e ciclos seletivos anteriores foram apresentados por AGUIAR (1986) e PACHECO (1987).

3.1.2. Densidades

Essas famílias foram avaliadas em duas densidades de semeadura, 2,6 e 5,0 plantas por metro linear, com espaçamento entre linhas de 1,0 metro perfazendo as populações de 26 e 50 mil plantas/ha, respectivamente.

3.1.3. Localidades

Os ensaios de avaliação foram conduzidos durante o ano agrícola 1988/89 nos municípios de Lavras e Sete Lagoas em Minas Gerais, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), respectivamente.

Em Lavras os experimentos foram conduzidos em um Latossolo Roxo Distrófico, fase cerrado, numa altitude de 900 m, 21°14' de latitude S e 45°00' de longitude W. Em Sete Lagoas em um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado, com uma altitude de 732,0 m, 19°18' de latitude S e 44°15' de longitude W. A análise dos solos onde foram implantados os ensaios e as condições de precipitação e temperatura são apresentadas na tabela 1 e nas figuras 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1. Principais características químicas do solo onde foram conduzidos os ensaios de avaliação das famílias de meios irmãos. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

LOCAIS	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K	P	pH
	(meq/100cc)			(ppm)		
Sete Lagoas ^{1/}	0,13	3,52	0,55	77,00	15,00	5,47
Lavras ^{2/}	0,10	2,35	0,80	65,00	11,00	5,50

^{1/} Laboratório de Análise do Solo da EMBRAPA (CNPMS), Sete Lagoas, MG.

^{2/} Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Ciências do Solo da ESAL, Lavras, MG.

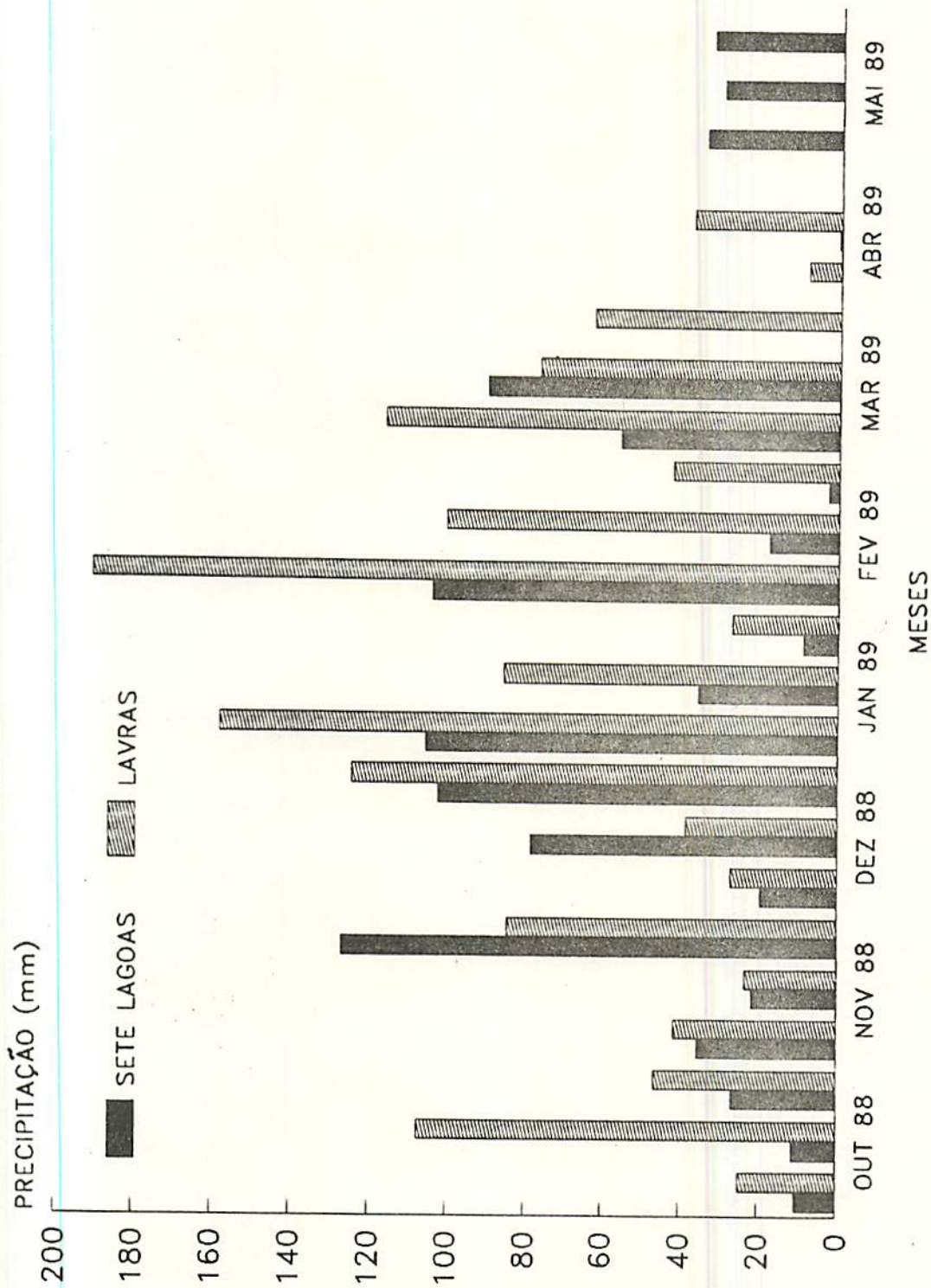


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada, por decêndio, ocorrida no período agrícola de outubro a maio, 1988/89 - Sete Lagoas e Lavras (MG)

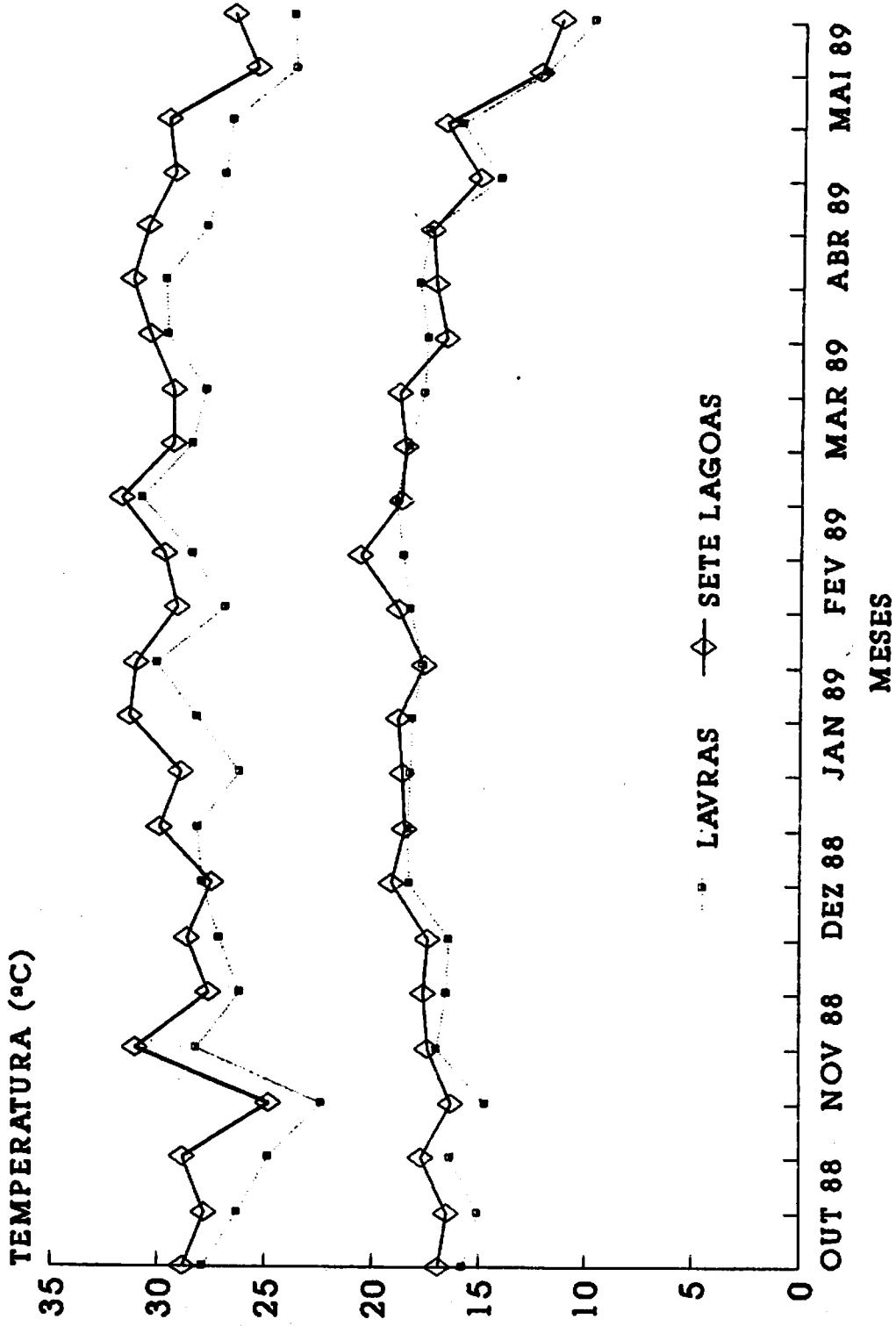


Figura 2. Média das temperaturas máximas e mínimas, por decêndio, ocorridas no período agrícola de outubro a maio, 1988/89 - Sete Lagoas e Lavras (MG)

3.1.4. Delineamento experimental

Utilizaram-se dois látices 10 x 10 com duas repetições, para cada local e densidade de semeadura. As parcelas foram constituídas de uma linha com 5,0 m de comprimento espaçadas de 1,0 m.

A cada dez parcelas, duas testemunhas intercalares foram utilizadas. As testemunhas foram as variedades de polinização livre BR 106 e BR 136. Essas variedades foram desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS-EMBRAPA), em Sete Lagoas, MG.

A variedade BR 106 foi obtida através do intercruzamento das variedades BR 126, *Maya* e *Centralmex*, de porte alto e tardias de grãos amarelos, adaptadas às condições brasileiras, com a variedade *Tuxpeño-1*, introduzida do CIMMYT, de porte baixo e precoce, de grãos brancos. Por seu turno, a BR 136 foi sintetizada a partir do intercruzamento de 18 linhagens tolerantes à alta saturação de alumínio.

3.1.5. Condução dos ensaios

Os ensaios de Lavras e Sete Lagoas foram instalados no mês de outubro e novembro de 1988, respectivamente. Na semeadura utilizou-se o dobro de sementes necessária para se obter a densidade desejada. O desbaste foi realizado cerca de 20 dias após a semeadura estabelecendo a população de plantas desejada.

em cada caso. A adubação foi efetuada no sulco de plantio com 500 kg/ha da formulação 4-14-8 de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Quarenta dias após a emergência realizou-se a adubação em cobertura com 40 kg/ha de nitrogênio na forma de sulfato de amônio. Os demais tratos culturais foram realizadas todas as vezes que se fizeram necessários.

3.1.6. Dados obtidos

Foram obtidos os seguintes dados:

1) *Estande final*: número de plantas existente por ocasião da colheita.

2) *Número de Espigas*: fez-se a contagem das primeiras espigas e segundas espigas separadamente e posteriormente o número total.

3) *Peso das espigas despalhadas (g)*: foram tomados o peso total das primeiras e das segundas espigas separadamente e em seguida o peso total da parcela.

4) *Umidade dos grãos*: no momento da pesagem foram retiradas amostras para determinação da percentagem de umidade dos grãos.

3.1.7. Análise dos dados

Os dados referentes ao peso das espigas despalhadas antes de analisados, foram corrigidos para 14,5% de umidade dos

grãos pela seguinte expressão:

$$P_{14,5\%} = \frac{PC(1-U)}{0,855}, \text{ onde:}$$

$P_{14,5\%}$ - Peso de campo corrigido para 14,5% de umidade.

PC - Peso de campo observado.

U - Umidade observada em cada parcela.

Estimou-se também o índice de espigas pela expressão:

$$IE = \frac{\text{Número de espigas}}{\text{Número de plantas}}$$

Foi estimado ainda a contribuição da segunda espiga para a produção total (CSEPT) pela expressão:

$$CSEPT = \frac{\text{Peso de 2}^{\text{as}} \text{ espigas}}{\text{Peso total de espigas}} \times 100$$

Foram analisados somente os dados referentes a peso das espigas despalhadas (total da parcela), índice de espigas (média da parcela) e CSEPT. Nesse último, devido a ocorrência de zero, para a análise, foi somado aos dados o valor 50.

Inicialmente foram realizadas as análises de variância (anava) para cada local e para cada densidade de semeadura envolvendo grupos de 100 famílias. Considerou-se o delineamento em látice conforme metodologia apresentada por COCHRAN & COX (1957). Procedeu-se em seguida as análises combinadas das 200 famílias. O esquema dessa análise de variância e as esperanças

dos quadrados médios apresentados na Tabela 2 foram estabelecidos a partir do seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkv} = \mu + p_{i(v)} + g_v + r_{j(v)} + b_{k(jv)} + \bar{e}_{(ijkv)},$$

sendo:

Y_{ijkv} - É a observação da família i , na repetição j , no bloco k , no grupo v ;

μ - É a média geral, fixa, portanto $\varepsilon(\mu) = \mu$ e $\varepsilon(\mu^2) = \mu^2$;

$p_{i(v)}$ - É o efeito da família i ($i=1, 2, \dots, r$) dentro do grupo v , aleatório, portanto $\varepsilon(p_i) = 0$ e $\varepsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;

g_v - É o efeito do grupo v ($v=1, 2$), fixo, portanto $\varepsilon(g_v) = g$ e $\varepsilon(g_v^2) = g^2$;

$r_{j(v)}$ - É o efeito da repetição j ($j=1, 2$) dentro do grupo v , aleatório, portanto $\varepsilon(r_j) = 0$ e $\varepsilon(r_j^2) = \sigma_r^2$;

$b_{k(jv)}$ - É o efeito do bloco k ($k=1, 2, \dots, k$) dentro da repetição j , no grupo v , aleatório, portanto $\varepsilon(b_k) = 0$ e $\varepsilon(b_k^2) = \sigma_b^2$;

$\bar{e}_{(ijkv)}$ - É o erro experimental associado à família i , na repetição j , no bloco k , no grupo v ,

$\bar{e}_{(ijkv)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é:

$$\varepsilon\left[\left[\bar{e}_{ijkv}\right]\right] = 0 \text{ e } \varepsilon\left[\bar{e}_{ijkv}^2\right] = \sigma_o^2$$

Onde:

σ_p^2 - Variância genética entre famílias de meios irmãos;

σ_g^2 - Variância entre grupos de famílias;

σ_r^2 - Variância entre repetições;

- σ_b^2 - Variância entre blocos;
 σ_e^2 - Variância do erro médio.

Posteriormente foram efetuadas as análises de variância conjunta dos dois locais em cada densidade por grupo de 100 famílias. Da mesma forma já mencionado anteriormente, foi efetuada a análise de variância combinada envolvendo todas as famílias. O modelo da anava e a respectiva esperança dos quadrados médios são apresentados na Tabela 3, os quais foram obtidos considerando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkvh} = \mu + l_h + \xi_v + r_{j(vh)} + b_{k(jvh)} + p_{i(v)} + (pl)_{ih(v)} + (gl)_{vh} + \bar{e}_{(ijkvh)}$$

Onde:

- Y_{ijkvh} - É a observação da família i , na repetição j , no bloco k , no grupo w , no local h ;
- μ - É a média geral fixa, portanto $\varepsilon(\mu) = \mu$ e $\varepsilon(\mu^2) = \mu^2$;
- l_h - É o efeito do local h ($h = 1, 2$), fixo, portanto $\varepsilon(l_h) = g$ e $\varepsilon(l_h^2) = g^2$;
- ξ_v - É o efeito do grupo v ($v = 1, 2$), fixo, portanto $\varepsilon(\xi_v) = g$ e $\varepsilon(\xi_v^2) = g^2$;
- $r_{j(vh)}$ - É o efeito da repetição j ($j = 1, 2$), dentro do grupo v , no local h , aleatório, portanto $\varepsilon(r_j) = 0$ e $\varepsilon(r_j^2) = \sigma_r^2$;

- $b_{k(jvh)}$ - É o efeito do bloco k ($k = 1, 2, \dots, K$) dentro da repetição j , no grupo v , no local h , aleatório, portanto $\varepsilon(b_k) = 0$ e $\varepsilon(b_k^2) = \sigma_b^2$;
- $p_{i(v)}$ - É o efeito da família i ($i=1, 2, \dots, I$) dentro do grupo v , aleatório, portanto $\varepsilon(p_i) = 0$ e $\varepsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;
- $(pl)_{ih(v)}$ - É o efeito da interação da família i com o local h dentro do grupo v , aleatório, portanto $\varepsilon\left[\left[pl\right]_{ih}\right] = 0$ e $\varepsilon\left[\left[pl\right]_{ih}^2\right] = \sigma_{pl}^2$;
- $(gl)_{vh}$ - É o efeito da interação do grupo v com o local h , aleatório, portanto $\varepsilon\left[\left[gl\right]_{vh}\right] = 0$ e $\varepsilon\left[\left[gl\right]_{vh}^2\right] = \sigma_{gl}^2$;
- $\bar{e}_{(ijkvh)}$ - É o efeito do erro experimental médio,
 $\bar{e}_{(ijkvh)} \sim N(0, \sigma^2)$,
 $\varepsilon\left[e_{(ijkvh)}\right] = 0$ e $\varepsilon\left[e_{(ijkvh)}^2\right] = \sigma^2$;

Onde:

σ_{pl}^2 : Variância da interação famílias x locais;

σ_{gl}^2 : Variância da interação grupo de famílias x locais.

Procedimento semelhante ao das análises conjuntas de locais foi adotado para a análise conjunta de densidades. É oportuno salientar que como o efeito de densidades é fixo e o de famílias aleatório, isto é, modelo misto, adotou-se, para o estabelecimento das esperanças matemáticas (Tabela 4), a restrição sugerida por STEEL & TORRIE (1980). O modelo matemático para essa análise foi o seguinte:

$$Y_{ijksv} = \mu + d_s + g_v + r_{j(sv)} + b_{k(jsv)} + p_{i(v)} + (pd)_{is(v)} + (gd)_{vs} + \bar{e}_{(ijksv)}$$

Onde:

- Y_{ijksv} - É a observação da família i , na repetição j , no bloco k , na densidade s , no grupo v ;
- μ - É a média geral fixa, portanto $\varepsilon(\mu) = \mu$ e $\varepsilon(\mu^2) = \mu^2$;
- d_s - É o efeito da densidade s ($s = 1, 2$) fixa, portanto $\varepsilon(d_s) = d$ e $\varepsilon(d_s^2) = d^2$;
- g_v - É o efeito do grupo v ($v=1, 2$), aleatório, portanto, $\varepsilon(g_v) = 0$ e $\varepsilon(g_v^2) = \sigma_g^2$;
- $r_{j(sv)}$ - É o efeito da repetição j ($j=1, 2$) dentro da densidade s , no experimento v , aleatório, portanto $\varepsilon(r_j) = 0$ e $\varepsilon(r_j^2) = \sigma_r^2$;
- $b_{k(jsv)}$ - É o efeito do bloco k dentro da repetição j , na densidade s , no experimento v , aleatório, portanto $\varepsilon(b_k) = 0$ e $\varepsilon(b_k^2) = \sigma_b^2$;
- $p_{i(v)}$ - É o efeito da família i ($i=1, 2, \dots, I$) dentro do experimento v , aleatório, portanto $\varepsilon(p_i) = 0$ e $\varepsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;
- $(pd)_{is(v)}$ - É o efeito da interação da família i com a densidade s , dentro do experimento v , aleatório, portanto $\varepsilon[(pd)_{is}] = 0$ e $\varepsilon[(pd)_{is}^2] = \sigma_{pd}^2$;

- $(gd)_{vs}$ - É o efeito da interação do experimento v com a densidade s , portanto $\varepsilon[(gd)_{vs}] = 0$ e $\varepsilon[(gd)_{vs}^2] = \sigma_{gd}^2$;
- $\bar{e}_{(ijksv)}$ - É o efeito do erro experimental médio, $\bar{e}_{(ijksv)} \sim N(0, \sigma^2)$, aleatório, portanto $\varepsilon[\bar{e}_{(ijksv)}] = 0$ e $\varepsilon[\bar{e}_{(ijksv)}^2] = \sigma^2$

Onde:

- σ_{pd}^2 : Variância da interação famílias x densidades;
- σ_{gd}^2 : Variância da interação grupos de famílias x densidades.

Finalmente, estabeleceu-se uma análise de variância conjunta envolvendo os dois locais e as duas densidades e, também a análise de variância combinada (Tabela 5), conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijksvh} = \mu + l_h + d_s + g_v + r_{j(sv)} + b_{k(isvh)} + p_{i(v)} + (pl)_{ih(v)} + (pd)_{is(v)} + (ld)_{sh} + (pld)_{ish(v)} + (lg)_{hv} + (dg)_{sv} + (ldg)_{hsv} + \bar{e}_{(ijksvh)}$$

Onde:

- Y_{ijksvh} - É a observação da família i , na repetição j , no bloco k , na densidade s , no grupo v , no local h ;
- μ - É a média geral fixa, portanto $\varepsilon(\mu) = \mu$ e $\varepsilon(\mu^2) = \mu^2$;
- l_h - É o efeito local h ($h = 1, 2$), aleatório, portanto $\varepsilon(l_h) = 0$ e $\varepsilon(l_h^2) = \sigma_l^2$;

TABELA 2. Esquema da análise de variância combinada para cada local e em cada densidade com as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Grupos (G)	1	-	-
Repetições (R)/G	2	-	-
Blocos (B)/R/G	36	-	-
Famílias/G	198	Q_1	$\sigma_{d_{sh}}^2 + n\sigma_{e_{sh}}^2 + nr\sigma_{p_{sh}}^2$
Erro Médio	162	Q_2	$\sigma_{d_{sh}}^2 + n\sigma_{e_{sh}}^2$
TOTAL	399		

Onde:

$\sigma_{p_{sh}}^2$: Variância genética entre famílias de meios irmãos na densidade s , no local h ;

$\sigma_{e_{sh}}^2$: Variância ambiental entre parcelas na densidade s e local h ;

$\sigma_{d_{sh}}^2$: Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas na densidade s e no local h ;

n : Número de plantas por parcela;

r : Número de repetições.

TABELA 3. Esquema da análise de variância combinada, para os dois locais em cada densidade e as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais (L)	1	-	-
Grupos (G)	1	-	-
Repetições (R)/G/L	4	-	-
Blocos (B)/R/G/L	72	-	-
L x G	1	-	-
Famílias (F)/G	198	Q_3	$\sigma_{d_s}^2 + n\sigma_{e_s}^2 + nr\sigma_{pl_s}^2 + nrlo_{p_s}^2$
F x L/G	198	Q_4	$\sigma_{d_s}^2 + n\sigma_{e_s}^2 + nr\sigma_{pl_s}^2$
Erro Médio	324	Q_5	$\sigma_{d_s}^2 + n\sigma_{e_s}^2$
Total	799		

Onde:

$\sigma_{p_s}^2$: Variância genética entre famílias de meios irmãos na densidade s ;

$\sigma_{pl_s}^2$: Variância da interação famílias x locais na densidade s ;

$\sigma_{e_s}^2$: Variância ambiental entre parcelas na densidade s ;

$\sigma_{d_s}^2$: Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas, na densidade s ;

l - Número de locais.

TABELA 4. Esquema da análise de variância combinada, para as duas densidades em cada local e as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.

F.V.	G.L.	Q.M.	EC(Q.M.)
Densidades (D)	1	-	-
Grupos (G)	1	-	-
Repetições (R)/D/L	4	-	-
Blocos (B)/R/D/G	72	-	-
G x D	1	-	-
Famílias (F)/G	198	Q_6	$\sigma_{d_h}^2 + n\sigma_{e_h}^2 + nr d \sigma_{p_h}^2$
F x D/G	198	Q_7	$\sigma_{d_h}^2 + n\sigma_{e_h}^2 + \frac{d}{d-1} nr \sigma_{pd_h}^2$
Erro Médio	324	Q_8	$\sigma_{d_h}^2 + n\sigma_{e_h}^2$
TOTAL	799		

Onde:

- $\sigma_{p_h}^2$: Variância genética entre famílias de meios irmãos no local h;
- $\sigma_{pd_h}^2$: Variância da interação famílias x densidades no local h;
- $\sigma_{e_h}^2$: Variância ambiental entre parcelas no local h;
- $\sigma_{d_h}^2$: Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas no local h;
- d : Número de densidades avaliadas.

- d_s - É o efeito da densidade $s(s = 1,2)$ fixa, portanto $\varepsilon(d_s) = d$ e $\varepsilon(d_s^2) = d^2$;
- g_v - É o efeito do grupo $v(v=1,2)$, fixo, portanto, $\varepsilon(g_v) = g$ e $\varepsilon(g_v^2) = g^2$;
- $r_{j(sv h)}$ - É o efeito da repetição $j(v=1,2)$, dentro da densidade s , no grupo v , no local h , aleatório, portanto $\varepsilon(r_j) = 0$ e $\varepsilon(r_j^2) = \sigma_r^2$;
- $b_k(jsv h)$ - É o efeito do bloco $k(k=1,2,\dots,K)$, dentro da repetição j , na densidade s , no grupo v , no local h , aleatório, portanto, $\varepsilon(b_k) = 0$ e $\varepsilon(b_k^2) = \sigma_b^2$;
- $p_{i(v)}$ - É o efeito da família $i(i=1,2,\dots,I)$ dentro do grupo v , aleatório portanto $\varepsilon(p_i) = 0$ e $\varepsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;
- $(pl)_{ih(v)}$ - É o efeito da interação da família i com o local h dentro do grupo v , portanto $\varepsilon[(pl)_{ih}] = 0$ e $\varepsilon[(pl)_{ih}^2] = \sigma_{pl}^2$;
- $(pd)_{is(v)}$ - É o efeito da interação da família i com a densidade s , dentro do grupo v , portanto $\varepsilon[(pd)_{is}] = 0$ e $\varepsilon[(pd)_{is}^2] = \sigma_{pd}^2$;
- $(ld)_{hs}$ - É o efeito da interação do local h com a densidade s , portanto $\varepsilon[(ld)_{hs}] = 0$ e $\varepsilon[(ld)_{hs}^2] = \sigma_{ld}^2$;

- $(pld)_{ish(v)}$ - Efeito da interação da família i com o local h e a densidade s dentro do grupo v , portanto $\varepsilon[(pld)_{ish(v)}] = 0$ e $\varepsilon[(pld)_{ish(v)}^2] = \sigma_{pld}^2$;
- $(lg)_{hv}$ - É o efeito da interação do local h com grupo v , portanto $\varepsilon[(lg)_{hv}] = 0$ e $\varepsilon[(lg)_{hv}^2] = \sigma_{lg}^2$;
- $(dg)_{sv}$ - É o efeito da interação da densidade s com grupo v , portanto $\varepsilon[(dg)_{sv}] = 0$ e $\varepsilon[(dg)_{sv}^2] = \sigma_{dg}^2$;
- $(ldg)_{hsv}$ - É o efeito da interação do local h com a densidade s e o grupo v , portanto $\varepsilon[(ldg)_{hsv}] = 0$ e $\varepsilon[(ldg)_{hsv}^2] = \sigma_{ldg}^2$;
- $\bar{e}_{(ijkshv)}$ - É o efeito do erro experimental médio, $\bar{e}_{(ijkshv)} \cap N(0, \sigma^2)$, $\varepsilon[\bar{e}_{(ijkshv)}] = 0$ e $\varepsilon[\bar{e}_{(ijkshv)}^2] = \sigma^2$.

Onde:

- σ_{pld}^2 : Variância da interação famílias x locais x densidades;
- σ_{ldg}^2 : Variância da interação locais x densidades x grupos de famílias.

Os componentes da variância foram obtidos ao nível de plantas individuais. Para isso os quadrados médios das análises de variância efetuadas com dados a nível de totais de parcelas, foram divididos pelo número de plantas desta unidade (n), enquanto que para as análises em que se utilizou médias de parcelas os respectivos quadrados médios foram multiplicados por

n (VENCovsky, 1987).

3.1.8. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

Utilizaram-se para as estimativas dos componentes de variância as esperanças dos quadrados médios para blocos casualizados, baseado nos QM de tratamentos ajustados e o erro efetivo do látice, semelhante a metodologia proposta por VIANNA & SILVA (1978) e adotada por PACHECO (1987).

O modo de se obter as estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos para as análises por densidade e local, utilizando os quadrados médios da Tabela 2, encontra-se na Tabela 6. O erro das referidas estimativas foram obtidos adotando-se o procedimento apresentado por VELLO & VENCovsky (1974).

TABELA 5. Esquema da análise de variância combinada, para os dois locais e as duas densidades e, as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de indivíduo.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais (L)	1	-	-
Densidades (D)	1	-	-
Grupos (G)	1	-	-
Repetições (R)/D/L	4	-	-
Blocos (B)/R/G/D/L	144	-	-
L x G	1	-	-
D x G	1	-	-
L x D	1	-	-
L x D x G	1	-	-
Famílias (F)/G	198	Q_9	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr d\sigma_{pl}^2 + nr d l\sigma_p^2$
F x L/G	198	Q_{10}	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + ndr\sigma_{pl}^2$
F x D/G	198	Q_{11}	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + \frac{d}{d-1}nr\sigma_{pld}^2 + \frac{d}{d-1}nr l\sigma_{pd}^2$
F x L x D/G	198	Q_{12}	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + \frac{d}{d-1}nr\sigma_{pld}^2$
Erro Médio	648	Q_{13}	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2$
Total	1599		

Onde:

σ_p^2 : Variância genética entre famílias de meios irmãos;

σ_{pl}^2 : Variância da interação famílias x locais;

σ_{pd}^2 : Variância da interação famílias x densidades;

σ_{pld}^2 : Variância da interação famílias x locais x densidades.

TABELA 6. Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos.

Estimativas	Expressões para as estimativas
$\left[\hat{\sigma}_{P_{sh}}^2 \right]$ Variância genética entre famílias de meios irmãos, na densidade s , no local h .	$(Q_1 - Q_2)/nr$
$\left[\hat{S} \left[\hat{\sigma}_{P_{sh}}^2 \right] \right]$ Erro associado à estimativa de $\sigma_{P_{sh}}^2$	$\left[\frac{2}{n^2 r^2} \left(\frac{Q_1^2}{n_1+2} + \frac{Q_2^2}{n_2+2} \right) \right]^{1/2}$
$\left[\hat{\sigma}_{A_{sh}}^2 \right]$ Variância genética aditiva, na densidade s , no local h .	$4 \left[(Q_1 - Q_2) / nr \right]$
$\left[\hat{S} \left[\hat{\sigma}_{A_{sh}}^2 \right] \right]$ Erro associado a estimativa de $\sigma_{A_{sh}}^2$	$4 \left[\frac{2}{n^2 r^2} \left(\frac{Q_1^2}{n_1+2} + \frac{Q_2^2}{n_2+2} \right) \right]^{1/2}$
$\left[\hat{Q}_{F_{sh}}^2 \right]$ Variância fenotípica entre médias de famílias de M.I, na densidade s , no local h	Q_1/nr
$\left[\hat{Q}_{e_{sh}}^2 \right]$ Variância ambiental entre parcelas, na densidade s , no local h .	$Q_2/(c+n)$
$\left[\hat{\sigma}_{d_{sh}}^2 \right]$ Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas, na densidade s , no local h .	$c\sigma_{e_{sh}}^2$
$\left[\hat{h}_{m_{sh}}^2 \right]$ Herdabilidade no sentido restrito para a seleção massal, na densidade s , no local h .	$\sigma_{A_{sh}}^2 / \left[\sigma_{P_{sh}}^2 + \sigma_{e_{sh}}^2 + \sigma_{d_{sh}}^2 \right]$
$\left[\hat{h}_{P_{sh}}^2 \right]$ Herdabilidade no sentido restrito para famílias M.I, na densidade s , no local h .	$(Q_1 - Q_2)/Q_1$
$\left[\left[\hat{CVG} \right]_{sh} \right]$ Coeficiente de variação genética, na densidade s , no local h .	$\left[(Q_1 - Q_2) / nr \right]^{1/2} / m \cdot 100$
$\left[\left[\hat{CVE} \right]_{sh} \right]$ Coeficiente de variação ambiental, na densidade s , no local h .	$\left[Q_2 / n \right]^{1/2} / m \cdot 100$
(b_{sh}) Relação entre o $(CVG)_{sh}$ e o $(CVE)_{sh}$	$(CVG)_{sh} / (CVE)_{sh}$

Onde:

n_1 : Graus de liberdade para famílias;

n_2 : Graus de liberdade para resíduos combinados;

c : relação $\sigma_{d_{sh}}^2 / \sigma_{e_{sh}}^2$.

m : média geral

Para a obtenção das estimativas da variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), utilizou-se o valor da variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas ($\hat{\sigma}_d^2$), como: $\hat{\sigma}_d^2 = 5,92\sigma_e^2$ encontrado por PACHECO (1987), haja vista que não foram tomados dados de plantas individuais.

As expressões para as estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos para as análises conjuntas dos dois locais, das duas densidades e das análises conjuntas envolvendo os locais e as densidades estão apresentadas nas tabelas 7, 8 e 9, respectivamente. Para obtenção dessas estimativas utilizaram-se os quadrados médios das Tabelas 3, 4 e 5.

3.1.9. Estimativas do progresso esperado com a seleção

Os progressos esperados com a seleção entre médias de famílias de meios irmãos, para cada caráter, e a resposta correlacionada na contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) quando a seleção é efetuada no peso de espigas para cada uma das densidades, locais e na média dos ambientes foram calculados mediante o emprego das expressões apresentadas na tabela 10.

TABELA 7. Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de locais.

Estimativas	Expressões para as estimativas
$\left[\hat{\sigma}_{P_s}^2 \right]$ Variância genética entre famílias de M.I, na densidade s.	$\left[Q_3 - Q_4 \right] / nr1$
$\left[S \left(\hat{\sigma}_{P_s}^2 \right) \right]$ Erro associado à estimativa de $\sigma_{P_s}^2$	$\left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2} \left(\frac{Q_3^2}{n_3+2} + \frac{Q_4^2}{n_4+2} \right) \right]^{1/2}$
$\left[\hat{\sigma}_{A_s}^2 \right]$ Variância genética aditiva, na densidade s.	$4 \left[\left(Q_3 - Q_4 \right) / nr1 \right]$
$\left[S \left(\hat{\sigma}_{A_s}^2 \right) \right]$ Erro associado a estimativa de $\sigma_{A_s}^2$	$4 \left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2} \left(\frac{Q_3^2}{n_3+2} + \frac{Q_4^2}{n_4+2} \right) \right]^{1/2}$
$\left[\hat{\sigma}_{F_s}^2 \right]$ Variância fenotípica entre médias de famílias de M.I, na densidade s.	$Q_3 / nr1$
$\left[\hat{\sigma}_{(P)_s}^2 \right]$ Variância da interação famílias x locais, na densidade s.	$\left[Q_4 - Q_5 \right] / nr$
$\left[\hat{\sigma}_{e_s}^2 \right]$ Variância ambiental entre parcelas, na densidade s.	$Q_5 / (c + n)$
$\left[\hat{\sigma}_{d_s}^2 \right]$ Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas, na densidade s.	$c \sigma_{e_s}^2$
$\left[\hat{h}_m^2 \right]$ Herdabilidade no sentido restrito para a seleção massal, na densidade s.	$\sigma_{A_s}^2 / \left[\sigma_{P_s}^2 + \sigma_{e_s}^2 + \sigma_{d_s}^2 \right]$
$\left[\hat{h}_{P_s}^2 \right]$ Herdabilidade no sentido restrito para famílias de M.I, na densidade s.	$\left[Q_3 - Q_4 \right] / Q_3$
$\left[\hat{CVG}_s \right]$ Coeficiente de variação genética, na densidade s.	$\left[\left(Q_3 - Q_4 \right) / nr1 \right]^{1/2} / m. 100$
$\left[\hat{CVE}_s \right]$ Coeficiente de variação ambiental, na densidade s.	$\left[Q_5 / n \right]^{1/2} / m . 100$
(b _s) Relação entre o (CVG) _s e o (CVE) _s	$(CVG)_s / (CVE)_s$

Onde:

n_3 : Graus de liberdade para famílias;

n_4 : Graus de liberdade para a interação famílias x locais.

TABELA 8. Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de densidades.

Estimativas	Expressões para as estimativas
$\hat{\sigma}_{P_h}^2$ Variância genética entre famílias de meios irmãos, no local h.	$[Q_\sigma - Q_B] / nrd$
$S[\hat{\sigma}_{P_h}^2]$ Erro associado à estimativa de $\sigma_{P_h}^2$	$\left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2} \left(\frac{Q_\sigma^2}{n_\sigma + 2} + \frac{Q_B^2}{n_B + 2} \right) \right]^{1/2}$
$\hat{\sigma}_n^2$ Variância genética aditiva no local h.	$4 \left[[Q_\sigma - Q_B] / nrd \right]$
$S[\hat{\sigma}_{A_h}^2]$ Erro associado a estimativa de $\sigma_{A_h}^2$	$4 \left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2} \left(\frac{Q_\sigma^2}{n_\sigma + 2} + \frac{Q_B^2}{n_B + 2} \right) \right]^{1/2}$
$\hat{\sigma}_{F_h}^2$ Variância fenotípica entre médias de famílias de MI, no local h.	Q_σ / nrd
$\hat{\sigma}_{pd_h}^2$ Variância da interação famílias x densidades, no local h.	$[Q_7 - Q_B] / nr(d/d-1)$
$\hat{\sigma}_{e_h}^2$ Variância ambiental entre parcelas, no local h.	$Q_B / (c + n)$
$\hat{\sigma}_{d_h}^2$ Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas, no local h.	$\alpha \sigma_{e_h}^2$
$\hat{h}_{m_h}^2$ Herdabilidade no sentido restrito para a seleção massal, no local h.	$\sigma_{A_h}^2 / [\sigma_{P_h}^2 + \sigma_{e_h}^2 + \sigma_{d_h}^2]$
$\hat{h}_{p_h}^2$ Herdabilidade no sentido restrito para famílias de MI, no local h.	$[Q_\sigma - Q_B] / Q_\sigma$
\hat{CVG}_h Coeficiente de variação genética, no local h.	$\left[[Q_\sigma - Q_B] / nrd \right]^{1/2} / m.100$
\hat{CVE}_h Coeficiente de variação ambiental, no local h.	$[Q_B / n]^{1/2} / m . 100$
(b_h) Relação entre o $(CVG)_h$ e o $(CVE)_h$	$(CVG)_h / (CVE)_h$

Onde:

n_σ : Graus de liberdade para famílias;

n_B : Graus de liberdade para resíduos.

TABELA 9. Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta de densidades e locais.

Estimativas	Expressões para as estimativas
$\hat{\sigma}_p^2$ Variância genética entre famílias de meios irmãos.	$[Q_p - Q_{10}] / nrdl$
$S(\hat{\sigma}_p^2)$ Erro associado à estimativa de σ_p^2	$\left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2 d^2} \left(\frac{Q_p^2}{n_p + 2} + \frac{Q_{10}^2}{n_{10} + 2} \right) \right]^{1/2}$
$\hat{\sigma}_A^2$ Variância genética aditiva	$4 \left[(Q_p - Q_{10}) / nldr \right]$
$S(\hat{\sigma}_A^2)$ Erro associado a estimativa de σ_A^2	$4 \left[\frac{2}{n^2 r^2 l^2 d^2} \left(\frac{Q_p^2}{n_p + 2} + \frac{Q_{10}^2}{n_{10} + 2} \right) \right]^{1/2}$
$\hat{\sigma}_F^2$ Variância fenotípica entre médias de famílias de M.I.	$Q_p / nrdl$
$\hat{\sigma}_{pl}^2$ Variância da interação famílias x locais.	$[Q_{10} - Q_{13}] / nrd$
$\hat{\sigma}_{pd}^2$ Variância da interação famílias x densidades.	$[Q_{11} - Q_{12}] / nrl (d/d-1)$
$\hat{\sigma}_{pdl}^2$ Variância da interação famílias x densidades x locais.	$[Q_{12} - Q_{13}] / nr (d/d-1)$
$\hat{\sigma}_e^2$ Variância ambiental entre parcelas	$Q_{13} / (c + n)$
$\hat{\sigma}_d^2$ Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas.	$c\sigma_e^2$
\hat{h}_m^2 Herdabilidade no sentido restrito para a seleção massal.	$\sigma_A^2 / (\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2)$
\hat{h}_p^2 Herdabilidade no sentido restrito para famílias de meios irmãos.	$[Q_p - Q_{10}] / Q_p$
\hat{CVG} Coeficiente de variação genética	$\left[(Q_p - Q_{10}) / nrdl \right]^{1/2} / m \cdot 100$
\hat{CVE} Coeficiente de variação ambiental	$[Q_{13} / n]^{1/2} / m \cdot 100$
(b) Relação entre o CVG e o CVE	CVG/CVE

Onde: n_p : Graus de liberdade para famílias;

n_{10} : Graus de liberdade para a interação famílias x locais.

TABELA 10. Estimativas dos progressos e respostas correlacionadas esperadas com a seleção.

Estimativas	Expressões para as estimativas
\hat{GS} - Peso de Espigas	$k \cdot \hat{\sigma}_p^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_F^2}$
- CSEPT	$ds \cdot \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2$
- Índice de Espigas	$ds \cdot \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2$
\hat{GS} (%)	$\hat{GS} \cdot 100/m$
RC (y,x)	$ds_y^* \cdot \hat{\sigma}_{p_y}^2 / \hat{\sigma}_{F_y}^2$

Onde:

CSEPT : É a contribuição da segunda espiga para o peso total.

k : É o diferencial de seleção estandardizado

ds : É o diferencial de seleção

m : É a média da característica ao nível de indivíduo

RC(y,x) : É a resposta correlacionada na CSEPT (y) quando a seleção é efetuada no peso de espigas (x).

ds_y^* : É o diferencial de seleção da CSEPT (y).

$\sigma_{p_y}^2$: É a variância genética entre médias de famílias de meios irmãos para a CSEPT (y).

$\sigma_{F_y}^2$: É a variância fenotípica entre médias de famílias de meios irmãos da CSEPT.

Os demais termos já foram descritos anteriormente.

* : O diferencial de seleção da CSEPT (ds_y^*) foi obtido através da identificação das famílias selecionadas para o peso de espigas, obtendo-se com este valor o ganho esperado com a seleção para CSEPT.

Obtiveram-se ainda as estimativas de correlação genética aditiva do peso de espigas com o índice de espigas e também com CSEPT, na média dos ambientes conforme expressão apresentada por VENCOVSKY (1987):

$$r_{A(x,y)} = \frac{(1/4)\hat{COVA}_{(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{A_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{A_y}^2}} \quad \text{onde:}$$

$r_{A(x,y)}$: É a correlação genética aditiva entre o peso de espigas e o índice de espigas ou CSEPT.

$\hat{COVA}_{(x,y)}$: É a covariância genética aditiva para famílias de meios irmãos entre o peso de espigas e o índice de espigas ou CSEPT.

$\hat{\sigma}_{A_x}^2$: É a variância genética aditiva entre famílias de meios irmãos para o peso de espigas.

$\hat{\sigma}_{A_y}^2$: É a variância genética aditiva entre famílias de meios irmãos para o índice de espigas ou CSEPT.

3.2. Avaliação das populações derivadas dos diferentes ciclos seletivos.

3.2.1. Material

Avaliaram-se as populações CMS-39 original (C_0), C_I , C_{II} , C_{III_M} , $C_{III_{SL}}$ e $C_{III_{LV}}$. Os ciclos I e II referem-se as populações provenientes da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos conduzidos por AGUIAR (1986) e PACHECO (1987). Já as populações C_{III_M} , $C_{III_{SL}}$ e $C_{III_{LV}}$ foram obtidas pelas

recombinações das melhores famílias de meios irmãos na média das duas densidades de sementeira e na média dos locais, Sete Lagoas e Lavras, respectivamente. O lote de recombinação para obtenção das populações C_{III_M} e $C_{III_{SL}}$ foram conduzidos em Sete Lagoas no inverno de 1990, sementeira em abril e a população $C_{III_{LV}}$ em janeiro de 1990, em Lavras. Procedeu-se a seleção de 10% das plantas dentro de cada família. Uma parte das sementes provenientes do C_{III_M} será utilizada para o próximo ciclo seletivo e a outra parte foi misturada para originar a população que foi avaliada nesse trabalho. O material do ciclo original, C_I e C_{II} foi ampliado na mesma época das recombinações, através de Sib's de pelo menos 100 plantas dentro de cada ciclo, para dar a mesma viabilidade das sementes para a sementeira a todos os tratamentos.

3.2.2. Localidades

Os experimentos foram conduzidos durante o ano agrícola 1990/1991 nos mesmos locais mencionados para obtenção do terceiro ciclo seletivo e também nos municípios de Ribeirão Vermelho e Santo Antonio do Amparo, localizados na Região Sul do Estado de Minas Gerais. Ribeirão Vermelho está situado à $21^{\circ}11'S$ de latitude e $45^{\circ}03'W$ de longitude e a 738 m de altitude, Santo Antonio do Amparo à $20^{\circ}57'S$ de latitude e $44^{\circ}55'$ de longitude W e à 1000 m de altitude.

3.2.3. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento blocos casualizados com dez repetições. A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de cinco metros de comprimento espaçadas de 1,0 m, sendo que as avaliações foram feitas apenas nas duas linhas centrais.

3.2.4. Condução dos ensaios

As avaliações foram feitas na população de 50 mil plantas/ha. Os demais procedimentos foram semelhantes aos relatados na etapa anterior.

3.2.5. Dados Obtidos

Além dos dados relatados anteriormente foi também obtido o peso total de grãos por parcela.

3.2.6. Análise dos dados

Procedeu-se a correção de umidade para o peso das espigas despalhadas e peso total de grãos para 14,5% de umidade conforme expressão já apresentada anteriormente.

As análises de variância para o peso total de grãos dos quatro ensaios, foram realizadas a princípio, isoladamente, por local, conforme modelo estabelecido para blocos casualizados apresentados por GOMES (1987). Posteriormente, foram feitas análises de variância conjunta envolvendo os quatro locais.

Para verificar se a resposta a seleção foi linear e qual o ganho realizado com a seleção, foram estimados os componentes do modelo apresentado a seguir, utilizando o método dos

quadrados mínimos (STEEL & TORRIE, 1980)

$$Y_i = m + bx_i + e_i ;$$

onde:

Y_i : é a produção média observada;

m : é a média geral;

b : é o coeficiente de regressão linear, que representa o progresso por ciclo de seleção;

x_i : é o ciclo de seleção i ($i = 1, 2, 3, 4$);

e_i : é o erro associado a produção média observada i .

Já o modelo matricial para aplicação do método dos quadrados mínimos foi $Y = X\beta + \varepsilon$, sendo Y o vetor de médias observadas, X a matriz dos coeficientes, β o vetor de parâmetros do modelo e ε o vetor dos desvios do modelo (incluindo o erro experimental). As matrizes e vetores foram:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 2 \\ 1 & 3 \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} m \\ b \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} \bar{C}_0 \\ \bar{C}_I \\ \bar{C}_{II} \\ \bar{C}_{III} \\ \bar{C}_M \end{bmatrix}$$

Os parâmetros foram estimados pelo sistema de equações normais dados por $X'X\beta = X'Y$, resultando $\beta = (X'X)^{-1} X'Y$.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação das famílias

Os resumos das análises da variância individuais para cada grupo de 100 famílias, avaliadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha, em Lavras e Sete Lagoas, para o peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) e índice de espigas, são apresentados nas Tabelas 1a, 2a e 3a, respectivamente.

Para o peso das espigas constatou-se que o teste F só foi significativo para o grupo 2 de famílias avaliadas em Lavras e Sete Lagoas na população de 26.000 plantas/ha e no caso da população de 50.000 plantas/ha para o mesmo grupo de famílias, porém no experimento conduzido em Sete Lagoas (Tabela 1a). Houve uma amplitude muito grande no que se refere a eficiência do látice em relação aos blocos casualizados, que variou de 2,6% a 31,7%. O mesmo fato, embora com amplitude menor foi constatado para as estimativas do coeficiente de variação. Coincidentemente o experimento em que o látice apresentou maior eficiência foi o com menor precisão, evidenciando que apesar de ter sido realizado controle de heterogeneidade do solo com o uso do látice, ele foi insuficiente para se obter a mesma precisão dos demais experimentos. No que se refere a produtividade

média essa variou entre locais, entre populações e entre grupos (Tabela 1a). A maior produtividade média foi obtida em Lavras, com o grupo 1 de famílias na população de 50.000 plantas por hectare (4516,9 g/parcela), o que equivale a uma produtividade média de espiga despalhada superior a 9000 kg/ha.

De um modo geral as famílias diferiram na CSEPT, especialmente na menor população em ambos os locais (Tabela 2a). Nesse caso a precisão foi menor do que o peso de espigas. Por se tratar de um caráter avaliado em porcentagem e que provavelmente não ajusta a uma distribuição normal esse fato era esperado. Em todos os casos a eficiência do látice foi inferior a 10% indicando que pelo menos para esse caráter o uso desse delineamento era desnecessário.

O caráter índice de espigas apresentou diferença significativa entre famílias em todos os experimentos, exceto, no caso de Lavras na população de 50 mil plantas/ha, grupo 1 de famílias (Tabela 3a). Isso ocorreu porque para esse caráter a precisão experimental foi muito boa, sendo o coeficiente de variação inferior a 18% em todos os casos. O índice médio de espiga variou de 1,05 a 1,63. Ele foi maior nos experimentos de Lavras e na população de 26 mil plantas/ha.

Na Tabela 4a estão apresentados os resumos das análises da variância combinadas das 200 famílias por local para as densidades de 26 e 50 mil plantas/ha. De um modo geral as mesmas observações feitas anteriormente são também válidas aqui.

Os resumos das análises de variância conjunta de locais para os ensaios conduzidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha são apresentados na Tabela 11. Observa-se que para as três características analisadas ocorreram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os locais e famílias. Para a interação famílias por locais, houve efeito significativo apenas com relação ao caráter índice de espigas. A CSEPT na população de 26 mil plantas/ha, em média superou a maior população em aproximadamente quatro vezes. As estimativas dos coeficientes de variação foram inferiores a 20% para as características peso de espigas e índice de espigas. Para a CSEPT, a precisão do experimento foi muito baixa.

Na maior população de plantas, 50 mil plantas/ha, observou-se que a produtividade de espiga despalhada foi 23% superior a obtida na menor população. Há de se ressaltar, contudo, que na maior população de plantas o índice de espigas foi 35% inferior e também a CSEPT 257% inferior a obtida na menor população (Tabela 11).

O resumo das análises da variância considerando o efeito de densidade em cada local, apresentou resultados semelhantes a análise anterior, diferindo apenas na ocorrência da interação famílias x densidades significativa para a CSEPT, na avaliação feita em Sete Lagoas, (Tabela 12). Observa-se também que para o peso das espigas as famílias foram avaliadas com uma melhor precisão em Sete Lagoas do que em Lavras.

No que tange ao efeito de locais, constatou-se que em Lavras a produtividade média de espigas despalhadas foi 36% superior a obtida em Sete Lagoas. Também em Lavras constatou-se que houve um maior índice de espigas e CSEPT (Tabela 12).

É apresentado na Tabela 13 o resumo das análises conjuntas, envolvendo locais e população de plantas, onde pode-se observar que as fontes de variação local, famílias, densidades e densidades x locais apresentaram teste F significativo para todas as características analisadas.

A interação famílias x locais só não foi significativa na CSEPT. Já no caso da interação famílias x densidades ela só não apresentou teste de F significativo para o peso das espigas despalhadas. A interação tripla, famílias x densidades x locais só foi significativa para o índice de espigas.

A produtividade média das 200 famílias nos dois locais e nas duas densidades foi de 3656,1 g/parcela, o que corresponde a uma produtividade de 7312,2 kg/ha. O comportamento dessas famílias quanto a produção de espigas despalhadas por local em cada densidade e, também na média, é mostrado nas Figuras 3, 4 e 5. A amplitude de variação das 200 famílias na média dos quatro ambientes foi de 4,4 t/ha, variando de 4,8 a 9,2 t/ha, respectivamente (Figura 3). Em Sete Lagoas, na população de 26 mil plantas/ha a variação foi de 3,4 a 7,1 t/ha com uma amplitude de apenas 3,7 t/ha (Figura 4). Em Lavras, na população de 50 mil plantas/ha ocorreu a maior variação (3,6 a 14,1 t/ha), com uma amplitude de 10,5 t/ha (Figura 5).

TABELA 11. Resumo das análises de variância conjunta de locais para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total-CSEPT (%) e Índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG) 1988/89.

F.V.	G.L.	26 mil plantas/ha		50 mil plantas/ha		Índice de espigas(x10 ²)
		Peso de espigas(x10 ⁻⁴)	CSEPT	Peso de espigas(x10 ⁻⁴)	CSEPT	
LOCAIS (L)	1	8277,43**	7509,74**	4386,13**	2281,12**	3,25**
FAMILIAS (F)/G	198	60,79**	125,12**	103,71**	43,79**	3,65**
L x F/G	198	40,49	53,74	72,20	25,34	2,22**
RESIDUO COMBINADO	324	35,39	47,78	61,96	28,67	1,90
MEDIAS		3285,40	21,33	4026,81	5,98	1,10
C.V. (%)		18,02	32,41	19,24	89,54	12,76

a Grupo de espigas

** Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 12. Resumo das análises de variância conjunta de densidades, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

F.V.	G.L.	Q.M.					
		Sete Lagoas			Lavras		
		Peso de espigas($\times 10^{-4}$)	CSEPT	Índice de espigas($\times 10^2$)	Peso de espigas($\times 10^{-4}$)	CSEPT	Índice de espigas($\times 10^2$)
DENSIDADES (D)	1	4199,26**	5669,37**	427,78**	1603,94**	13039,83**	1292,86**
FAMILIAS (F)/G	198	42,03**	56,57**	4,97**	135,51**	108,63**	7,68**
F x D/G	198	21,87	32,98**	2,61**	77,79	49,81	4,76*
RESÍDUO COMBINADO	324	21,66	23,18	1,80	75,71	53,26	3,81
MEDIAS		3100,29	9,88	1,22	4211,91	17,44	1,37
C.V. (%)		15,01	48,73	10,99	20,66	41,85	14,46

G Grupo de famílias

** e * Teste de F significativo aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13. Resumo das análises de variância conjunta, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total-CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

F.V.	G.L.	Q.M.		
		Peso de espigas ($\times 10^{-4}$)	CSEPT	Índice de espigas ($\times 10^2$)
LOCAIS (L)	1	49428,89**	36137,82**	712,89**
DENSIDADE (D)	1	21987,40**	71810,87**	6416,01**
FAMÍLIAS (F)/G	198	111,59**	122,52**	9,17**
F x L/G	198	65,94**	42,68	3,47**
F x D/G	198	52,92	46,40*	3,59**
D x L	1	1225,37**	3025,94**	466,56**
F x D x L/G	198	46,75	36,40	3,78**
RESÍDUO COMBINADO	648	48,67	38,22	2,81
MÉDIAS		3656,10	13,66	1,29
C.V. (%)		19,09	45,52	12,99

G Grupo de famílias

** e * Teste de F significativo aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A Figura 6 apresenta a contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) das famílias avaliadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha. Na maior população de plantas a amplitude de variação foi de 23%, variando de 1% a 24%, enquanto que na menor população de plantas a amplitude alcançou 31% variando de 6 a 37%, respectivamente. Como salientado anteriormente, observa-se que o caráter não se ajusta a uma distribuição normal.

4.2. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e progressos esperados com a seleção

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para o peso das espigas e para a CSEPT são apresentadas nas Tabelas 14 e 15. A princípio, constata-se, para o peso das espigas que as estimativas das variâncias obtidas em Lavras, foram sempre superiores as de Sete Lagoas. É preciso ressaltar contudo que essa diferença entre locais deve ser atribuída a diferença em produtividade. Veja por exemplo, que quando se considera a variância genética entre famílias de meios irmãos, o valor obtido em Lavras na população de 26 mil plantas/ha foi 279% superior ao de Sete Lagoas, ao passo que em termos de coeficiente de variação genética, que envolve a raiz quadrada desta variância genética dividida pela média, a superioridade da estimativa de Lavras foi de apenas 31%, o que reforça o fato já

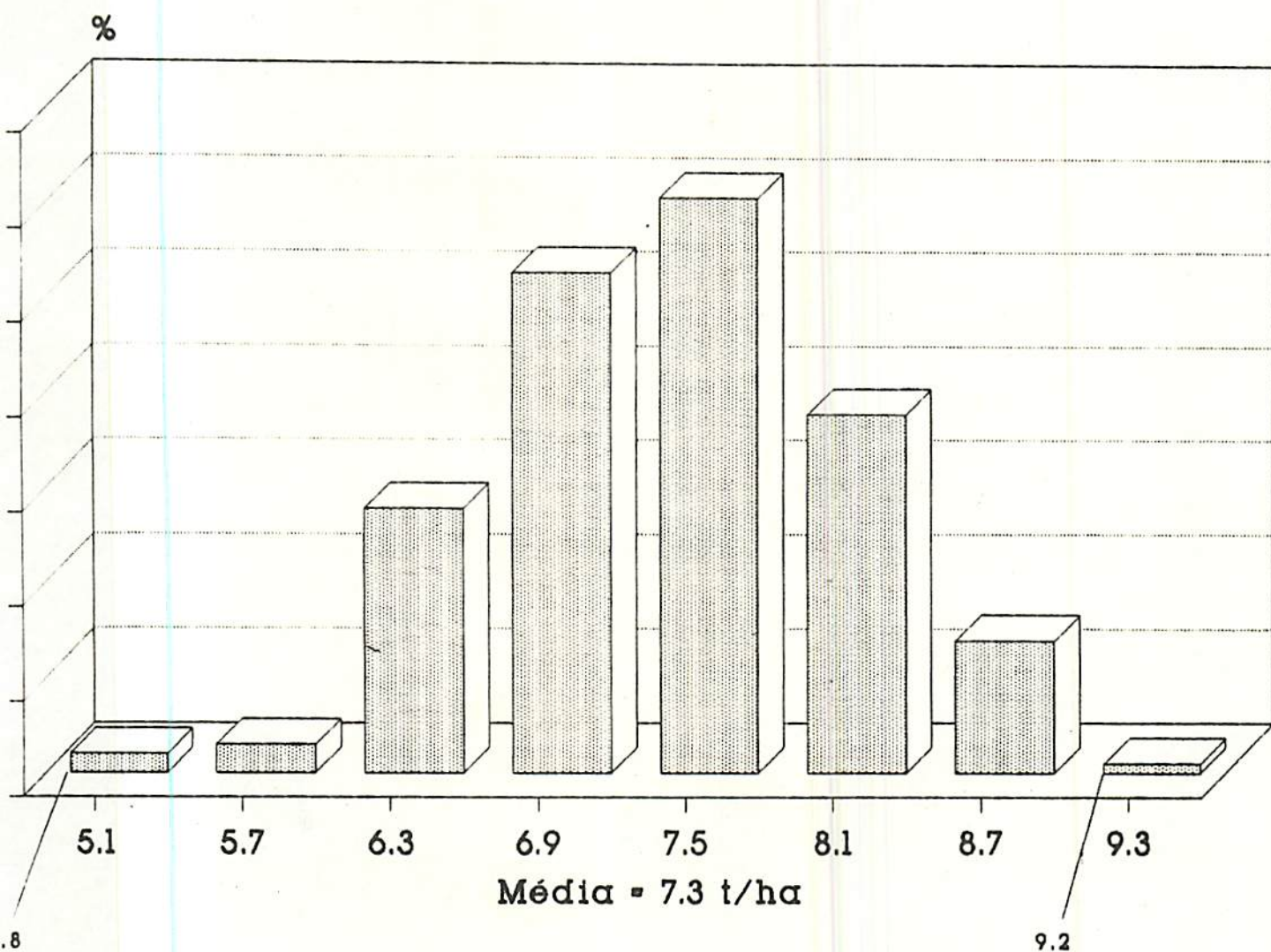


FIGURA 3. Distribuição de frequências das médias ajustadas dos quatro ambientes para o caráter peso de espigas, em t/ha. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

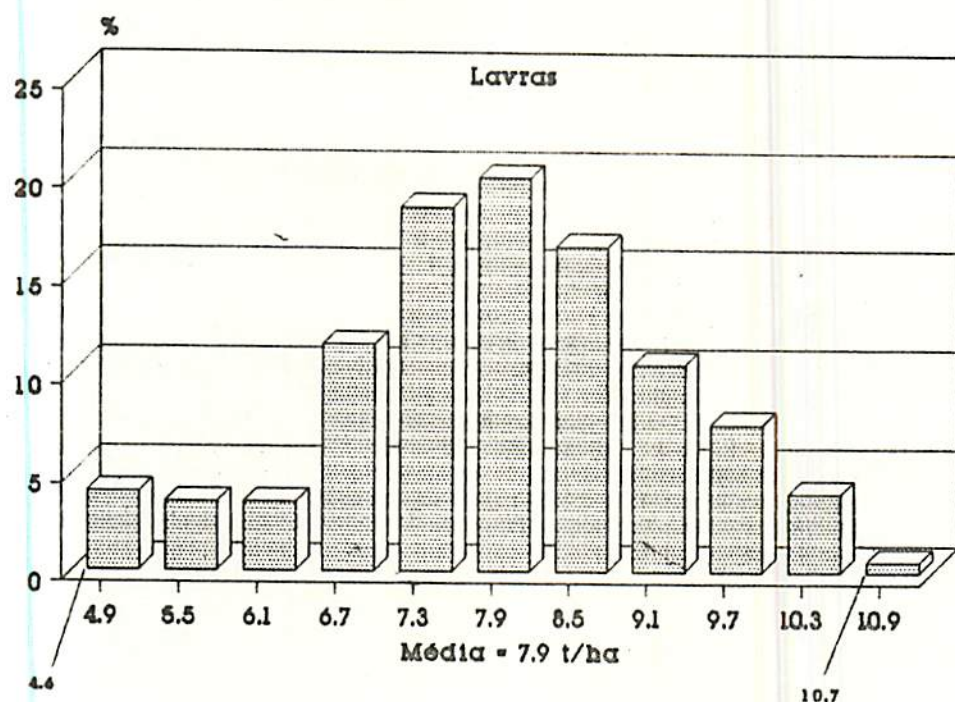
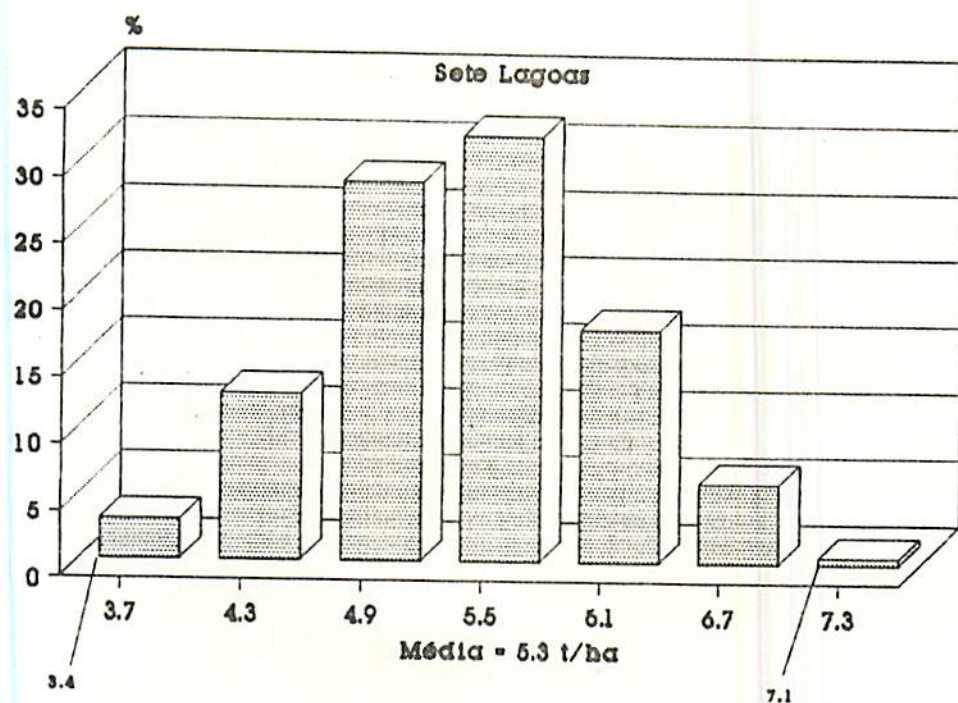


FIGURA 4. Distribuição de frequências das médias ajustadas para o caráter peso de espigas, em t/ha. Ensaio conduzido na população de 26 mil plantas/ha. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

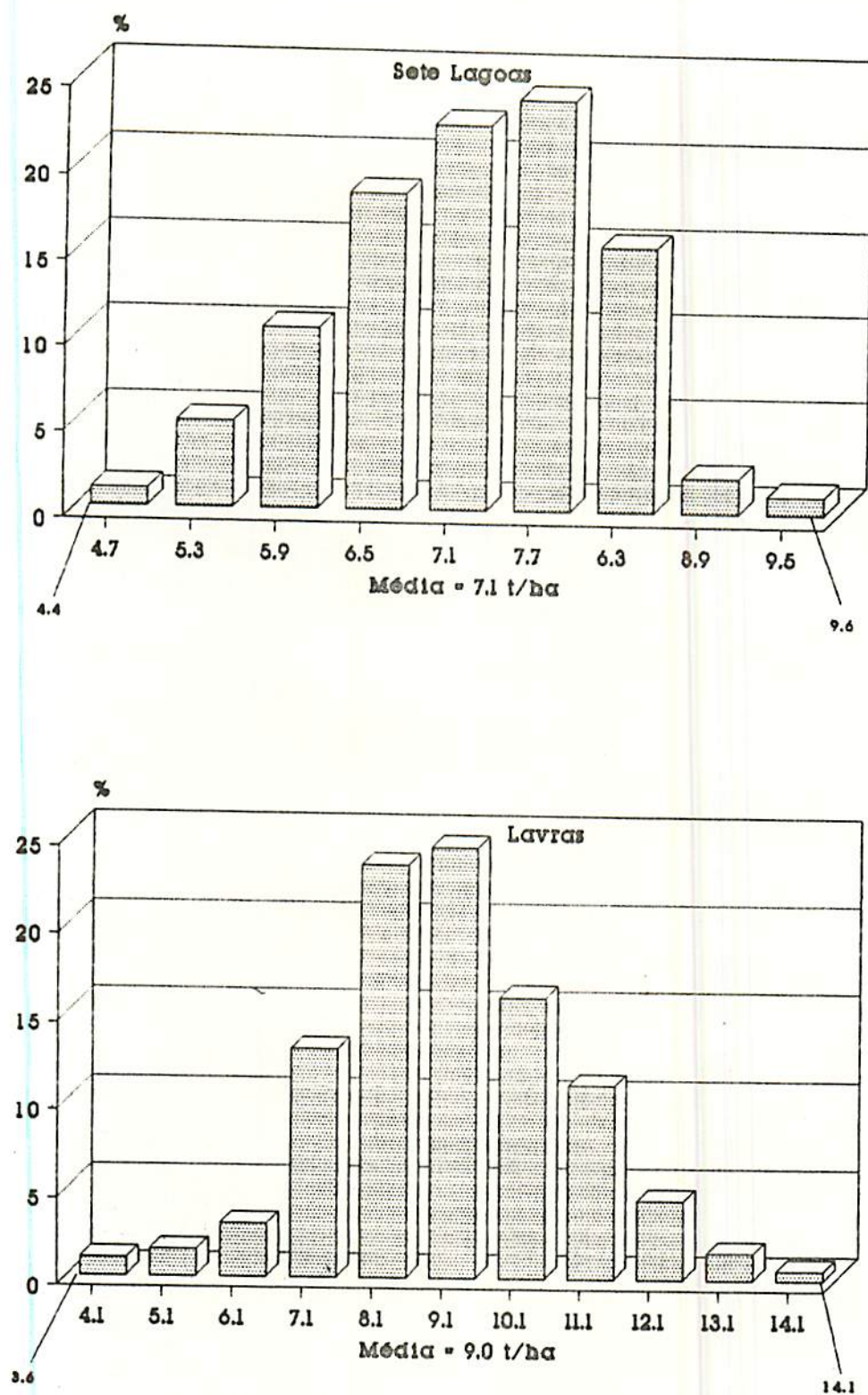


FIGURA 5. Distribuição de frequências das médias ajustadas para o caráter peso de espigas, em t/ha. Ensaio conduzido na população de 50 mil plantas/ha. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

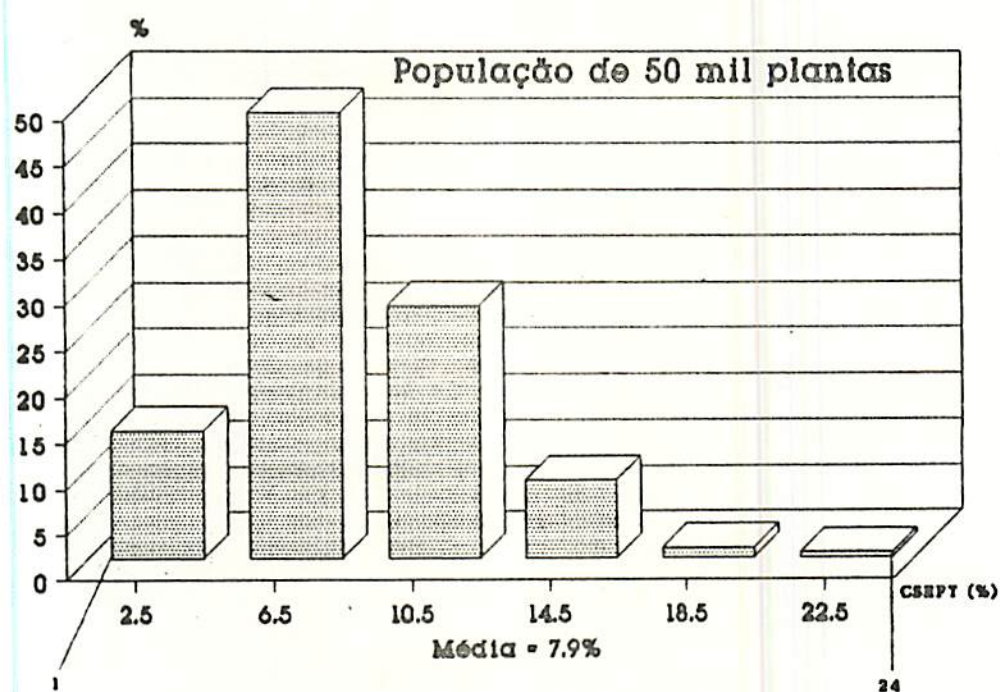
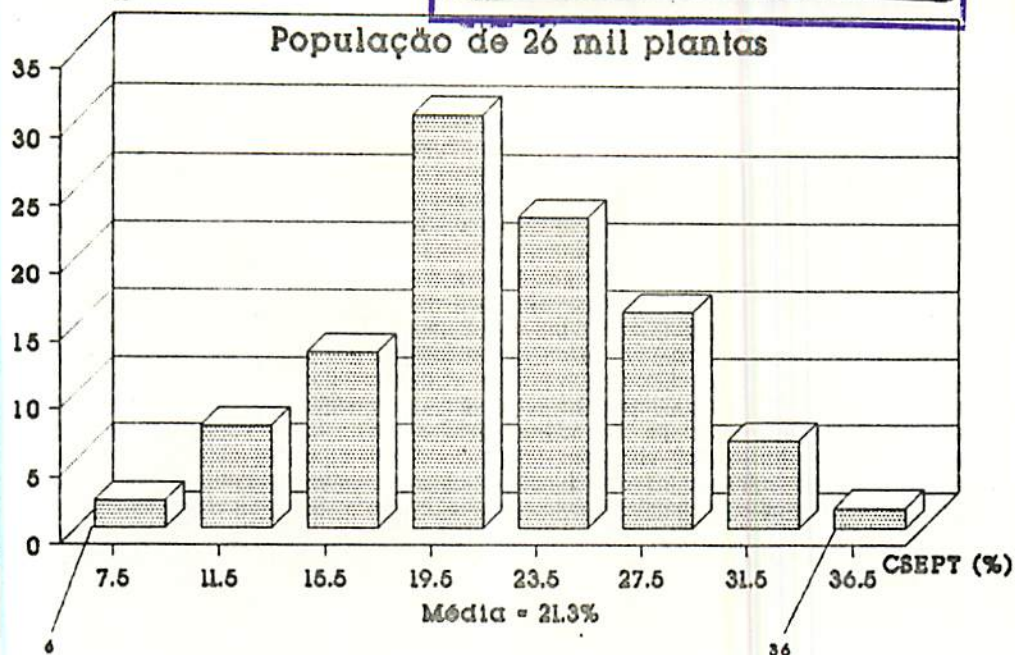


FIGURA 6. Distribuição de frequências das médias ajustadas dos dois locais para o caráter CSEPT (%). Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

mencionado, que grande parte da diferença nas estimativas entre os dois locais é devida a diferença na produtividade.

Quando se compara as estimativas obtidas nas duas densidades independente de locais, elas foram sempre maiores para população de 26 mil plantas/ha. É conveniente lembrar que essas estimativas são ao nível de indivíduo, e na menor população a produtividade de espigas por indivíduo é maior. Sendo assim são válidas as mesmas observações feitas para a comparação entre locais. Isso é confirmado quando se compara as estimativas do CV_g nas duas populações.

Foram obtidas duas estimativas de h^2 , uma ao nível de indivíduo (h_m^2), que pode ser usada na seleção massal e a outra ao nível de média de famílias (h_p^2). Como era esperado, a h_p^2 foi superior. É interessante salientar que na população de 26 mil plantas/ha as estimativas de h^2 em Lavras, foram superiores às de Sete Lagoas, o inverso ocorreu para 50 mil plantas/ha. As estimativas de h_p^2 para as duas populações de plantas, independente dos locais, foram semelhantes, mostrando que em termos da eficiência da seleção as duas populações de plantas iriam apresentar os mesmos resultados.

De um modo geral, os ganhos percentuais esperado com a seleção foram de magnitude semelhante, com uma média de 7,9%.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para a contribuição da segunda espiga para o peso total (GSEPT), se mostraram na população de 26 mil plantas/ha, bem superiores às obtidas na maior população de plantas (Tabela

15). Como comentado anteriormente para a produção de espigas, nesse caso também devido a maior contribuição da segunda espiga na menor população de plantas torna-se difícil a comparação entre as estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas dos diferentes ambientes avaliados.

As estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas na população de 26 mil plantas/ha tiveram magnitude semelhantes para os dois locais, embora a média do caráter em Sete Lagoas tenha sido bem inferior à média em Lavras.

Embora o coeficiente de variação dos experimentos, apresentasse valores elevados, o coeficiente de herdabilidade foi alto e bem superior ao obtido para a produtividade de espiga. Isso indica que as famílias liberaram grande variabilidade genética para o caráter, o que permite antever sucesso com a seleção, sobretudo em menores populações de plantas onde as estimativas da h^2 foram bem superiores. Tanto é assim que, por exemplo, o progresso esperado com a seleção variou de 16.6% a 41% para a população de 26 mil plantas/ha, nas localidades de Lavras e Sete Lagoas, respectivamente.

A resposta correlacionada na, CSEPT, pela seleção realizada na produtividade de espigas é apresentada na Tabela 15. Observa-se que a resposta correlacionada, embora de menor magnitude que o ganho esperado pela seleção direta, ainda foi expressiva, indicando que as famílias selecionadas para a produtividade devem apresentar maior prolificidade e mais ainda com grande participação da segunda espiga para o total de grãos

produzido.

4.3. Avaliação das populações derivadas dos diferentes ciclos seletivos

As análises de variância individuais para o peso de grãos (kg/ha), mostraram que existem diferenças entre as populações, exceto, na avaliação realizada em Santo Antonio do Amparo (Tabela 16), onde também foi observada a menor precisão experimental.

Em todos os locais a produtividade média de grãos foi alta, variando de 6065,9 a 6735,8 kg/ha, em Santo Antonio do Amparo e Lavras, respectivamente (Tabela 16).

Os resultados das análises de variância conjunta dos quatro ensaios mostraram significância para as fontes de variação locais e populações (Tabela 17). A interação entre estes dois fatores não apresentou teste F significativo, indicando que as populações avaliadas tiveram comportamento concordante nos diferentes locais. A resposta aos ciclos seletivos foi linear (Figura 7).

Não se detectou significância quanto a origem das populações do ciclo III (Tabela 17). Isto é, se oriundas da recombinação das melhores famílias de meios irmãos identificadas em Lavras, Sete Lagoas ou na média dos dois locais.

As médias observadas e estimadas pela regressão e também o ganho percentual realizado com a seleção estão apresentados

na Tabela 18. Constata-se que o ganho realizado com a seleção foi de 3,6% por ciclo e conseqüentemente também por ano, uma vez que como a recombinação foi realizada no inverno, as duas gerações de cada ciclo são realizadas em um único ano.

TABELA 14. Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, para a característica peso de espigas (g/planta). Famílias de meios irmãos obtidas da população CMS-39 avaliadas nas populações de 26 e 50 mil plantas por hectare em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

LOCAIS	σ_p^2	σ_{op}^2	σ_A^2	σ_F^2	σ_{pI}^2	σ_{pdI}^2	h^2_m (%)	CVg (%)	Cve (%)	b	h_p^2 (%)	GS (g/planta)	GS (%)
	(g/planta) ²												
População de 26 mil Plantas/ha													
Sete Lagoas	4373	739	186 ± 94	753 ± 375	726		14,21	6,75	16,13	0,42	25,93	12,96	6,03
Lavras	12674	2141	713 ± 285	2852 ± 1140	2271		18,36	8,84	18,47	0,46	31,39	26,23	8,99
Dois Locais	8524	1440	300 ± 108	1206 ± 432	899	150 ± 145		6,86	18,11	0,38	33,40	17,58	6,95
População de 50 mil Plantas/ha													
Sete Lagoas	1926	325	116 ± 39	463 ± 155	317		19,58	7,56	14,09	0,54	36,54	11,41	8,02
Lavras	7564	1278	302 ± 140	1209 ± 559	1092		13,22	9,67	22,11	0,44	27,67	16,03	8,92
Dois Locais	4745	802	126 ± 51	504 ± 202	415	82 ± 70		6,97	19,55	0,36	30,39	10,86	6,74
Conjunta de Densidades													
Sete Lagoas	2708	457	139 ± 33	558 ± 131	291	1,45 ± 19,17		7,24	15,01	0,48	47,97	14,36	8,80
Lavras	9466	1599	400 ± 108	1598 ± 433	938	14,40 ± 67,75		9,02	20,66	0,44	42,59	22,89	10,33
Conjunta de Locais e Densidades													
Ambos Locais	6085	1028	158 ± 45	632 ± 179	386	120	21,36	6,53	19,08	0,34	40,91	14,11	7,33

σ_d^2 : Variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas;
 σ_e^2 : Variância ambiental entre parcelas;
 σ_p^2 : Variância genética entre famílias de meios irmãos;
 σ_A^2 : Variância genética aditiva;
 σ_F^2 : Variância fenotípica entre médias de famílias de meios irmãos;
 σ_{pI}^2 : Variância da interação famílias x locais;
 σ_{pd}^2 : Variância da interação famílias x densidades;
 σ_{pdI}^2 : Variância da interação famílias x locais x densidades;
 h_m^2 : Herdabilidade no sentido restrito para seleção massal;

CV_g : Coeficiente de variação genética;
 CV_e : Coeficiente de variação ambiental;
 b : Relação CV_g/CV_e ;
 h_p^2 : Herdabilidade no sentido restrito para famílias de meios irmãos;
 GS : Ganho esperado com a seleção.

TABELA 15. Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, para a característica contribuição da segunda espiga para o peso total-CSEPT (%) Famílias de meios irmãos obtidas da população CMS-39 avaliadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MO), 1988/89

LOCAIS	$\sigma^2_{\bar{p}}$	σ^2_A	$\sigma^2_{\bar{p}1}$	$\sigma^2_{\bar{p}d}$	h^2_m (%)	CVg (%)	CVe (%)	b (%)	$h^2_{\bar{p}}$ (%)	GS (%/PI)	GS (%)	RCy/x (%/PI)
População de 26 mil Plantas/ha												
Sete Lagoas	20,39±4,56	81,54±18,23	40,06		30,76	29,69	41,26	0,72	50,88	6,29	41,0	3,05
Lavras	21,29±5,83	85,17±23,33	49,39		22,97	16,80	27,30	0,62	43,11	4,56	16,6	2,49
Dois Locais	17,84±3,40	71,99±13,62	31,28	2,98±3,27		19,80	25,17	0,78	57,05	5,70	26,7	3,28
População de 50 mil Plantas/ha												
Sete Lagoas	1,24±0,61	4,95±2,45	4,74		8,80	24,41	58,08	0,42	26,11	1,16	25,4	0,43
Lavras	4,61±4,08	18,66±16,31	29,83		4,66	19,10	62,72	0,30	15,64	2,09	18,5	0,58
Dois Locais	4,61±1,26	18,46±5,06	10,95			35,90	89,54	0,40	42,75	2,86	47,8	1,25
Conjunta de Densidades												
Sete Lagoas	5,90±1,64	23,59±6,55	14,14			24,58	48,73	0,50	41,70	3,14	31,82	1,60
Lavras	14,70±2,99	58,81±11,95	27,15	4,90±1,88		21,98	41,85	0,53	54,14	4,93	28,27	2,57

σ^2_P : Variância genética entre famílias de meios irmãos;

σ^2_A : Variância genética aditiva;

$\sigma^2_{\bar{p}}$: Variância fenotípica entre médias de famílias de meios irmãos;

$\sigma^2_{\bar{p}1}$: Variância da interação famílias x locais;

$\sigma^2_{\bar{p}d}$: Variância da interação famílias x densidades;

h^2_m : Herdabilidade no sentido restrito para seleção massal;

CVg: Coeficiente de variação genética;

CVe: Coeficiente de variação ambiental;

b: Relação CVg/CVe;

$h^2_{\bar{p}}$: Herdabilidade no sentido restrito para famílias de meios irmãos;

GS: Ganho esperado com a seleção.

RCy/x: Resposta correlacionada na contribuição da segunda espiga para o peso total (y) quando a seleção é efetuada no peso de espigas (x).

TABELA 16. Resumo das análises de variância da produção de grãos (kg/ha). Dados obtidos em Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho e Santo Antonio do Amparo (MG), 1990/91.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		Sete Lagoas	Lavras	R.Vermelho	S.A.Amparo
Populações	5	1015,79*	1403,49*	1119,36*	599,51
Erro	45	416,50	493,58	445,97	603,10
Médias (kg/ha)		6401,71	6735,82	6193,80	6065,88
C.V. (%)		10,08	10,43	10,78	12,81

* Teste de F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 17. Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha). Dados obtidos em Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho e Santo Antonio do Amparo (MG), 1990/91.

F.V.	G.L.	Q.M.
Locais (L)	3	5132942,6**
Populações (P)	(5)	2977951,0**
Ciclos (C)	3	3278914,1**
Linear	1	9012040,0**
Desvio	2	412351,0
C x L	9	311660,0
Entre Pop. Ciclo III	2	43110,0
P x L	15	386729,1
Erro Médio	180	494269,6
Média (kg/ha)		6349,3
C.V. (%)		11,1

** Teste F significativo ao nível de 1% de probabilidades.

TABELA 18. Médias observadas dos diferentes ciclos de seleção, para a produção de grãos (kg/ha), 1990/91.

CICLOS	LOCAIS				MÉDIA	
	Sete Lagoas	Lavras	Ribeirão Vermelho	S. Antonio Amparo	Observada	Esperada
0	5959,0	6014,0	5671,0	5760,0	5851,0	5928,0
1	6076,0	6900,0	6013,0	5943,0	6233,0	6140,0
2	6457,0	6661,0	6216,0	6266,0	6400,0	6352,0
3	6489,0	6938,0	6497,0	6088,0	6503,0	6564,0
m	5950,0	6248,0	5697,0	5818,0		5928,0
b	197,0	253,0	268,0	131,0		212,0
GS (%)	3,3	4,0	4,7	2,3		3,6

m - Média esperada da população original

b - ganho realizado por ciclo de seleção

GS (%) - Ganho percentual em relação à média da população original

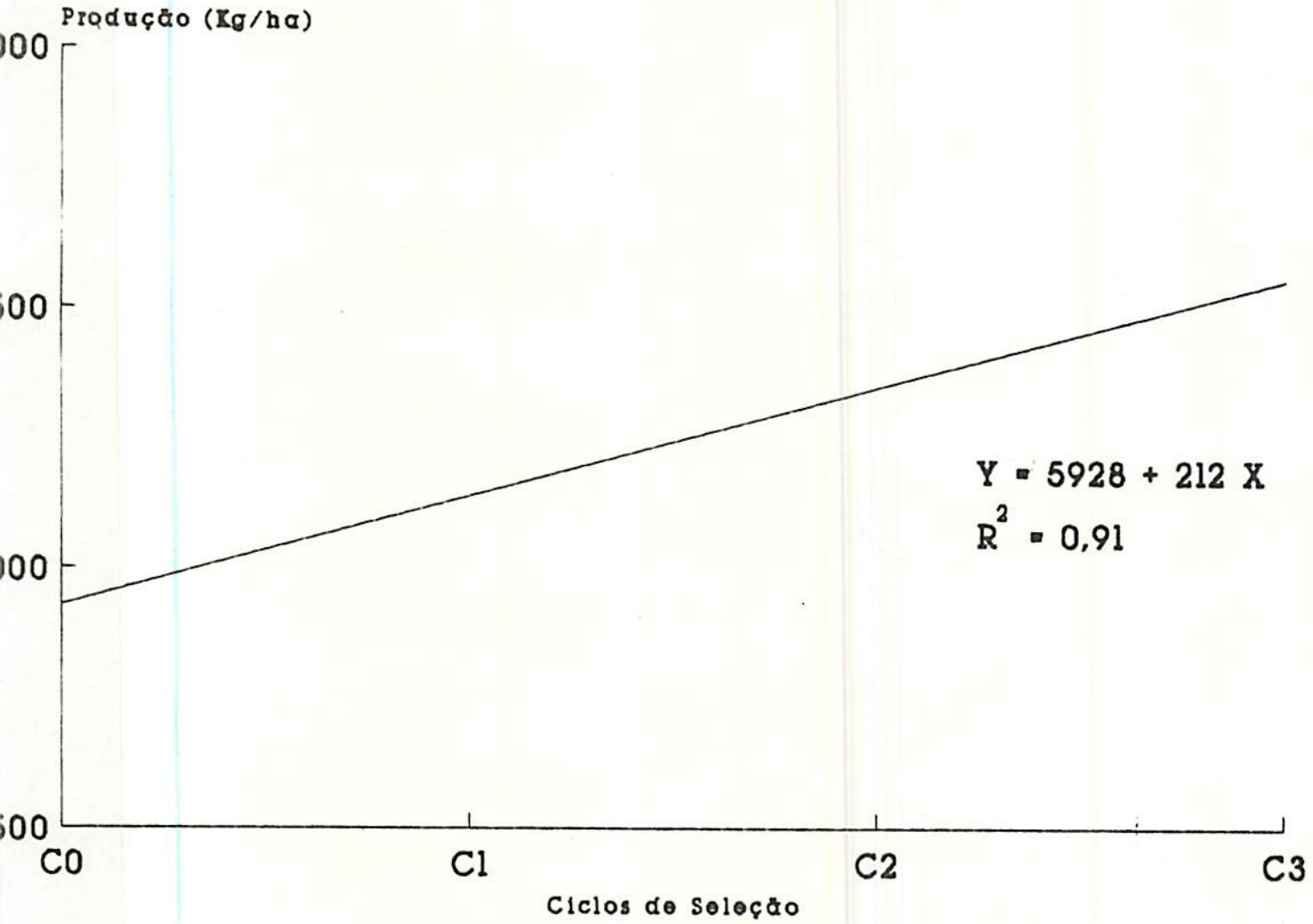


FIGURA 7. Ganho realizado médio por ciclo de seleção utilizando famílias de meios irmãos na população CMS-39.

5. DISCUSSÃO

5.1. Avaliação das famílias de meios irmãos - ciclo III

A precisão experimental é fundamental para que se obtenha sucesso com a seleção, principalmente para aqueles caracteres, como produtividade de espiga, que são muito influenciados pelo ambiente. As estimativas do coeficiente de variação obtidas para o peso de espigas foi de 19,08% na análise conjunta envolvendo locais e populações de plantas. Esse valor foi ligeiramente superior ao obtido por PACHECO (1987), trabalhando com essa mesma população de milho. Contudo, o valor obtido está dentro do limite que tem sido relatado para o coeficiente de variação dos experimentos, na avaliação de famílias de meios irmãos de milho conduzidos no Brasil (RAMALHO, 1977).

O caráter contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) apresentou coeficiente de variação bem superior ao da produtividade de espigas (Tabela 13). Essa comparação contudo, não é muito válida pois envolve dois caracteres bem distintos. Inclusive a CSEPT foi avaliada em percentagem e como se constata na distribuição de frequência (Figura 6), ela não se ajusta a uma distribuição normal, o que é uma das suposições para realizar a análise de variância (STEEL & TORRIE, 1980), o que deve ter contribuído para uma maior estimativa do

coeficiente de variação. É necessário realçar, entretanto, que apesar da baixa precisão dessa característica foi possível detectar significância para a maioria das fontes de variação da análise de variância.

O índice de espigas, por sua vez, foi o caráter com maior precisão, indicando que provavelmente ele seja menos influenciado pela variação do ambiente. Esse caráter se enquadra no conceito De Umbral (BREWBAKER, 1969); isto é, são aqueles cuja distribuição dos indivíduos segregantes é descontínua, mas a herança é poligênica, ou seja, para ocorrer uma troca fenotípica é necessário o acúmulo dos alelos favoráveis de vários genes.

Avaliou-se a CSEPT, porque apenas o índice de espigas como normalmente é realizado na maioria das vezes não fornece uma indicação da contribuição da prolificidade para a produtividade de grãos. Isso porque há casos em que a planta apresenta duas espigas, porém essa segunda espiga é pouco desenvolvida e sua contribuição não é significativa para a produção total. Desse modo quando se avalia a CSEPT está se quantificando o efeito da prolificidade para a produtividade.

A produtividade média das famílias, independente de local e população de plantas/ha foi de 7,3 t/ha, superando a produtividade média das testemunhas "BR 106" e "BR 136", as quais produziram 6,1 e 5,3 t/ha, respectivamente. Isso mostra o potencial da população CMS 39 para a produtividade de grãos, haja vista que a testemunha "BR 106" tem sido amplamente cultivada

no Brasil atingindo uma produtividade de grãos semelhante à de híbridos comerciais.

A produtividade média das espigas em Sete Lagoas nos três ciclos seletivos foram inferiores, exceto, no segundo ciclo, sugerindo que nesse local as condições são menos favoráveis que em Lavras. Contudo, é necessário salientar, que as análises químicas dos solos mostram que as condições de fertilidade foram melhores em Sete Lagoas (Tabela 1). O mesmo fato foi observado por PACHECO (1987). Assim, o melhor desempenho das famílias em Lavras deve ser atribuído a outros fatores, provavelmente a distribuição das chuvas durante o decorrer do experimento (Figuras 1 e 2).

Tanto para a prolificidade como para a CSEPT, ocorreu fato semelhante ao relatado para a produção de espiga, isto é, em Lavras as plantas foram mais prolíficas e a segunda espiga apresentou um melhor desenvolvimento (Tabela 12).

No que se refere ao efeito de densidade, independente de local, era de se esperar que na população de 50 mil plantas/ha a produtividade de espigas fosse o dobro da obtida em 26 mil plantas/ha, evidentemente devido ao dobro do número de plantas por área. Porém, a maior população de plantas superou em apenas 23% a produtividade obtida na menor população. Já para o índice de espiga e CSEPT ocorreu o inverso, ou seja, a média na maior população de plantas foi 35% e 257% inferior, respectivamente.

Assim, na menor população, devido a redução da competição entre plantas, há aumento na produtividade da primeira espiga e principalmente um incremento no número de espiga por planta associado a um melhor desempenho da segunda espiga, o que contribui para que a diferença em termos da produtividade total de espigas, nas duas populações não seja tão acentuada. Resultados semelhantes a esses foram relatados em outras oportunidades (BROWN *et alii*, 1970; LEITE, 1973; PEREIRA FILHO, 1977; SING *et alii*, 1986; ANGELOV & LALOVA, 1987; CRUZ *et alii*, 1987; COORS & MARDONES, 1989a). Esses trabalhos têm revelado que a diminuição da área da planta é diretamente proporcional ao número e tamanho de espiga por planta mesmo quando cultivadas em condições favoráveis. Isso se deve provavelmente a maior competição por luz que ocorre nas semeaduras mais densas. EARLY *et alii* (1966), constataram esse fato quando verificaram que a redução de 70% na intensidade luminosa durante o crescimento da planta, inibiu o desenvolvimento da segunda espiga.

Continuando ainda na mesma vertente, relativa ao efeito da população de plantas, os resultados aqui obtidos podem ajudar na explicação pela qual os agricultores normalmente utilizam menores populações de plantas do que a recomendada. Como se constatou, a redução ocorrida na produtividade de grãos quando se utilizou menor população de plantas não foi tão expressiva e assim, os agricultores optam por usar a menor população de plantas que contribui não só para um maior número de espigas, como já visto, como também para a obtenção de espigas maiores.

Há informações também que grande parte do milho produzido no Brasil é em consórcio com o feijão (VIEGAS, *et alii* 1963; VIEIRA *et alii*, 1975; FERREIRA, 1982). Sabe-se que na menor população de plantas a competição exercida pelo milho sobre a leguminosa é menor (AIDAR *et alii*, 1982; RAMALHO *et alii*, 1984; REZENDE *et alii*, 1990). Assim, especialmente esse último fator, explica melhor a razão dos agricultores utilizarem menor população de plantas de milho. A redução na produção da gramínea é compensada pela maior produtividade do feijão consorciado.

Com relação as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos é necessário salientar que as comparações entre essas estimativas obtidas em diferentes condições nem sempre são válidas, uma vez que podem ser utilizados diferentes tamanhos de parcela, número de repetições e densidades de semeadura (RAMALHO, 1977). No caso desse último aspecto, SUBANDI & COMPTON (1974) salientam que ao se comparar estimativas envolvendo densidades populacionais, elas devem ser expressas na mesma unidade de área a fim de reduzir os erros ao se fazer inferências.

Conforme pode ser observado pelas estimativas apresentadas na Tabela 14, referente ao peso de espigas, a variância genética aditiva (σ_A^2) na menor população de plantas foi 139% superior a obtida na maior população, quando se considerou a mesma unidade (g/planta)² como proposto por SUBANDI & COMPTON (1974). Esse resultado sugere que na menor população de plantas, devido a redução na competição, houve uma maior liberação

da variabilidade genética. Contudo, quando se compara as estimativas da h^2 nas duas densidades, verifica-se que elas são semelhantes. Assim é possível inferir que, pelo menos em parte, a diferença na magnitude das estimativas da variância aditiva deva ser atribuída aos maiores valores da produtividade por planta obtida na menor densidade, como pode ser constatado comparando a produtividade média nessas duas condições, ou seja, a produção por planta na população de 26 mil plantas/ha, foi 57% superior a obtida com 50 mil plantas/ha.

Chama atenção também que a estimativa da variância aditiva obtida em Lavras foi 186% superior a de Sete Lagoas (Tabela 14). É provável que fato semelhante ao relatado anteriormente possa ser utilizado para explicar essa diferença. Assim é que, embora a magnitude da variância aditiva em Lavras, tenha sido superior a de Sete Lagoas, a herdabilidade foi ligeiramente menor neste local, mostrando que, em parte, o maior valor da variância aditiva pode ser atribuído também as diferenças na produtividade nos dois locais.

Uma comparação importante é a das estimativas dos parâmetros genéticos desse terceiro ciclo seletivo, com aquelas obtidas nos ciclos anteriores. Para essa comparação ser válida seria importante que as avaliações das famílias tivessem sido conduzidos nos mesmos locais, o que infelizmente não ocorreu. Mesmo em Sete Lagoas onde as avaliações foram comuns nos três ciclos, de um ciclo para o outro houve diferenças em termo de solo utilizado. Além do mais, como nos dois primeiros ciclos a

densidade populacional foi sempre de 50 mil plantas/ha, a estimativa a ser comparada deve ser nessa densidade. Independente dos locais e na população de 50 mil plantas/ha as estimativas da variância aditiva foi de 504,2 (g/planta)² neste ciclo, valor esse superior ao relatado no primeiro ciclo de 236,6 (g/planta)² e no segundo ciclo de 212,6 (g/planta)², segundo AGUIAR (1986) e PACHECO (1987), respectivamente. Também em termos da estimativa de h^2 , o terceiro ciclo foi superior aos outros dois.

Com os sucessivos ciclos seletivos, principalmente quando a seleção é efetiva, espera-se a princípio uma redução na variância genética da população. Entretanto, os resultados relatados na literatura a esse respeito nem sempre são concordes. Assim é que, LONNQUIST *et alii*, (1966); DARRAH *et alii*, (1972); MOLL & ROBINSON, (1966) e BIGOTTO, (1988), não detectaram diferenças na variância aditiva entre a população original e os demais ciclos seletivos. Já HALLAUER (1970); WEBEL & LONNQUIST (1967); PATERNIANI (1967); SILVA & LONNQUIST (1968), constataram redução com a seleção.

E como ocorreu nesse trabalho, há também relatos de aumento da variância aditiva com a seleção (SEGOVIA, 1976; SAWASAKY, 1979). A aparente contradição entre os resultados dos trabalhos referentes as alterações na variabilidade genética, justifica-se pelo fato de que, os efeitos da seleção sobre a variabilidade genética da população dependem de diversos fatores, entre os quais intensidade de seleção, frequências

alélicas, desequilíbrio de ligação e taxa de recombinação (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988). BIGOTO (1988) acrescenta ainda que se deve ter cautela ao comparar estimativas das variâncias genéticas envolvendo ciclos de seleção, pois, cada ciclo é conduzido em anos diferentes e o efeito ambiental varia de ano para ano e as variâncias genéticas como já mencionado, são dependentes da média.

Embora, como já mencionado, não seja muito válida a comparação de estimativas obtidas em diferentes condições, o possível aumento da variância aditiva com a seleção pode ser atribuída a origem híbrida da população CMS-39, que vai liberando gradativamente a variabilidade com o decorrer dos ciclos de recombinação, como argumentou SEGOVIA (1976), para explicar o mesmo fato.

É também interessante comparar as estimativas obtidas, com as relacionadas na literatura envolvendo diferentes populações e condições de ambiente. Independente da população de plantas e dos locais, a estimativa da variância aditiva foi de $632(\text{g/planta})^2$ (Tabela 14). Esse valor é de magnitude semelhante ao limite superior da amplitude fornecida por RAMALHO (1977) e VENCOSKY *et alii* (1988) ao fazerem levantamentos de estimativas a partir de ensaios de seleção envolvendo famílias de meios irmãos conduzidos no Brasil. Assim, essa população possui grande variabilidade genética, a qual associada ao seu elevado potencial produtivo, mostra ser possível continuar tendo ganhos expressivos na produtividade de grãos com os sucessivos ciclos

seletivos.

O coeficiente de herdabilidade segundo DUDLEY & MOLL (1969), deve ser expresso com base na unidade de seleção utilizada para estimar o progresso esperado com a seleção. Entretanto, RAMALHO (1977) relata que os melhoristas normalmente utilizam números diferentes de repetições, de locais, de anos e de tipos diferentes de famílias nas unidades de seleção, o que torna difícil comparar as estimativas assim obtidas. Para atenuar esse problema sugere-se o uso da estimativa da herdabilidade ao nível de plantas, que é comparável em um maior número de situações.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas (h_m^2) tiveram magnitudes semelhantes nos quatro ambientes com média de 16,3% (Tabela 14). As variações ocorridas em torno dessa média em cada ambiente podem ser atribuídas aos erros associados às estimativas. Esse valor está acima das estimativas médias, relatadas na literatura, porém, a amplitude de variação encontrada em trabalhos anteriores foi de 1,5 a 29,0% (RAMALHO, 1977 e VENCOVSKY, *et alii* 1988).

Os ganhos percentuais esperados com a seleção, entre e dentro de famílias de meios irmãos, para o peso das espigas, variaram entre 6,03 a 10,33%. Essas estimativas situaram-se dentro dos limites que têm sido encontrados para o ganho esperado com este tipo de família (VENCOVSKY *et alii*, 1988). Independente de locais e população de plantas o ganho esperado foi

de 7,33%. Para a CMS-39 foram encontrados ganhos percentuais esperado de 10,28 e 3,97%, no primeiro e segundo ciclo de seleção, respectivamente (AGUIAR, 1986 e PACHECO, 1987). Porém, como já realçado, as avaliações dos ciclos anteriores foram efetuadas apenas na população de 50 mil plantas/ha.

Observa-se que o ganho percentual em Lavras, na população de 26 mil plantas/ha, foi 44% superior ao obtido em Sete Lagoas (Tabela 14). Além disso, o ganho percentual baseado na média dos dois locais também foi superior à este local. Resultados semelhantes foram observados por AGUIAR (1986) e RESENDE (1989). Este último autor argumenta que a seleção baseada na média dos ambientes leva a um maior progresso no ambiente desfavorável que a seleção no próprio, devido ao aproveitamento da maior variabilidade genética expressa no ambiente favorável e ao menor desvio padrão fenotípico observado na média dos ambientes.

Nesse trabalho a magnitude da variância da interação famílias x locais na média das duas populações foi de 120,0 (g/planta)², ou seja, 76% de σ_p^2 , resultado esse semelhante ao relatado por AGUIAR (1986). Já o componente da interação famílias x populações de plantas foi de magnitude bem inferior e corresponde apenas a 13,5% da estimativa de σ_p^2 (Tabela 14). É necessário salientar que apesar da pequena magnitude da estimativa de σ_{pd}^2 a coincidência das famílias selecionadas nas duas populações de plantas foi baixa (Tabela 19). Uma possível explicação é que a interação reflete o desempenho médio dos

materiais avaliados. Como foram 200 famílias avaliadas é provável que a grande maioria tenha apresentado comportamento coincidente nas duas densidades, porém para aquelas com desempenho mais expressivo tal fato não tenha sido verificado.

Mesmo utilizando famílias de meios irmãos, que de acordo com COMSTOCK & MOLL (1963) liberam pouca variância genética aditiva e com isso apresentam pequena interação com o ambiente, os resultados apresentados na literatura mostram valores elevados para a interação famílias x ambientes (AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988; RESENDE, 1989).

TABELA 19. Famílias de meios irmãos do grupo 1 selecionadas nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha na média dos locais. Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

PROG.	26000 pl/ha			PROG.	50000 pl/ha		
	(g/parcela)	IE	CSEPT		(g/parcela)	IE	CSEPT
40	4242	1,9	33,0	87	5439	1,3	14,5
2	4122	1,8	28,5	7	5355	1,2	14,9
77	4005	1,6	22,7	73	5225	1,2	11,0
34*	3987	1,5	23,5	25	5104	1,2	11,4
42	3864	1,7	25,1	28	5024	1,4	13,7
16	3860	1,9	30,2	18*	4892	1,1	5,9
93*	3851	1,8	24,2	93*	4870	1,2	8,0
18*	3848	1,8	29,0	58	4823	1,2	6,6
37	3838	1,6	26,7	34*	4815	1,2	8,6
82	3824	1,7	34,7	6	4814	1,1	8,1

* Famílias que foram selecionadas nas duas densidades.

Com relação as estimativas para o caráter contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT), observa-se que a estimativa da variância aditiva obtida na menor população de plantas superou em 287% o da população de 50 mil plantas/ha (Tabela 15). Isso mostra que para esse caráter, houve uma maior liberação da variabilidade na menor população de plantas, haja vista que o coeficiente de herdabilidade também foi superior nessa condição. Em baixa população há uma menor competição entre plantas e, desse modo, a planta tem condições de expressar sua potencialidade em produzir mais de uma espiga e também um maior desenvolvimento dessa espiga.

Por sua vez, os coeficientes de herdabilidade para a CSEPT na população de 26 mil plantas/ha foram superiores aos obtidos para o peso das espigas, porém inferiores quando se considera a população de 50 mil plantas/ha (Tabelas 14 e 15). Em princípio, isso mostra que a melhor condição para efetuar a seleção é diferente para esses dois caracteres. Contudo, não deve ser ignorado que o desempenho das famílias nas duas populações para a CSEPT, ao contrário do que aconteceu para o peso das espigas, não foi coincidente, fato esse constatado pela acentuada interação famílias x população de plantas (Tabela 13).

O fenômeno de "assimilação genética" discutida por FALCONER (1987), pode reforçar o propósito de se fazer seleção em menor densidade para tal característica, independente da população de plantas a ser utilizada posteriormente. De acordo

com esse autor, uma característica pode se expressar como resultado de um estímulo do ambiente, e se a seleção for aplicada a essa característica, eventualmente, ela poderá aparecer espontaneamente, sem a necessidade do estímulo. Dessa forma, se isso for verificado, o melhorista poderá trabalhar em menores populações de plantas por unidade de área para permitir uma maior liberação da variabilidade existente no caráter. É preciso ressaltar que a alta interação famílias x densidades obtida para esse caráter, poderá afetar uma provável assimilação genética.

Os ganhos percentuais para a CSEPT foram bem superiores ao do peso de espigas, variando de 16,6 a 41,0% (Tabela 15). Na população de 50 mil plantas/ha, o ganho percentual esperado na média dos locais foi superior a estimativa obtida em cada local em separado, evidenciando mais uma vez que também para esse caráter o ambiente`desfavorável impede a expressão da variabilidade em maiores proporções, que nesse caso na média dos locais a maior liberação da variabilidade associada a um menor desvio padrão fenotípico resultou em um maior ganho percentual esperado (Tabela 15).

Um outro fato que chama a atenção para a CSEPT, é o ganho percentual estimado na média dos locais em cada população de plantas. Apesar da maior herdabilidade encontrada na menor população de plantas, como relatado anteriormente, o ganho percentual foi menor nessa condição (Tabela 15). Isso ocorreu porque, apesar do ganho ter sido superior em valor absoluto

nessa menor população de plantas, proporcionalmente à média, o ganho foi mais expressivo na maior população.

Já a resposta correlacionada na CSEPT quando a seleção é praticada no peso de espigas, variou de 5,13 a 20,13%, sendo que em média a estimativa foi de 10,94% (Tabela 15). Esse baixo valor se verificou em função do coeficiente de correlação genética apresentarem valores de pequena magnitude, ou seja, 0,53 e 0,39 para a população de 26 e 50 mil plantas/ha, respectivamente.

5.2. Avaliação das populações derivadas dos diferentes ciclos seletivos

A estimativa do ganho realizado com a seleção é fundamental para se aquilatar o sucesso com a seleção e, também para se aferir as estimativas dos parâmetros genéticos, sobretudo o ganho esperado com a seleção nos sucessivos ciclos. Para isso foi obtido o ganho realizado com a seleção, envolvendo os três ciclos seletivos já realizados. O ganho realizado médio por ciclo foi de 3,6% (Tabela 18).

Utilizando as estimativas do ganho esperado com a seleção entre famílias de meios irmãos da população de milho CMS-39, obtida por AGUIAR (1986) no primeiro ciclo seletivo (10,3%), por PACHECO (1987) no segundo ciclo seletivo (4,0%) e a do presente trabalho para o terceiro ciclo (7,3%), obteve-se o ganho esperado médio por ciclo de 7,2%. Como se observa, esse

valor foi o dobro do ganho realizado, considerando a média dos quatro locais (Tabela 18).

Na literatura são escassos os relatos do ganho realizado com a seleção (VENCOVSKY, 1968; WEBEL & LONNQUIST, 1967; BURTON *et alii*, 1971; PENNY & EBERHART, 1971; COMPTON & BAHADUR, 1977; GARDNER, 1976, 1977). Os resultados desses trabalhos estão apresentados na Tabela 20. Como se constata, as seleções envolvendo famílias de meios irmãos apresentaram concordância entre o ganho esperado e realizado, maior que a obtida nesse trabalho. O mesmo ocorreu para a seleção massal estratificada. Já para a seleção recorrente recíproca a eficiência da estimativa do ganho para predizer o realizado foi desapontante.

TABELA 20. Estimativas do ganho esperado e realizado por ciclo de seleção (%), para a produção de grãos.

Número de Ciclos	Método de Seleção	Ganho Esperado (Ge)	Ganho Realizado (Gr)	Ge/Gr	Referências
3	MI	16,50	12,40	1,33	VENCOVSKY (1968)
4*	MI	8,39	9,44	0,89	WEBEL & LONNQUIST (1967)
10*	MI	4,87	5,26	0,93	COMPTON & BAHADUR (1977)
12*	MI	4,53	4,62	0,98	GARDNER (1976)
4	SRR	8,70	1,70	5,12	BURTON <i>et alii</i> (1971)
5	SRR	7,20	1,70	4,24	PENNY & EBERHART (1971)
15	SME	3,08	3,00	1,03	GARDNER (1977)

* - Referem-se ao mesmo programa de seleção.

MI - Famílias de meios irmãos.

SRR - Seleção recorrente recíproca.

SME - Seleção massal estratificada.

Comentando a respeito da discrepância entre o ganho esperado e o realizado, HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988) apontam as seguintes causas: a) Erro de amostragem ou das estimativas; b) Efeito da interação genótipo por ambiente. No que se refere ao erro de amostragem essa pode ocorrer no lote de recombinação. Se ocorrerem problemas, especialmente no momento do florescimento, a recombinação pode ser deficiente em um ou mais ciclos o que, evidentemente, contribuirá para que a população sintetizada não reflita a que deveria ser obtida com a seleção.

Nas avaliações para se obter o ganho realizado, pode ocorrer também que o material que está sendo avaliado não represente bem a população, ocorrendo outro tipo de erro amostral. Esse erro pode ser atenuado utilizando muitas repetições e parcelas maiores do que as tradicionais. É provável que esse fato não deve ter ocorrido no presente trabalho, pois, as populações foram avaliadas em quatro locais e com dez repetições por local. Além disso, possuía 50 plantas, ou seja, 500 plantas por experimento, o que é suficiente para representar a população de cada ciclo.

Continuando ainda entre os fatores que podem contribuir para a divergência do ganho esperado e realizado, é necessário salientar que toda estimativa tem erro. No caso das variâncias, pelo fato dos desvios serem elevados ao quadrado espera-se que os erros sejam mais pronunciados. Assim uma superestimativa da variância genética aditiva, pode contribuir para que o ganho esperado seja superior ao realizado. No caso da população

de milho CMS-39 os erros associados a estimativa da variância genética aditiva corresponderam a 13%, 39% e 26% de sua estimativa, para os ciclos I, II e III, respectivamente. Isso pode explicar pelo menos parte da diferença entre o ganho realizado e o esperado.

Erro na estimativa do ganho pode ocorrer também quando se usa o diferencial de seleção estandardizado (k). Isso ocorre quando as médias das famílias não se ajustam perfeitamente a uma distribuição normal. É provável que esse fato seja especialmente sério quando se avalia um menor número de famílias. Observando as distribuição de freqüências da média das famílias apresentadas por AGUIAR (1986) e PACHECO (1987) e as do ciclo III (Figura 3), verifica-se que o ajustamento à distribuição normal foi bom, o que não deve ter contribuído para a discrepância observada nesse caso.

O principal complicador da concordância entre o ganho esperado e o realizado deve ser a interação genótipos por ambientes. A avaliação das famílias é realizada em um ano e a dos ciclos seletivos em outro. Especialmente nas regiões tropicais as condições climáticas são muito variáveis e até mesmo dentro de um ano agrícola há interação genótipo por época de semeadura (SOUZA, 1989; OLIVEIRA, 1990). Como no Estado de Minas Gerais nos últimos anos, a quantidade de chuva e especialmente a distribuição dessas tem sido muito irregular, é esperada uma interação entre os materiais genético por ano agrícola. Essa interação refletirá na concordância do ganho realizado e esperado.

Infelizmente esse efeito não tem condições de ser quantificado.

Em cada ciclo seletivo foi constatada interação famílias por ambientes, entretanto, não se constatou interação ciclo seletivo por locais (Tabela 17). Contudo, é preciso enfatizar que as famílias foram selecionadas considerando o desempenho médio das famílias nos ambientes, o que deve ter atenuado esse efeito.

Como se observa na Tabela 20, quanto maior o número de ciclos avaliados melhor foi a concordância entre o ganho esperado e realizado. Essa talvez seja a principal alternativa para se reduzir esse efeito. Partindo desse pressuposto, uma estratégia a ser adotada pelos melhoristas deveria ser avaliar o ganho realizado com a seleção periodicamente. Essa avaliação dos ciclos seletivos anteriores, poderia ser realizada concomitantemente à avaliação das famílias do último ciclo. Desse modo após vários ciclos poderia se estimar o ganho realizado médio e sobretudo verificar o possível efeito da interação ciclo por ano no ganho realizado.

Para verificar o efeito da interação famílias x locais constatada no terceiro ciclo seletivo foram sintetizadas três populações distintas: A partir do desempenho das famílias apenas em Sete Lagoas (C_{IIISL}), idem para Lavras (C_{IIILV}) e a terceira, na média do desempenho das famílias nos dois locais (C_{IIIM}). Se a interação famílias por locais afetasse a resposta da seleção era esperado interação da origem da população com local da avaliação. Esse fato não foi observado (Tabela 17).

Quando se compara a média das populações em Sete Lagoas e Lavras, verifica-se que de fato a interação famílias x locais não alterou o desempenho das populações nos dois locais (Tabela 21). Nesse contexto, alguns comentários necessitam ser realizados. Na população oriunda de Lavras houve problemas de recombinação. Essa recombinação foi realizada no ano agrícola 1989/90, e a semeadura foi efetuada em janeiro. Como houve problema de distribuição de chuvas a polinização foi irregular o que deve ter afetado a recombinação. A produtividade média dessa população foi a menor, o que reforça o fato de problemas na recombinação. Um outro problema se deve ao fato de que essas populações foram originadas de um único ciclo e consequentemente em um mesmo ano. Desse modo a interação dessas três populações por ano pode ter sido de tal magnitude que mascarou o efeito da interação por locais.

TABELA 21. Produtividade média (kg/ha) das populações originadas no terceiro ciclo seletivo.

População*	Local da Avaliação		
	Sete Lagoas	Lavras	Médias
C _{III SL}	6730	7035	6883
C _{III LV}	6699	6867	6783
C _{III M}	6489	6940	6715

* C_{III SL}, C_{III LV} e C_{III M}, referem-se as populações originadas do terceiro ciclo a partir do desempenho das famílias em Sete Lagoas, Lavras e na média dos dois locais, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

1. Após o terceiro ciclo de seleção na população de milho CMS-39 foi constatada variação genética entre as famílias. Esse fato associado a alta produtividade de espigas indica a importância de se continuar com os ciclos seletivos nessa população.

2. Além do aumento na produtividade da primeira espiga, o maior índice de espigas e principalmente, a maior contribuição da segunda espiga para a produtividade na menor densidade de plantas contribuiu para que com a metade do número de plantas a redução média na produtividade, em relação a maior população de plantas, fosse de apenas 23%.

3. Constatou-se que apenas o índice de espigas não reflete completamente a prolificidade de uma família, uma vez que em alguns casos a segunda espiga apresentou pequena participação para a produção de grãos. Dessa forma, o índice de espigas deve ser associado a contribuição da segunda espiga para a produção total quando se almeja a seleção para maior prolificidade.

4. Apesar da interação famílias x densidades de plantas ter sido de magnitude relativamente pequena, para a produção de grãos, especialmente quando comparada com a interação famílias x locais, observou-se que não houve boa concordância entre as famílias que seriam selecionadas nas duas populações de

plantas. Isso indica, pelo menos em princípio, que a seleção, para regiões onde há predominância do sistema consorciado com a cultura do feijão, deveria ser realizada na menor população de plantas, principalmente se além de produtividade houvesse interesse em maior prolificidade, pois, o índice de espigas e a contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) apresentaram interação famílias x densidades de plantas expressiva.

5. Constatou-se que para a produção de grãos o ganho realizado por ciclo na média dos quatro locais foi de 3,6%, valor esse inferior a estimativa do ganho esperado médio por ciclo que foi de 7,2%.

7. RESUMO

Avaliaram-se 200 famílias de meios irmãos da população de milho CMS-39 proveniente do terceiro ciclo seletivo nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em duas localidades do Estado de Minas Gerais, Sete Lagoas e Lavras. Os experimentos foram conduzidos durante o ano agrícola 1988/89, utilizando dois látices 10 x 10 com duas repetições para cada população de plantas. Além da produtividade de grãos foram obtidos dados do número de espiga por planta e contribuição da segunda espiga para a produção total de grãos. Após o terceiro ciclo de seleção na população de milho CMS-39 foi constatada variação genética entre as famílias. Esse fato associado a alta produtividade de grãos indica a importância de se continuar com os ciclos seletivos nessa população. Além do aumento na produtividade da primeira espiga, o maior índice de espigas e principalmente a maior contribuição da segunda espiga para a produtividade na menor população de plantas, contribuiu para que com a metade do número de plantas a redução média na produtividade, em relação a maior população de plantas, fosse de apenas 23%. Verificou-se também que apenas o índice de espigas não reflete completamente a prolificidade de uma família, uma vez que em alguns casos a segunda espiga apresentou pequena participação para a produção de grãos. Assim, o índice de espigas deve ser associado a

a contribuição da segunda espiga para o peso total quando se almeja a seleção para maior prolificidade. Apesar da interação famílias x densidades de plantas ter sido de magnitude relativamente pequena para a produção de grãos, especialmente quando comparada com a interação famílias x locais, observou-se que não houve boa concordância entre as famílias que seriam selecionadas nas duas populações de plantas. Isso indica, pelo menos em princípio, que a seleção, especialmente para região onde há predominância do sistema consorciado com a cultura do feijão, deveria ser realizada na menor população de plantas, principalmente se além de produtividade houvesse interesse em maior prolificidade, pois, o índice de espigas e a contribuição da segunda espiga para o peso total apresentaram interação famílias x densidades de plantas expressiva. Objetivando-se também verificar o sucesso com a seleção para a produção de grãos na população de milho CMS-39 foram avaliadas no ano agrícola 1990/91, as populações do ciclo original (C0), ciclo I, ciclo II e a do terceiro ciclo seletivo em um delineamento de blocos casualizados com dez repetições nas localidades de Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho e Santo Antônio do Amparo, em Minas Gerais. Constatou-se que para a produção de grãos o ganho realizado por ciclo na média dos quatro locais foi de 3,6%, valor esse inferior a estimativa do ganho esperado médio por ciclo que foi de 7,2%.

8. SUMMARY

EVALUATION OF HALF-SIBS FAMILIES FROM CMS-39 MAIZE POPULATION IN TWO PLANTING DENSITIES

Two-hundred half-sibs families from CMS-39 maize population in the third selection cycle were evaluated under densities of 26 and 50 thousand plants per ha. The experiments were carried out during the crop season of 1988/89 in Sete Lagoas and Lavras counties, State of Minas Gerais. The experimental design was a 10x10 lattice with two replications for each planting density. Data were recorded for grain yield, number of ears per plant and the contribution of the second ear for total grain yield. After the third cycle of selection in the CMS-39 maize population it was still possible to detect genetic variation among families. This fact coupled with a high grain yield point to the importance in continuing with the selection cycles in this population.

Although plant population in the smallest planting density was half of that of the greatest planting density grain yield was just 23% lower. This is explained by the higher grain yield of the first ear, the greater ear index and specially by the greater contribution of the second ear to total grain yield observed in the 26 thousand plants population. It was observed also that the ear index "per se"

does not represent fully the families prolificacy since in many cases the second ear had a small contribution to grain yield. Thus the ear index should be associated with the contribution of the second ear to total grain yield if selection for prolificacy is sought. Despite the small families x planting densities interaction compared to families x locals interaction, there was not good agreement in the performance of families selected in the two populations. This shows that in regions where the maize-common bean intercropping system predominates selection should be done in small planting densities. This is most important if besides grain yield there is some interest in selecting for greater prolificacy because the ear index and the contribution of the second ear to grain yield presented large families x planting densities interaction. In order to evaluate the genetic progress in grain yield through selection, populations from cycle zero (C0), cycle I, cycle II and cycle III were tested in a randomized complete blocks design with ten replications in Sete Lagoas, Lavras, Ribeirão Vermelho and Santo Antonio do Amparo counties, State of Minas Gerais. It was observed that the realized genetic gain in grain yield per cycle was 3.6% in the average of the four localities. This value was lower than the predicted gain which was 7.2% per selection cycle.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, P.A. de. Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente. Lavras, ESAL, 1986. 68p. (Dissertação de Mestrado).

----- ; CASTRO, T. de A.P.; YOKOYAMA, M. & SILVEIRA, P.M. da. Temperatura e umidade do solo e população de Empoasca no cultivo de feijão após maturação fisiológica do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982. Anais... Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, 1982. p .265-7.

ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgar Blücher, 1971. 381p.

ANDERSON, E.L.; KAMPRATH, E.J. & MOLL, R.H. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. Agronomy Journal, Madison, 76:397-404, 1984.

-----; ----- & ----- . Prolificacy and N fertilizer effects on yield and N utilization in maize. Crop Science, Madison, 25:598-602, 1985.

ANGELOV, K. Development of axillary buds in different genotypes of hybrid maize. Rasteniev"dni Nauki, 21(2):26-33, 1984. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, 3(1):1, abst. 5, Jan/Feb, 1987.

- ANGELOV, K. Ear differentiation and growth in many-eared inbred lines and hybrids of maize in relation to ear position on the stem and growing conditions. Genetika i selektsiya, 21(4):314-325, 1988. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, 59(1):26, abst. 228 Jan. 1989a.
- Inheritance of number of potential and grain-producing ears in one-eared and many-eared forms of maize. Genetika i selektsiya, 21(5):405-12, 1988. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, 59(2):113, abst. 994, Feb. 1989b.
- & LALOVA, E. Growth period, moisture content in the grain and yield in many-eared inbred lines of maize. Rasteniev" dni Nauki, 24(2):3-9, 1987. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, 3(6):365, abst. 3108, Nov./Dez. 1987.
- BERTRAND, M.; TARDIEV, F. & FLEURY, A. Variability in the number of rows in maize ears. Agronomic, 9(10):957-64, 1989. In: FIELD CROP ABSTRACTS, Wallingford, 43(7):620-21, 1990.
- BIGOTO, A.C. Estudo da população ESALQ-PB1 de milho (Zea mays L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. Piracicaba, ESALQ-USP, 1988. 124p. (Dissertação de Mestrado).
- BONAPARTE, E.E.N.A. The effects of temperature, day length, soil fertility and soil moisture on leaf number and duration to tassel emergence in Zea mays L. Annals of Botany, Londres, 39:387-418, 1975.
- BREWBAKER, J.L. Genética na agricultura. São Paulo, Polígono, 1969. 217p.

- BROTSLAW, D.J.; DARRAH, L.L.; ZUBER, M.S. & KRAUSE, G.F. Effect of prolificacy on grain yield and root and stalk strength in maize. Crop Science, Madison, 28:750-55, 1988.
- BROWN, R.H.; BEATY, E.R.; ETHREDGE, W.J. & HAYES, D.D. Influence of row width and plant population on yield of two varieties of corn (*Zea mays*) Agronomy Journal, Madison, 62:767-70. 1970.
- BURTON, J.W.; PENNY, L.H.; HALLAUER, A.R. & EBERHART, S.A. Evaluation of synthetic population developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. Crop Science, Madison, 11:361-5, 1971.
- CANDAL NETO, J.T. Cultivo consorciado de milho com feijão: Efeitos da altura das plantas de milho e da sua densidade populacional. Viçosa, UFV, 1985. 68p. (Dissertação de MS).
- CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) SUWAN DMR. Piracicaba, ESALQ-USP, 1988. 112p.(Dissertação de Mestrado).
- CARDOSO, M.J. Crescimento das plantas de milho e feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas de associação. Viçosa, UFV, 1985. 128p. (Tese Doutorado).
- CARLONE, M.R. & RUSSEL, W.A. Response to plant densities and nitrogen levels for maize cultivars under varying fertility and climatic conditions. Crop Science, Madison, 27:465-70, 1987.
- CARMO, C.M. Avaliação de progênies de meios irmãos em populações heterogêneas de milho (*Zea mays* L.), Piracicaba, ESALQ, 1969. 48p. (Dissertação de Mestrado).
- CASTRO, E.M. de. Competição entre populações de milho normais e braquíticos. Piracicaba, ESALQ, 1983. 155p. (Tese Doutorado).

- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs, 2. ed., New York, John Willey, 1957.
- COELHO, M.F.B. Efeitos da densidade populacional e do arranjo espacial das plantas de milho no consórcio com culturas de feijão. Viçosa, UFV, 1988. 118p. (Tese Doutorado).
- COLIGADO, C.M. & BROWN, D.M. Response of corn (Zea mays L.) in the pre-tassel initiation period to temperature and photoperiod. Agricultural Meteorology, Amsterdam, 14: 356-67, 1975.
- COMPTON, W.A. & BAHADUR, K. Ten cycles of progress from modified era-to-row selection in corn. Crop Science, Madison, 17:378-80, 1977.
- COMSTOCK, R.E. & MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., eds. Statistical genetics and plant breeding. Washington, National Academic of Science, 1963. p.164-96. (Publication, 82).
- & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating average degree of dominance. Biometrics, Washington, 4(1):254-66, Mar. 1948.
- & -----. Estimation of average dominance of genes. In: GOWEN, J.W. Heterosis, Ames, 1952. p. 494-516.
- COORS, J.G. & MARDONES, M.C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize. I. Direct and correlated responses. Crop Science, Madison, 29(2):262-6, 1989a.
- & MARDONES, M.C. Registration of WGG (MP) C₁₅ maize germplasm. Crop Science, Madison, 29(6):1579, 1989b.

- CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P. & SALLES, L.T.C. de. Utilização de cultivares de milho prolíficos no consórcio milho-feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(2):203-11, Fev. 1987.
- DARRAH, L.L.; EBERHART, S.A. & PENNY, L.H. A maize breeding methods study in Kenya. Crop Science, 12:605-8, 1972.
- DUDLEY, J.W. Seventy six generations of selection for oil and protein in maize. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, Ames, 1976. Proceedings, Ames, Iowa State University Press, 1977. p.459-73.
- & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Science, Madison, 9:257-62, 1969.
- DUVICK, D.N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. Crop Science, Madison, 14:69-71, 1974.
- EARLEY, E.B.; LYONS, J.C.; INSELBERG, E.; MAIER, R.H. & LENG, E.R. Earshoot development of midwest dent corn (*Zea mays* L.), Illinois, Exp. Sta. Bull. 747, 1974.
- ; MILLER, R.S.; REICHERT, G.L.; HAGEMAN, R.H. & SEIF, R.D. Effects of shade on maize production under field conditions. Crop Science, Madison, 6:1-7, 1966.
- FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. 2nd col. Longman, 1987, New York.
- FERNANDES, J.S.G. Progressos esperados em linhagens de milho (*Zea mays* L.) via seleção recorrente intra e interpopulacional. Piracicaba, ESAQ-USP, 1990. 233p. (Tese Doutorado).

- FERREIRA, J.G. Adoção de tecnologia na cultura do milho em Lavras, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1982. 88p. (Dissertação de Mestrado).
- FISHER, R.A. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Transaction of The Royal Society of Edinburg, Edinburg, 52:399-433, 1918.
- FONTANA NETTO, F.; VIEIRA, C. & CARDOSO, A.A. Cultura associada de feijão e milho. VIII Efeitos da altura e da população de plantas de milho. Revista Ceres, Viçosa, 31: 489-501, 1985.
- FRANCIS, C.A. Development of plant genotypes for multiple cropping systems. In: FREY, R.J. Plant breeding II. Ames, Iowa State University, 1981. p.179-231.
- FRUNZE, I.I. & GARBUR, I.V. Pollen production of paternal forms. Kukuruza i sorgo, 1:38-9, 1989. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, 60(7):774, abst. 6319, July 1990.
- GALVÃO, J.D.; BRANDÃO, S.S. & GOMES, F.R. Efeito da população de plantas e níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos e sobre o peso médio das espigas de milho. Experientiae, Viçosa, 9(2):39-82, 1969.
- & PATERNIANI, E. Comportamento do milho "Piranão" (braquítico 2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. Experientiae, Viçosa, 20(2):17-52, 1975.
- GARDNER, J.C.; SCHATZ, B.G. & OLSON, H.M. Performance of a prolific and a non-prolific corn hybrid in central North Dakota. North Dakota Farm Research, 44(6):21-4, 1987. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, 57(12):1118, abst. 10683, Dec. 1987.

GARDNER, C.O. Quantitative genetic studies and population improvement in maize and sorghum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, Ames, 1976. Proceedings... Ames, Iowa State University Press, 1976. p.475-89.

----- Quantitative genetic studies and population improvement in maize and sorghum. Bulletin of the Nebraska, Agricultural Experiment Station n-5262, 1977.
15p.

----- & LONNQUIST, J.H. Linkage and the degree of dominance of genes controlling quantitative characters in maize. Agronomy Journal, Madison, 51:524-28, 1959.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12 ed. Piracicaba, 1987. 467p.

GUO, P.Z.; GARDNER, C.O. & OBAIDI, M. Genetic variation and gene effects controlling prolificacy and other traits in maize (*Zea mays* L.) Acta genetica Sinica, 13(1):35-42, 1986. In: MAIZE ABSTRACTS, Wallingford, 3(3):146, abst. 1231, Mai/June, 1987.

HALLAUER, A. R. Genetic variability for yield after four cycles of reciprocal recurrent selections on maize. Crop Science, Madison, 10:2-5, 1970.

----- Heritability of prolificacy in maize. The Journal of Heredity, Baltimore, 65:163-8, 1974.

----- & MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding, Ames, Iowa State University Press. 1988. 486p.

-----; RUSSEL, W.A. & LANKEY, K.R. Corn Breeding. In: SPRAGUE, G.F. & DUDLEY, J.W., ed. Corn and corn improvement. New York, 1988. p.463-564.

- HULL, F.H. Recurrent selection and specific combining ability in corn. Journal of the American Society of Agronomy, Washington, 37:134-45, 1945.
- KLIMOV, E.A. The breeding value of the double-eared trait in producing early maize hybrids. Selecktsiya i semenovods two, Ukrainian, (59):13-19, 1985. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, 57(9):826, abst. 7882, Sept. 1987.
- LAIBLE, C.A. & DIRCKS, V.A. Genetic variance and selection value of ear number in corn (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 8:540-43, 1968.
- LEITE, D.R. Comportamento de milho *Zea mays* L. braquítico - 2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESALQ, 1973. 38p. (Dissertação de Mestrado).
- LONNQUIST, J.H. A modification of the ear-to-row procedure of the improvement of maize population. Crop Science, Madison, 4(2):227-8, Mar/Apr. 1964.
- Mass selection for prolificacy in corn. Der Zuchter, 37:185-8, 1967.
- ; COTA, O.A. & GARDNER, C.O. Effect of mass selection and thermal neutrons irradiation on genetic variances in a variety of corn (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 6:330-2, 1966.
- MARECK, J.H. & GARDNER, C.O. Response to mass selection in maize and stability of resulting populations. Crop Science, Madison, 19:779-83, 1979.
- MOLL, R.H. & KAMPRATH, E.J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. Agronomy Journal, Madison, 69:81-4, 1977.

- MOLL, R.H ; KAMPRATH, E.J & JACKSON, W.A. Development of nitrogen-efficient prolific hybrids of maize. Crop Science, Madison, 27(2):181-6, 1987.
- & ROBINSON, H.F. Observed and expected response in four selection experiments in maize. Crop Science, Madison, 6:319-23, 1966.
- MOSS, G.I. & DOWNEY, L.A. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. Crop Science, Madison, 11:368-72, 1971.
- MOTTO, M. & MOLL, R.H. Prolificacy in maize: A Review. Maydica, Bergamo, 28:53-76, 1983.
- MUNDSTOCK, C.M. Número de plantas por unidade de área. In: REUNIAO BRASILEIRA DE MILHO, 8, Porto Alegre, 1970. Anais... Porto Alegre, Secretaria dos Negócios da Agricultura, 1970. p.9-11.
- NIELSEN, R.L. Influence of hybrids and plant density on grain yield and stalk breakage in corn grown in 15 inch row spacing. Journal of production agriculture, 1(3): 190-95, 1988. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, 5(5):356, abst. 2963, Sept. 1989.
- NISHIKAWA, H. & KUDO, M. Explicational studies on the sterile ear as appeared on mechanized cultivation of the corn plant (*Zea mays* L.). In: JAPANESE ENGLISH SUMMARY. Tohoku Agricultural Experiment. Station Research Report, 44:51-45, 1973.
- NOVAIS, R.F. de. Comportamento de dois milhos híbridos duplos *Zea mays* L., (Ag206 e H6999) em três populações de plantas e três níveis de nitrogênio. Viçosa, UFV, 1970.64p. (Dissertação de Mestrado).

- OLIVEIRA, M.D.X. de. Comportamento da cultura de milho (*Zea mays L.*) em diferentes épocas de semeadura nas regiões Centro e Norte de Mato Grosso do Sul. Lavras, ESAL, 1990. 90p. (Dissertação de Mestrado).
- PACHECO, G.A.P. Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente - 2^o ciclo de seleção. Lavras, ESAL, 1987. 109p. (Dissertação de Mestrado).
- PAIVA, B. de O. Apontamentos de genética elementar e aplicada. Lavras, Tipografia do Instituto Evangélico, 1925. 156p.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays L.*). Crop Science, Madison, 17:212-6, 1967.
- & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de Populações. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. Melhoramento e Produção do Milho. 2. ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. V.1, cap. 6, p.215-74.
- & VENGOVSKY, R. Reciprocal recurrent selection in maize (*Zea mays L.*) based on testcrosses of half-sib families. Maydica, Bergamo, 22:141-52, 1977.
- & -----. Reciprocal recurrent selection in based on half-sib progenies and prolific plants in maize. Maydica, Bergamo, 23:209-19, 1978.
- PELLICANO, I.J. Potencial da interpopulação de milho (*Zea mays L.*) BR105 x BR 106 para o melhoramento genético. Piracicaba, ESALQ-USP. 1990. 139p. (Dissertação de Mestrado).
- PENNY, L.H. & EBERHART, S.A. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize (*Zea mays L.*). Crop Science, Madison, 11:900-3, 1971.

- PEREIRA FILHO, I.A. Comportamento dos cultivares de milho (*Zea mays* L.) "Piranhão" e "Centralmex" em diferentes condições de ambientes, espaçamentos e níveis de nitrogênio. Lavras, ESAL, 1977. 84p. (Dissertação de Mestrado).
- POZAR, G. Interação da arquitetura da planta e espaçamento na produtividade do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1981. 75p. (Dissertação de Mestrado).
- PRIOR, C.L. & RUSSEL, W.A. Yield performance of nonprolific maize hybrids at six plant densities. Crop Science, Madison, 15:482-6, 1975.
- RAMALHO, M.A.P. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não endógamas. Piracicaba, ESALQ, 1977. 122p. (Tese de Doutorado).
- ; SILVA, A.F. da & AIDAR, H. Cultivares de milho e feijão em monocultivo e em dois sistemas de consorciação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 19(7): 837-43, 1984.
- REIS, P.W. Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de semeadura desta cultivar. Lavras, ESAL, 1984. 113p. (Dissertação de Mestrado).
- RESENDE, M.D.V. de. Seleção de genótipos de milho (*Zea mays* L.) em solos contrastantes. Piracicaba, ESALQ, 1989. 212p. (Dissertação de Mestrado).
- REZENDE, G.D.S.P.; RAMALHO, M.A.P. & PEREIRA FILHO, I.A. Comportamento de cultivares de milho em monocultivo e em consórcio com o feijão em diferentes densidades de semeadura. In: 18^o CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - EMBRAPA/EMCAPA - ES. Anais... (no prelo)

- ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. & HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agronomy Journal, Madison, 43:282-7, 1951.
- RUSSEL, W.A. Testcrosses of one and two-ear types of corn Belt maize inbreds. I. Performance at four plant stand densities. Crop Science, Madison, 8:244-7, 1968.
- Contribution of breeding to maize improvement in The united States. 1920's - 1980's. Iowa State Journal Reaserch, Ames, 61:5-34, 1986.
- SAMPAIO, N.F. Potencial genético de progênies de meios-irmãos de milho (*Zea mays* L.) na obtenção de híbridos intermediários. Piracicaba, ESALQ-USP, 1989. 171p. (Tese de Doutorado)
- SASS, J.E. & LOEFEL, F.A. Development of axillary buds in maize in relation to barrenness. Agronomy Journal, Madison, 51:484-6, 1959
- SAWAZAKY, E. Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para produção de grãos no milho IAC Maya. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 99p. (Dissertação de Mestrado).
- SEGOVIA, R.T. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Piracicaba, ESALQ-USP, 1976. 98p. (Tese de Doutorado).
- SHETTY, G.S.S.; SHUKLA, B.S.; AGRAWAL, B.D. & PANDEY, R.K. Effect of erect orientation on light transmission, growth and grain yield in maize (*Zea mays* L.). Pantnagar Journal of Research, 1:48-52, 1976.

- SHEVARDNADZE, G.A. Genetic analysis of prolificacy in maize in a diallel cross system. Bulletin of the Academy of Science of the Georgian, 115(3):617-20, 1984. In: PLANT BREEDING ABSTRACT, Cambridge, 56(11), Abst. 228, Jan.1986.
- & GOGINASHVILI, K.A. Correlations between some phenotypic characteres in prolific maize. Soobsheniya akademii nauk cruzinskoi, 131(3):597-599, 1988. In: MAIZE ABSTRACTS. Cambridge, 6(4):257, abst. 1975, July 1990.
- SILVA, C.C. da & VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho, V. Avaliação de um sistema. Revista Ceres, Viçosa, 28:195-206, 1981.
- SILVA, J. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Cateto Colômbia Composto. Piracicaba, ESALQ-USP, 1969. 74p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, J.J.S.E. Equilíbrio populacional no consórcio milho x feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982. Anais... Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1982. p.94-6.
- SILVA, W.J. & LONNQUIST, J.H. Genetic variances in populations developed from full-sib and S_1 testcross progeny selection in an open-pollinated variety of maize. Crop Science, Madison, 8:201-4, 1968.
- SINGH, M.; KHEHRA, A.S. & DHILLON, B.S. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. Crop Science, Madison, 26:275-8, 1986.
- SOARES FILHO, W.S. Características fenotípicas e genéticas das populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico Piranão VDzB e Piranão VF1B. Piracicaba, 1987. 185p. (Tese Doutorado).

- SORRELLS, M.E.; HARRIS, R.E. & LONNQUIST, J.H. Response of prolific and nonprolific maize to growth - regulating chemicals. Crop Science, Madison, 18:783-7, 1978.
- ; ----- & ----- . Inheritance of prolificacy in maize. Crop Science, Madison, 19:301-6, 1979.
- SOUZA JUNIOR, C.L. Variabilidade genética em milho (*Zea mays* L.) e relação com a seleção recorrente intra e interpopulacional. Piracicaba, 1983. 151p. (Tese de Doutorado).
- . Procedures for estimating expected genetic progress in inbred lines via recurrent intrapopulational selection. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 8:239-42, 1985.
- . Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal, Piracicaba, FEALQ, 1989.134p.
- SOUZA JUNIOR, C.L.; GERALDI, I.O. & ZINSLY, J.R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L.). Maydica, Bergamo, 30:321-8, 1985.
- SOUZA, F.R.S. de. Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1989. 80p. (Dissertação de Mestrado).
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw-Hill Book, 1980. 633p.
- SUBANDI & COMPTON, W.A. Genetic studies in a exotic population of corn (*Zea mays* L.) grow under two plant densities. Theoretical and Applied Genetics, Heidelberg, 44:153-9, 1974.

- SUDJANA, A. Six cycles of selection for early flowering in maize (*Zea mays* L.). Indonesian Journal of Crop Science, 3(1-2):35-41, 1988. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, 5(6): 436, abst. 1975, Nov. 1989.
- TOLLENAAR, M. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Science, Madison, 29:1325-71, 1989.
- VELLO, N.A. & VENCovsky, R. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DE 1974. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. v. 8, p.238-48, 1974.
- VENCovsky, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. Melhoramento e produção do milho. 2. ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 5, p.135-214.
- . Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção em milho. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DE 1968. Piracicaba, ESALQ/USP, 1968. p.88-90.
- ; MIRANDA FILHO, J.B. de & SOUZA JÚNIOR, C.L. Quantitative genetics and corn breeding in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Raleigh, 1987. Proceedings... Sunderland, 1988, p.465-77.
- VIANNA, R.T. & SILVA, J.C. Comparações de três métodos estatísticos de análise de variância em experimentos em "lattice" em milho (*Zea mays* L.), Experientiae, Viçosa, 21-41, 1978.
- VIEGAS, G.P.; ANDRADE SOBRINHO, J. & VENTURINI, W.R. Comportamento dos milhos H-6999, Asteca e Cateto em três níveis de adubação e três espaçamentos em São Paulo. Bragantia, Campinas, 22:201-36, 1963.

- & PEETEN, H. Sistema de produção. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. Melhoramento e produção do milho. 2 ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2, cap. 12, p.451-538.
- VIEIRA, C.; AIDAR, H. & VIEIRA, R.F. População de plantas de milho e de feijão no sistema de cultura consorciada, utilizados na zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 22(122):286-90, 1975.
- WEBEL, O.D. & LONNQUIST, J.H. An evolution of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 7:651-5, 1967.

A P E N D I C E

TABELA 1a. Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para o peso de espigas (g/parcela). Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

F.V.	LOCAIS	G.L	Q.M. x 10 ⁻⁴			
			26 mil pl/ha		50 mil pl/ha	
			GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 1	GRUPO 2
Tratamentos (A.J)	Sete Lagoas	99	26,29	22,77**	33,71	45,55**
	Lavras	99	72,16	81,35**	155,65	117,44
Erro Efetivo	Sete Lagoas	81	22,97	13,36	26,56	23,74
	Lavras	81	59,99	45,33	110,30	87,23
Médias	Sete Lagoas		2614,18	2669,97	3667,26	3449,76
	Lavras		4017,74	3839,70	4516,86	4473,35
C.V. (%)	Sete Lagoas		18,34	13,69	14,08	14,13
	Lavras		19,27	17,53	23,25	20,88
Eficiência do látice	Sete Lagoas		103,33	110,72	100,30	108,24
	Lavras		104,65	103,88	131,66	102,62

** Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2a. Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para a contribuição da segunda espiga para o peso total - CSEPT (%). Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

F.V	LOCAIS	G.L	Q.M.			
			26 mil pl/ha		50 mil pl/ha	
			GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 1	GRUPO 2
Tratamentos (A.J)	Sete Lagoas	99	67,10 *	93,16 **	6,11 *	12,84
	Lavras	99	93,90 **	103,67 *	46,35	72,97
Erro Efetivo	Sete Lagoas	81	43,06	35,66	4,24	9,76
	Lavras	81	42,52	69,88	36,76	63,89
Médias	Sete Lagoas		15,95	14,46	4,08	5,03
	Lavras		28,54	26,38	9,81	5,01
C.V.(%)	Sete Lagoas		41,15	41,29	50,48	62,08
	Lavras		22,85	31,69	61,78	62,41
Eficiência do Látice	Sete Lagoas		100,52	100,88	106,77	102,80
	Lavras		102,92	100,12	100,24	100,28

** e * Teste de F significativo aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3a. Resumo das análises de variância dos grupos de famílias 1 e 2 para o índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1988/89.

F.V.	LOCAIS	G.L	Q.M. x 10 ²			
			26 mil pl/ha		50 mil pl/ha	
			GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 1	GRUPO 2
Tratamentos (A.J)	Sete Lagoas	99	4,99*	6,53**	1,03*	1,34*
	Lavras	99	7,61**	7,63*	4,26	4,14**
Erro Efetivo	Sete Lagoas	81	3,51	2,25	0,63	0,83
	Lavras	81	4,10	4,99	3,75	2,38
Médias	Sete Lagoas		1,37	1,35	1,05	1,09
	Lavras		1,63	1,59	1,18	1,09
C.V.(%)	Sete Lagoas		13,67	11,07	7,54	8,40
	Lavras		12,43	14,07	17,56	14,16
Eficiência do Látice	Sete Lagoas		100,00	101,04	101,34	100,08
	Lavras		106,99	104,01	105,34	101,88

* e ** Teste de F significativo aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4a. Resumo das análises de variância combinadas para os grupos de famílias 1 e 2 em cada local e densidade, para as características peso de espigas (g/parcela), contribuição da segunda espiga para o peso total-CSEPT (%) e índice de espigas. Dados obtidos nas populações de 26 e 50 mil plantas/ha em Sete Lagoas e Lavras (MG), 1989/89.

F. V.	LOCALS	G.L	Q.M.		CSEPT		Índice de Espigas(x10 ⁻²)	
			Peso de Espigas (x10 ⁻⁴)		26 mil pl/ha		50 mil pl/ha	
			26 mil pl/ha	50 mil pl/ha	26 mil pl/ha	50 mil pl/ha	26 mil pl/ha	50 mil pl/ha
Famílias/G	Sete Lagoas	198	24,53 ^{**}	39,63 ^{**}	80,13 ^{**}	9,48 ⁿ	5,76 ^{**}	1,18 ^{**}
	Lavras	198	76,75 ^{**}	136,54 ^{**}	98,78 ^{**}	59,66	7,62 ^{**}	4,20 ^{**}
Erro Efetivo	Sete Lagoas	162	18,16	25,15	39,36	7,00	2,88	0,73
	Lavras	162	52,66	98,76	56,20	50,32	4,56	3,06
Médias	Sete Lagoas		2642,08	3558,51	15,21	4,56	1,36	1,07
	Lavras		3928,72	4495,11	27,46	7,41	1,61	1,14
C. V. (%)	Sete Lagoas		16,13	14,09	41,27	58,15	12,47	7,98
	Lavras		18,47	22,11	27,30	95,73	13,23	15,48

G - Grupo de famílias

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