



**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO  
IRMÃOS DE MILHO EM DIFERENTES  
ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

**PAULO ALENCAR DE ARAÚJO**

**2002**



ÃO W T S

53834  
38110 MFN

PAULO ALENCAR DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO IRMÃOS DE MILHO  
EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

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

Orientador

Prof. João Cândido de Souza

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002



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

Araújo, Paulo Alencar de

Avaliação de famílias de meios irmãos de milho em diferentes espaçamentos  
entre linhas / Paulo Alencar de Araújo. -- Lavras : UFLA. 2002.

57 p. : il.

Orientador: João Cândido de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

*Zea mays*. 2. Melhoramento genético. 3. Seleção recorrente. 4. Seleção  
intrapopulacional. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.1523

**PAULO ALENCAR DE ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO IRMÃOS DE MILHO EM  
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

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


APROVADA em 10 de julho de 2002.

Prof. Renzo Garcia Von Pinho

UFLA

Prof. Samuel Pereira de Carvalho

UFLA

  
Prof. João Cândido de Souza  
UFLA/DBI  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

**A DEUS E AO MESTRE JESUS,**

Que sempre me guia e me proporcionou tudo o que tenho.

Aos meus pais Agostinho A. Martins e Lucia Bunhak, que me deram tudo que possuem de melhor o amor e que me transformaram no ser humano que sou.

**DEDICO**

Quem não vive para servir,  
Não serve para viver.

(Autor desconhecido)

Às famílias Alfredo Teodoro, Costa  
Lopes, Rettore e Oliveira Silva, e aos  
meus familiares.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Mestre Jesus, por tudo de bom que já aconteceu em minha vida.

À UFLA, pelas grandes oportunidades que me deu durante esses anos.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao professor João Cândido de Souza, pela atenção e orientação neste trabalho.

Aos professores Antônio Carlos de Oliveira, Renzo Garcia Von Pinho, Samuel Pereira de Carvalho e César A. B. P. Pinto, pelos conhecimentos transmitidos, que me proporcionaram uma boa formação.

Aos pesquisadores da EMBRAPA-CNPAB, Altair Toledo de Machado e Dejair Lopes de Almeida, pelo grande apoio, incentivo e pela amizade durante a graduação.

À minha família, Agostinho A. Martins (pai), Lucia Bunhak (mãe), Márcia, Lucilene, Ronn Dennis e Theylute (irmãos), pelo grande presente que vocês são para mim, com tanto carinho, força e amor. Obrigado!

À minha namorada, Nara Oliveira Silva, pelo amor, carinho, paciência, amizade e acima de tudo pelo companheirismo do dia a dia.

À família Alfredo Teodoro, pelo amor, incentivo e amizade durante esses anos.

A todos meus familiares, pelo carinho e amizade.

Ao professor Sérgio de Campo Mourão, pelo incentivo e amizade, obrigado!

Aos grandes amigos, Leonardo Lopes e família; Osvaldinho Rettore e família; André Brugnera e família; Rodrigo Palomo e família; Jair Cavenagui e família; Asdrúbal e família; Eduardo Lambert, Sandro, Gustavo, Gustavo

Marinni; Luciano de Lima, Adeniz, Priscila, Evaristo, Sidnei, Edson Gomes e família, Adriano Perin, Marcos Oliveira, Déa, Geovani Amaro, Edivandro, William, Claudiomir, Marcelo Marinheiro, Glauco e Silvio e família. Ficam para mim as melhores lembranças de amizade. Obrigado!

Aos Doutorandos Francislei e Odair, pelo auxílio e dicas nesse trabalho.

Aos funcionários do DBI: Francisco, Ramon, Elaine, Irondina, Rosângela, Rafaela e Zélia, pela atenção dedicada.

E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram e incentivaram a realização do presente trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 A cultura do milho.....	03
2.2 Seleção recorrente.....	05
2.3 Espaçamento e densidade populacional.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Material genético.....	13
3.1.1 Obtenção do material experimental.....	13
3.2 Local.....	13
3.3 Delineamento experimental.....	14
3.4 Condução do experimento.....	14
3.5 Caracteres avaliados.....	14
3.6 Análises estatísticas dos dados.....	15
3.7 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos.....	18
4 RESULTADOS.....	24
5 DISCUSSÃO.....	35
6 CONCLUSÕES.....	42
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	53

## RESUMO

**ARAÚJO, Paulo Alencar de. Avaliação de famílias de meio irmãos de milho em diferentes espaçamentos entre linhas. 2002. 57 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\***

Neste trabalho foram avaliadas 196 famílias de meio irmãos de milho da população CMS-39 em diferentes espaçamentos entre linhas. O objetivo foi verificar o seu potencial genético em arranjos distintos de semeadura. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, em Lavras-MG, no ano agrícola 2001/2002. Foram conduzidos dois experimentos distintos e contíguos, sendo que o delineamento utilizado em ambos os casos foi o látice simples 14x14, com duas repetições. Os dois experimentos foram instalados no sistema de plantio direto. No primeiro, a parcela experimental foi representada por uma fileira de quatro metros de comprimento, com espaçamento de 0,5 metro entre linhas e 0,4 metro entre plantas. No segundo experimento, modificou-se o espaçamento entre linhas para 0,9 m e entre plantas para 0,2 m, respectivamente, mantendo-se a mesma densidade, isto é, 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. As características avaliadas foram peso de espigas despalhadas, florescimento masculino e feminino, altura de plantas, altura de espigas e prolificidade. Os resultados obtidos mostraram que a população CMS 39 possui grande variabilidade genética. Dessa forma, é possível conduzir programas de melhoramento de milho em diferentes espaçamentos entre linhas. O espaçamento de 50 cm entre linhas proporciona melhor rendimento de peso de espigas e maior prolificidade. Os ganhos com a seleção para o peso de espigas são similares nos dois espaçamentos. Sendo assim, é mais interessante a condução de um programa de melhoramento no espaçamento de 50 cm entre linhas, por este associar a maior média.

---

\* Comitê de Orientação: João Cândido de Souza - UFLA (Orientador), Odair Bison – UFLA (Co-orientador)

## ABSTRACT

ARAÚJO, Paulo Alencar de. Evaluation of half sib families of corn at different inter row spacings. 2002. 57 p. Dissertation (Master in Genetics and Plant Breeding) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*

In this work 196 half-sib families of corn from the CMS-39 population were evaluated at different inter row spacings the purpose was to verify their genetic potential in distinct arrangements of sowing. The experiments were conducted in the experimental area of the Biology Department at UFLA, Lavras, Minas Gerais State Brazil, in the agricultural year of 2001/2002. Two distinct and contiguous experiments were conducted, in a 14 x 14 simple lattice design, with two replications. The two experiments were sown in the non-tillage system. In the first, experiment plots were represented by single row with 4 m long, a spaced by 0.5 m. Spacing between plants within the row was 0.4 m. In the second experiment, the inter row spacing was to 0.9 m and inter plant spacing was 0.2 m, keeping the same density, of 50,000 plants.ha<sup>-1</sup>. The traits evaluated were husked ear weight, date of male and female flowering, plant height, ear height and prolificacy. The results obtained showed that the CMS 39 population possesses a great genetic variability so it is possible to conduct corn improvement programs at different inter row spacings. The 50 cm spacing inter row provided the best yield of ear weight and greatest prolificacy. Gains from selection for ear weight were similar at both spacings, but it is more interesting to carry out the breeding program at the 50 cm spacing because it provided the highest average for ear weight.

---

\* Guidance Committee: Dr. João Cândido de Souza – UFLA (Adviser), Odair Bison – UFLA (Co- Adviser)

# 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho possui grande importância socioeconômica. Trata-se de um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, devido à sua multiplicidade de usos, quer na alimentação humana ou animal. Além disso constitui-se em indispensável matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (Fancelli e Dourado Neto, 2000). No Brasil, a importância socioeconômica do milho se manifesta no total da área cultivada, a qual supera os 13 milhões de hectares, com uma produção de 41,5 milhões de toneladas de grãos (Agrianual, 2002).

É desejável que o programa de melhoramento de milho traga resultados rápidos e satisfatórios. Sendo assim, esses programas são divididos em duas categorias, de acordo com seus objetivos: obtenção de híbridos e obtenção de populações melhoradas. Embora, na maioria dos programas, a meta final seja a obtenção de híbridos, o melhoramento das populações de milho tem sido reconhecido como de importância fundamental. Isso porque, além de prestar-se à obtenção de variedades melhoradas, aumenta a probabilidade de obtenção de linhagens superiores para produção dos híbridos.

Para se iniciar um programa de melhoramento, é de grande importância, além do conhecimento a respeito da média do caráter a ser melhorado, na população base, a estimativa de parâmetros genéticos. Isso porque as informações sobre tipos e magnitudes destes parâmetros são essenciais para escolha do material e do método de melhoramento a ser utilizado.

A exploração da elevada capacidade de rendimento de grãos de milho está relacionada ao contínuo desenvolvimento de técnicas que propiciem a maximização do seu potencial de exploração do ambiente. Sendo assim, sistemas de plantio em menores espaçamentos entre linhas permitem melhor

distribuição espacial entre plantas, proporcionando diferentes respostas em produtividade.

A redução do espaçamento entre linhas apresenta algumas vantagens, dentre elas uma maior cobertura do solo, diminuindo as perdas de água por evaporação e a redução da competição de ervas daninhas, principalmente de espécies que não toleram sombra (Teasdale, 1995; Porter et al., 1997 e Johnson et al., 1998). Dessa forma, o melhor aproveitamento do ambiente pelas plantas de milho é potencializando com o uso de um arranjo equidistante de plantas (Argenta et al., 2001; Sangoi et al., 2001), em que a redução da competição intraespecífica favorece individualmente a absorção de nutrientes, água, luz e CO<sub>2</sub> pelas plantas de milho (Merotto Jr et al., 1997a).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar famílias de meio irmãos de milho da população CMS 39, em diferentes espaçamentos entre linhas, a fim de verificar o seu potencial em arranjos distintos de semeadura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie caracterizada pela alta variabilidade genética, Apresenta cerca de 250 raças, que se adaptam desde o nível do mar até altitudes acima de 3.800 metros, desde 58° de latitude norte até 40° de latitude sul e sobrevive em condições pluviométricas variando desde 250 mm até 10.000 mm (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

A cultura do milho apresenta grande importância socioeconômica, ocupando lugar de destaque devido à área plantada e à variada utilização, seja na alimentação animal, humana ou na produção de óleo e outros produtos industriais. Considerando a produção nacional de cereais, o desempenho da cultura do milho tem efeito direto e significativo sobre o volume da colheita. Estima-se que de cada três quilos de grãos colhidos, mais de um é proveniente de suas espigas. O milho constitui um dos principais insumos para o segmento produtivo, sendo largamente utilizado na bovinocultura, avicultura e suinocultura. Na indústria é empregado como matéria-prima para a produção de amido, óleo, farinha, glicose, produtos químicos e farmacêuticos, e rações. Estima-se que participe como matéria-prima em cerca de 600 produtos (Pinazza, 1993; Troyer, 1999).

Para o futuro, a tendência é abrir cada vez mais o leque de novas aplicações para o amido de milho e seus derivados, que já são largamente usados nos setores alimentício, têxtil, de bebidas, papéis, papelões, curtumes e colas. Por exemplo, a água usada para amolecer o milho serve como meio de fermentação para produção de penicilina e estreptomicina, tendo ainda outras aplicações no campo farmacêutico. Já o xarope de glicose de milho é usado na fabricação de cosméticos, xaropes medicinais, graxas e resinas. Nas fábricas de

aviões e veículos, os derivados de milho são utilizados nos moldes de areia para fabricação de machos e de peças fundidas. Também na extração de minérios e petróleo o milho está presente, assim como em outras áreas pouco conhecidas, como as de explosivos, baterias elétricas, cabeça de fósforos, borrachas, etc (Pinazza, 1993).

No Brasil é cultivado de norte a sul, com destaque para a região centro-sul, responsável por, aproximadamente, 95% da produção nacional (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

A produtividade da cultura do milho varia em função de três fatores: população de plantas, disponibilidade de água e nutrientes, e potencial genético das cultivares (Viegas e Peeten, 1987).

A quantidade de grãos produzida no Brasil na safra 2000/2001 foi estimada em 41,5 milhões de toneladas, o que representa um crescimento de aproximadamente 31%, em comparação com os 31,6 milhões de toneladas da safra anterior. Esta produção foi possibilitada basicamente pelos avanços tecnológicos e condições climáticas, as quais foram consideradas, nesta safra, ideais ao desenvolvimento das lavouras, proporcionando, assim, excelente taxa de crescimento da produtividade (Agriannual, 2002).

Na região centro-sul do Brasil, Araújo (1995) comparou o desempenho de híbridos e variedades desenvolvidas nas décadas de 1970, 1980 e 1990. No caso dos híbridos, o ganho médio para o caráter produção de grãos foi de 50,9 t.ha<sup>-1</sup>, ou 0,89% ao ano e, para as variedades, 30,8 t.ha<sup>-1</sup> ou 0,65% ao ano.

Os concursos de produtividade realizados nas últimas décadas no Brasil também realçam o sucesso obtido não só no melhoramento genético como também de outras tecnologias, evidenciando o potencial produtivo dessa gramínea. Tais concursos são promovidos e monitorados pela EMBRAPA (Milho e Sorgo) e EMATER e refletem o máximo da produtividade que os produtores podem conseguir em áreas de produção de grãos, nas quais eles

empregam a melhor tecnologia disponível. Observa-se que no início, de 1977/78, a média de produtividade de grãos de todos os participantes foi de 5,88 t.ha<sup>-1</sup>. Após 16 anos na safra de 1993/94, essa média subiu para 6,35 t.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a um acréscimo médio de 153,4 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Considerando os produtores rurais campeões dos concursos, o rendimento em 1977/78 foi de 7,81 t.ha<sup>-1</sup>, e em 1993/94 de 15,99 t.ha<sup>-1</sup>, mostrando um acréscimo médio de produtividade de 418,1 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Vencovsky e Ramalho, 2000).

## 2.2 Seleção recorrente

Embora o desenvolvimento de variedades sintéticas tenha tido resultados geralmente satisfatórios, trabalhos posteriores evidenciaram a natureza dinâmica das variedades ou populações, as quais, quando submetidas à seleção, podem ser seguidamente melhoradas. Vários esquemas de seleção têm sido desenvolvidos, sendo todos genericamente denominados “seleção recorrente”. Esta expressão foi proposta por Hull, em 1945, e definida como um processo cíclico de seleção. Basicamente, a seleção recorrente consiste em identificar genótipos desejáveis em uma população com suficiente variabilidade genética, os quais são recombinados entre si para dar início ao próximo ciclo de seleção, repetindo-se o procedimento (Hallauer, 1989 e 1992; Paterniani e Campos, 1999). Sob esse conceito, inúmeros métodos de seleção se enquadram no processo de seleção recorrente. Essa modalidade de seleção visa aumentar continuamente a frequência dos alelos favoráveis, em cada “loco” (Paterniani e Miranda Filho, 1987 e Souza Jr., 2001).

Os esquemas de seleção recorrente são classificados em duas categorias: Seleção Recorrente Intrapopulacional (SR<sub>Intra</sub>) e Seleção Recorrente Interpopulacional (SR<sub>Inter</sub>), também denominada de Seleção Recorrente Recíproca. Neste trabalho, ênfase será dada à seleção recorrente intrapopulacional. Nela, o objetivo principal é melhorar o desempenho “per se”



da população, não sendo avaliado o seu comportamento em cruzamento com outras populações. Neste tipo de seleção recorrente, os genótipos de uma população são avaliados com base no desempenho de suas progênes em experimentos com repetições. Aqueles selecionados irão gerar uma população melhorada, que é então, submetida a um novo ciclo seletivo (Hallauer e Miranda Filho, 1988; Hallauer, 1989; Souza Jr., 1998 e 2001).

Dos vários métodos de seleção recorrente intrapopulacional destacam-se a seleção massal que é baseada no fenótipo dos indivíduos e a seleção com uso de progênes, incluindo progênes de meio irmãos, irmãos completos e de autofecundação ( $S_1$  ou  $S_2$ ) (Souza Jr., 2001). Estes métodos podem ainda se diferenciar no que se refere ao tipo de progênes utilizadas na recombinação dos genótipos superiores. Assim, no método de seleção com progênes de meio irmãos, a recombinação pode ser feita com sementes remanescentes das progênes selecionadas ou com progênes de autofecundação ( $S_1$ ). Isso exige a presença de plantas prolíficas para a obtenção dos dois tipos de progênes. Raciocínio análogo aplica-se à seleção com progênes de irmãos completos e, finalmente, no caso da seleção com progênes endógamas  $S_1$  e  $S_2$ , as unidades de recombinação equivalem às unidades de seleção, ou seja, progênes  $S_1$  e  $S_2$ , (Hallauer e Miranda Filho, 1988). Fica evidente, portanto, que o ganho com seleção varia de acordo com o método utilizado. Informações detalhadas a respeito destes métodos e comparações referentes ao progresso obtido com a seleção são apresentadas por Arias (1995); Weyhrich, Lamkey, Hallauer (1998) e Souza Jr. (2001)

Um dos métodos de seleção, proposto por Lonquist (1964) e denominado por Paterniani (1967), é o de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos com ou sem sementes remanescentes. O método com sementes remanescentes consiste basicamente em obter espigas de polinização livre (famílias de meio irmãos) da população a ser melhorada, em que uma parte é

armazenada (sementes remanescentes) e a outra parte é semeada. Essas famílias são avaliadas em ensaios com repetições, em que avaliam-se os caracteres de maior interesse, em função dos quais são selecionadas as melhores famílias (seleção entre). As famílias selecionadas são recombinadas em lotes isolados e semeadas no campo, na proporção de três fileiras femininas para uma masculina. As fileiras masculinas serão compostas de uma mistura proporcional de sementes de todas as famílias selecionadas. Por ocasião da colheita, escolhem-se as melhores plantas dentro de cada fileira (seleção dentro), para iniciar o ciclo seletivo subsequente.

O método de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos tem sido utilizado com sucesso. Uma das grandes vantagens é a possibilidade de estimar a variância genética aditiva, que é o componente de grande importância, por ser a principal causa de semelhança entre parentes e, conseqüentemente, o responsável pela resposta da população à seleção. A partir da década de 1960, diversos estudos foram realizados envolvendo essa metodologia no Brasil (Tabela 1).

**TABELA 1** Resultados obtidos pela seleção recorrente intrapopulacional com progênies de meio irmãos para produção de grãos em algumas populações de milho.

População	Nº de ciclos	Ganhos por ciclo (%)	Referências
Dente Paulista	3	13,60	Paterniani, 1967
Piramex	4	3,79	Paterniani, 1968
Composto Flint	2	3,00	Lima et al., 1974
Centralmex	3	3,30	Segovia, 1976
ESALQ VD-2	3	10,80	Lima, 1977
IAC Maya	13	2,84	Sawazaki, 1979
IAC Maya $\alpha_2$	4	4,50	Pommer e Geraldi, 1983
IAC-1 $\alpha_2$	4	10,70	Pommer e Geraldi, 1983
ESALQ VD 2- SI	1	3,90	Freire e Paterniani, 1986
Composto 13 Amarelo	2	5,34	Avila, 1987
ESALQ VD 2	2	5,20	Packer, 1991
CMS-28	3	10,60	Carvalho et al., 1994
EEL <sub>2</sub>	2	8,20	Ferrão et al., 1995a
EEL <sub>1</sub>	3	12,30	Ferrão et al., 1995b
BR 5011	3	12,76	Carvalho et al., 1998b
CMS-39	1	8,50	Ramalho, 1999
CMS-453	3	14,62	Carvalho et al., 2000a
CMS-52	3	12,30	Carvalho et al., 2000b

Webel e Lonquist (1967), trabalhando com a variedade Hays Golden, verificaram que, após quatro ciclos de seleção para a produção de grãos, encontraram um aumento de 9,44% por ciclo em relação à variedade original. Em continuidade a esse trabalho, foi relatado um acréscimo na média de 5,26% por ciclo, superando os resultados apresentados por Gardner (1973), que aplicou seleção massal estratificada nessa mesma população.

Após a avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho Suwan DMR, Canton (1988) observou que as estimativas médias do progresso genético esperado e do progresso genético observado por geração de seleção para a produtividade de grãos foram bastante semelhantes, dessa forma, reforça-se, a utilidade de se calcular os ganhos esperados, por meio de estimativas de parâmetros obtidas dos experimentos de avaliação.

Tem-se verificado, nos últimos anos, um aumento considerável da área com a cultura do milho no nordeste brasileiro, principalmente, devido ao aumento da demanda. Trabalhos de Carvalho et al. (1994) (1998a) (1998b) (2000a) e (2000b) relatam os esforços dos pesquisadores nessa região, com o objetivo de obter variedades ou populações mais adaptadas às condições edafoclimáticas da região e populações mais produtivas, uma vez que esta região é muito carente em tecnologia. Os trabalhos relatam ganhos que variam de 10,60% a 14,62% (Tabela 1), evidenciando ganhos satisfatórios e alta variabilidade das populações avaliadas para continuidade dos programas de melhoramento para região.

Pacheco et al. (1998), constataram que, para uma população de base genética ampla, a interação pode assumir magnitudes comprometedoras do processo seletivo, e ao mesmo tempo, das estimativas dos parâmetros genéticos.

Segundo Aguiar (1986), com respeito ao procedimento a ser tomado pelo melhorista na presença da interação, dois pontos devem ser observados. Se o objetivo do programa for adaptabilidade específica, uma seleção deverá ser

feita para cada ambiente. Se o objetivo for a adaptabilidade ampla do material, a seleção deverá ser baseada na média dos ambientes, a menos que os ambientes envolvidos sejam tão discrepantes que venham a forçar o melhorista a ficar com a primeira opção.

### **2.3 Espaçamento e densidade populacional**

A relação entre número de plantas por unidade de área com o rendimento é uma função complexa, condicionada por vários fatores. Entre eles, as condições de solo, clima, práticas culturais e cultivares utilizadas. Dessa forma, vários estudos foram conduzidos para identificar a densidade ideal de plantas que é capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo (Merotto Jr et al., 1997a e b; Almeida et al., 2000; Maddonni et al., 2001).

As vantagens do uso de menores espaçamentos entre linhas estão relacionadas com a maior cobertura do solo e, com isso, há uma diminuição das perdas de água por evaporação (Porter et al., 1997). Com a menor quantidade de luz que incide sobre a superfície do solo, irá diminuir o potencial da competição de ervas daninhas, principalmente de espécies que não toleram sombra (Teasdale, 1995 e Johnson et al., 1998). Assim, o melhor aproveitamento do ambiente pelas plantas de milho é potencializado com o uso de um arranjo equidistante de plantas (Argenta et al., 2001, Sangoi et al., 2001), onde a diminuição da competição intraespecífica favorece individualmente a absorção de nutrientes, água, luz e CO<sub>2</sub> pelas plantas de uma comunidade (Merotto Jr et al., 1997b).

Com a finalidade de verificar o efeito do espaçamento sobre o rendimento de grãos, vários trabalhos foram realizados (Mundstock, 1978; Argenta et al., 2001; Sangoi et al., 2001). Ênfases foram dadas a densidades e espaçamentos entre linhas. De forma geral, pode-se observar, dentre os

resultados, que o espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou maior rendimento de grãos. Pôde-se notar uma grande interação híbridos x espaçamentos, sendo possível selecionar híbridos para espaçamentos específicos.

Manfron (1985) Estudou o comportamento da cultivar AG 401 em três espaçamentos entre linhas (70, 90 e 110 cm) e mantendo a mesma densidade, sob duas condições de preparo do solo (convencional e subsolagem). O autor observou maior rendimento de grãos no espaçamento de 110 cm, para ambas as condições ou métodos de preparo. Os estádios fenológicos da cultura não foram afetados pelos espaçamentos estudados.

Rizzardi, et al. (1994) realizaram um trabalho com a finalidade de avaliar a influência da distribuição de plantas de milho na linha sobre o rendimento de grãos e seus componentes, em dois espaçamentos, 70 e 90 cm, os resultados mostraram que o rendimento e os componentes de produção não variaram com a alteração no espaçamento entre linhas e distribuição de plantas na linha. Resultados semelhantes foram encontrados por Argenta et al., (2001) e Sangoi et al. (2001). Nesse mesmo sentido, Rizzardi e Pires (1996) buscaram caracterizar o efeito da desuniformidade, na distribuição de plantas na linha, sob condições de controle de plantas daninhas e ausência de controle. Esses autores relatam que não houve resposta diferencial das cultivares à forma de distribuição de plantas para rendimento de grãos e que a competição entre a cultura do milho e as ervas daninhas é intensa, causando um decréscimo no rendimento de grãos.

De acordo com Fornasieri Filho (1992), os melhoristas passaram a preocupar-se com estudos sobre arquitetura da planta, baseados na premissa de que plantas de menor porte, com folhas eretas, permitiriam um plantio mais denso, com maior capacidade fotossintética e, assim, maior produtividade. Entretanto, o sombreamento excessivo entre as folhas impede a máxima

utilização da radiação solar incidente, limitando a produtividade de grãos (Maddonni et al., 2001).

Uma das causas da queda na produtividade da cultura do milho é a distribuição irregular de chuvas e a baixa capacidade de retenção de água dos solos (Rezende et al., 1993). Para compensar estes fatores pode-se utilizar espaçamentos mais largos e populações de plantas menores. Porém, perde-se um aumento na produtividade de grãos, proporcionado pelo uso de uma maior população de plantas. Nas menores populações, a produtividade é limitada pelo número de plantas, enquanto nas maiores é limitada pelo número de plantas estéreis. A interação entre espaçamentos e as competições por água, luz e nutrientes determina a população ótima para cada sistema de cultivo (Sangoi, 1990 e Sangoi et al., 2001).

A disponibilidade de água durante o ciclo da cultura é de suma importância para a resposta das cultivares ao aumento da população de plantas (Medeiros e Viana, 1980). O florescimento e o enchimento de grãos são as fases mais críticas ao déficit hídrico para a cultura. Perdas significativas na produtividade, principalmente nas maiores populações de plantas, são consequência de deficiência hídrica nesta época. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), uma precipitação acima de 500 mm, bem distribuída durante o ciclo, é fundamental para a obtenção de bons resultados.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Material genético**

Foram avaliadas 196 famílias de meio irmãos de milho, obtidos da população CMS 39, referentes ao sexto ciclo de seleção entre e dentro de famílias.

#### **3.1.1 Obtenção do material experimental**

Com base nos ensaios nacionais de cultivares de milho, conduzidos por vários anos, a EMBRAPA Milho e Sorgo sintetizou a população denominada de Composto Nacional ou CMS 39. Ela surgiu do intercruzamento de 55 cultivares, incluindo híbridos simples, duplos, intervarietais e algumas variedades elites de polinização aberta. Após intercruzadas, a população foi recombinada por mais quatro gerações, utilizando o método irlandês modificado (Aguiar, 1986).

Na safra 1997/98 foi realizado o quarto ciclo seletivo avaliando-se 169 famílias de meio irmãos dessa população, em Lavras (Ramalho, 1999). Posteriormente, em Lavras (MG), a população foi submetida ao quinto ciclo de seleção entre e dentro 196 famílias de meio irmãos (Bison, 2000, dados não publicados).

### **3.2 Local**

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, no município de Lavras, MG,. Realizou-se durante a safra agrícola de 2001/2002, em sucessão à cultura do feijão, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, fase cerrado. A uma altitude de 910 m, latitude de 21°14'S e longitude de 45°00'W.



### 3.3 Delineamento experimental

Foram conduzidos dois experimentos distintos e contíguos, sendo que o delineamento utilizado em ambos os casos foi o látice simples 14x14, com duas repetições. Os dois experimentos foram instalados no sistema de plantio direto, em parcela de quatro metros, com uma fileira. No primeiro experimento, as parcelas foram espaçadas de 0,5 metro, com 0,4 metro entre plantas. No segundo experimento, modificou-se o espaçamento entre linhas para 0,9 m e entre plantas para 0,2 m, mantendo-se a mesma densidade, isto é, 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

### 3.4 Condução do experimento

Os experimentos foram instalados no dia 15 de novembro de 2001. Na adubação de semeadura foi aplicado o equivalente a 400 t.ha<sup>-1</sup> da fórmula 8 (N): 28 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 16 (K<sub>2</sub>O) +0,3% Zn. Em cobertura, foi aplicado o equivalente a 60 t.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, quando as plantas se encontravam no estágio de 4 a 6 folhas. A fonte de nitrogênio utilizada foi o sulfato de amônio. Os demais tratos culturais foram os normalmente recomendados para a cultura na região.

### 3.5 Caracteres avaliados

- **Florescimento masculino (FM)** - período, em dias, entre a semeadura e a ocorrência de, pelo menos, 50% das plantas da parcela com pendões liberando pólen.

- **Florescimento feminino (FF)** - período, em dias, entre a semeadura e a ocorrência de, pelo menos, 50% das plantas da parcela com emissão de estilo-estigma (cabelo).

- **Estande final** - número total de plantas existentes em cada parcela, por ocasião da colheita, incluindo plantas acamadas e quebradas.

- **Altura de plantas (AP)** - média da altura de três plantas competitivas e representativas de cada parcela, em metros (m), do nível do solo à inserção da folha bandeira.

- **Altura de espigas (AE)** - média da altura das espigas de três plantas da parcela competitivas e representativas, em metros (m), do nível do solo até o ponto de inserção da primeira espiga (espiga superior).

- **Prolifidade (Prol)** - razão entre o número total de espigas e o estande final de cada parcela.

- **Peso das espigas despalhadas (PE)** - peso total das espigas da parcela e transformado em  $t.ha^{-1}$ .

Os dados referentes ao peso das espigas despalhadas, antes de analisados, foram corrigidos para 13% de umidade dos grãos, utilizando-se a seguinte expressão:

$$P_{13} = \frac{PC(100 - U)}{87}$$

em que:

$P_{13}$ : peso de espigas despalhadas corrigido para a umidade padrão de 13%;

PC: peso de espigas sem a correção;

U: umidade dos grãos na ocasião da pesagem das espigas, em porcentagem.

Para se obter a umidade dos grãos, foram amostrados 10% das parcelas no momento da pesagem.

### 3.6 Análises estatísticas dos dados

Considerando cada experimento (espaçamentos diferentes), separadamente, foram realizadas inicialmente as análises de variância individual para todos os caracteres avaliados, adotando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijl} = m + p_i + b_{l(j)} + r_j + e_{(ijl)}$$

Em que:

$Y_{ijl}$  : valor observado na parcela que recebeu a família  $i$ , no bloco  $l$ , dentro da repetição  $j$ ;

$m$  : média geral do experimento;

$p_i$  : efeito aleatório da família de meio irmãos  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, 196$ );

$b_{l(j)}$  : efeito do bloco  $l$  ( $l = 1, 2, 3, \dots, 14$ ) dentro da repetição  $j$ ;

$r_j$  : efeito da repetição  $j$  ( $j = 1$  e  $2$ );

$e_{(ijl)}$  : erro experimental associado à observação  $Y_{ijl}$ , tendo,  $e_{(ijl)} \cap N(0, \sigma^2)$ , isto é,  $\epsilon[(e_{ijl})] = 0$  e  $\epsilon[(e^2_{ijl})] = \sigma_e^2$ .

Antes de se fazer a análise de variância para peso de espigas despalhadas foi realizada a análise de variância para o estande final em cada experimento, a qual mostrou-se não significativa. Os dados de produção foram então corrigidos, em função do estande ideal de plantas por parcela, pelo método de covariância. A metodologia consistiu na realização da análise de variância para o estande e da análise de covariância entre estande e produção, conforme o delineamento utilizado. Obteve-se, assim, um coeficiente de regressão linear da produção, em relação às variações do estande ( $b$ ), o qual é dado pela relação  $PMe/QMe$ , em que  $PMe$  é o produto médio residual da análise de covariância, e  $QMe$  é o quadrado médio do residuo da análise de variância do estande. A correção foi realizada, utilizando-se o seguinte modelo (Steel e Torrie, 1980):

$$Z_{ij} = Y_{ij} - b(X_{ij} - N),$$

em que:

$Z_{ij}$  - peso de espigas corrigido do tratamento  $i$ , na repetição  $j$ ;

$Y_{ij}$  - peso de espigas observado do tratamento  $i$ , na repetição  $j$ ;

b - coeficiente de regressão linear da produção, em relação às variações de estande, com base na variância e covariância residual;

$X_{ij}$  - número de plantas da parcela ij;

N - estande ideal na parcela. Nos dois experimentos o estande ideal da parcela foi de 10 plantas e 20 plantas nos espaçamentos de 50 cm e 90 cm, respectivamente, tendo a mesma densidade final de 50.000 plantas.hectare<sup>-1</sup>.

O esquema da análise de variância individual, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, é mostrado na Tabela 2.

Posteriormente, com as médias ajustadas obtidas nas análises de variâncias individuais, foi realizada a análise de variância conjunta, para os caracteres avaliados, considerando todas as fontes de variação como efeitos aleatórios, exceto a média e espaçamentos. O modelo estatístico para essa análise, foi:

$$Y_{ijk} = m + p_i + a_k + (pa)_{ik} + r_{j(k)} + e_{ij(k)}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  : observação da família i, na repetição j, dentro do espaçamento k;

m : média geral do experimento;

$p_i$  : efeito aleatório da família de meio irmãos i (i = 1,2,3,...,196);

$a_k$  : efeito fixo do espaçamento k (k = 1,2);

$(pa)_{ik}$  : efeito aleatório da interação da família i com o espaçamento k;

$r_{j(k)}$  : efeito da repetição j, dentro do espaçamento k;

$e_{ij(k)}$  : erro experimental médio associado à família i, na repetição j, no espaçamento k, tendo,  $e_{ij(k)} \cap N(0, \sigma^2)$ , isto é,  $\varepsilon_{ij(k)} = 0$  e  $\varepsilon_{ij(k)}^2 = \sigma^2$ .

O esquema da análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, é mostrado na Tabela 3.

TABELA 2 Esquema da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Repetição	.	-	-
Famílias (ajustadas)	GL <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_G^2$
Erro efetivo	GL <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	$\sigma_e^2$

r: número de repetições;  $\sigma_e^2$ : variância do erro;  $\sigma_G^2$ : variância genética

TABELA 3 Esquema da análise de variância conjunta com as respectivas esperanças dos quadrados médios.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Repetições / espaçamento	GL <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	$\sigma_e^2 + g\sigma_{b/e}^2$
Espaçamentos (E)	GL <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	$\sigma_e^2 + r\ell\sigma_{GE}^2 + g\sigma_b^2 + gr\phi_e$
Famílias (G)	GL <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	$\sigma_e^2 + re\sigma_G^2$
G x E	GL <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	$\sigma_e^2 + r\ell\sigma_{GE}^2$
Erro médio	GL <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	$\sigma_e^2$

r: número de repetições;  $\sigma_e^2$ : variância erro;  $\sigma_G^2$ : variância genética entre famílias de meio irmãos;  $\ell = e/e-1$  em que e = número de espaçamentos diferentes;  $\sigma_{GE}^2$ : variância da interação famílias x espaçamentos; g: número de famílias;  $\phi_e$ : componente quadrático do espaçamento.

### 3.7 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

Para cada experimento e na análise conjunta, a partir das esperanças dos quadrados médios, foram obtidas as estimativas dos parâmetros fenotípicos e

genéticos, com base na metodologia relatada por Vencovsky e Barriga (1992), de acordo com as seguintes expressões:

a) Variância genética entre famílias de meio irmãos ( $\sigma_G^2$ ) nas análises individuais de variância:

$$\sigma_G^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$$

b) Variância genética entre famílias de meio irmãos ( $\sigma_G^2$ ) na análise conjunta de variância:

$$\sigma_G^2 = \frac{Q_5 - Q_7}{re}$$

c) Variância fenotípica entre média de famílias de meio irmãos ( $\sigma_F^2$ ) nas análises individuais de variância:

$$\sigma \frac{2}{F} = \frac{Q_1}{r}$$

d) Variância fenotípica entre média de famílias na análise conjunta ( $\sigma_F^2$ ) na análise conjunta de variância:

$$\sigma \frac{2}{F} = \frac{Q_5}{re}$$

e) Espaçamentos ( $\phi_e$ ).

Pelo fato do espaçamento ser considerado fixo, estimou-se o componente quadrático pela expressão:

$$\phi_e = \frac{[(Q_4 + Q_7) - (Q_3 + Q_6)]}{gr}$$

f) Variância da interação famílias x espaçamentos na análise conjunta de variância:

$$\sigma_{GE}^2 = \frac{Q_6 - Q_7}{rl}$$

g) Herdabilidade média ( $h_m^2$ ):

Posteriormente foi estimada a herdabilidade entre médias de famílias ( $h_m^2$ ), utilizando a metodologia apresentada por Vencovsky e BARRIGA (1992):

$$h_m^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} \times 100$$

Também foram obtidos os limites inferiores (LI) e superiores (LS) das estimativas da  $h_m^2$ , ao nível de média das famílias, que foram calculados pelas expressões apresentadas por Knapp, Stroup e Ross, (1985) com confiança de  $1-\alpha = 0,95$ , para o limite inferior:

$$LI = \left\{ 1 - \left[ \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right) \cdot F_{1-\alpha/2}(GL_2; GL_1) \right]^{-1} \right\}$$

em que:

$Q_1$  é o quadrado médio das famílias e  $Q_2$  é o quadrado médio do erro efetivo. Para a análise conjunta,  $Q_2$  é o quadrado médio do erro médio. O valor da Tabela de F é determinado pelo coeficiente de confiança  $(1-\alpha)$  e pelos graus de liberdade  $GL_2$  e  $GL_1$ .

$$LS = \left\{ 1 - \left[ \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right) \cdot F_{\alpha/2}(GL_2; GL_1) \right]^{-1} \right\}$$

$F_{1-\alpha/2}$  e  $\alpha = 0,05$  para o limite superior

Além de estimar as variâncias, estimaram-se também os erros associados a elas.

O desvio padrão da  $\sigma_G^2$  foi estimado pela expressão apresentada por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000):

$$s(\sigma_G^2) = \left[ \frac{1}{r^2} \left( \frac{2(Q)^2}{GL_1 + 2} + \frac{2(Q_2)^2}{GL_2 + 2} \right) \right]^{1/2}$$

h) Coeficientes de variação:

Também foi possível estimar o coeficiente de variação genético e experimental:

$$CV_G = \frac{100 \sqrt{\sigma_G^2}}{\bar{X}}$$

$$CV_e = \frac{100 \sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{X}}$$

Sendo:

$\bar{X}$  - média geral do experimento;

$CV_G$  - coeficiente de variação genético em porcentagem;

$CV_e$  - coeficiente de variação experimental, em porcentagem;

$\sigma_G^2$  - variância genética;

$\sigma_e^2$  - variância residual.

i) Estimativa do ganho esperado com a seleção (GS):



O ganho esperado na produtividade de espigas, considerando um esquema de seleção recorrente entre as famílias de meio irmãos, foi estimado pela seguinte expressão (Vencovsky e Barriga, 1992):

$$GS = i \frac{1/4 \sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_F^2}}$$

em que:

$\sigma_A^2$  = Variância genética aditiva;

i: intensidade de seleção padronizada considerando a seleção de 40 famílias de meio irmãos da população CMS 39, ou seja, utilizando uma intensidade de seleção de 20,4%, em que  $i = 1,389$ .

A estimativa do ganho com seleção também foi obtida pela expressão:

$$GS = DS \times h^2$$

em que:

DS: diferencial de seleção definido como sendo:

$$DS = x_s - x_o$$

em que:

$x_s$  - média das famílias selecionadas;

$x_o$  - média das 196 famílias avaliadas.

Ganho realizado em um caráter Y na condição A, quando a seleção é praticada sobre o mesmo caráter na condição B, pode ser expressa como uma função do diferencial de seleção (DS) e da herdabilidade ( $h_y^2$ ), isto é:

$$GR_{y(y')} = DS_{y(y')} \times h_y^2$$

em que:

$GR_{y(y')}$  - Ganho realizado no caráter Y na condição A, pela seleção direta no caráter Y na condição B (Y');

$h^2_{y'}$  - herdabilidade do caráter Y';

$DS_{y(y')}$  - diferencial de seleção indireto, dado por:

$$DS_{y(y')} = X_{sy} - X_{oy}$$

em que:

$X_{sy}$  - média original do caráter Y.

$X_{oy}$  - média das famílias em relação caráter Y na condição A, quando a seleção é praticada no caráter Y na condição B (Y').

## 4 RESULTADOS

Os resumos das análises de variâncias individuais dos experimentos, relativos aos caracteres: peso de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), prolificidade (Prol), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF), são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Para todos os caracteres avaliados, o látice teve uma eficiência superior ao delineamento em blocos completos, embora, em alguns casos, essa eficiência tenha sido de pequena magnitude (Tabelas 4 e 5). Do exposto, a estratégia de se utilizar esse delineamento foi apropriada, como era esperado, em virtude do grande número de famílias avaliadas e da dificuldade de se encontrar uma área completamente homogênea.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CVe %) variou entre os caracteres e entre os experimentos. Independentemente do espaçamento entre linhas, o número de dias para o início do florescimento, tanto masculino como feminino, apresentou as menores estimativas do CVe. Já as maiores estimativas, também independentemente do espaçamento entre linhas, foram observadas para produtividade de espigas despalhadas. Contudo, em todos os casos, as estimativas foram inferiores a 24% (Tabelas 4 e 5).

Constataram-se diferenças significativas entre as famílias de meio irmãos da população CMS 39 ( $P < 0,01$ ) para os caracteres, produtividade de espigas despalhadas, florescimento masculino e prolificidade, no experimento com o espaçamento de 50 cm entre linhas (Tabela 4). Já no experimento com o espaçamento de 90 cm entre linhas, detectaram-se diferenças significativas entre as famílias de meio irmãos para todos os caracteres avaliados (Tabela 5). Tanto a produtividade média de espigas despalhadas como a prolificidade das famílias de meio irmãos da população CMS 39, no espaçamento de 50 cm foram

superiores às obtidas no espaçamento de 90 cm. Já para os demais caracteres, as médias nos dois espaçamentos foram semelhantes.

A existência de variabilidade entre as famílias é realçada pelas distribuições de frequências das médias observadas para os caracteres avaliados (Figuras 1A a 4A).

**TABELA 4.** Resumo da análise de variância para produtividade de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), prolificidade (Prol), florescimento masculino (FM) e feminino (FF), obtidas na avaliação das famílias de meio irmãos da população CMS 39, no espaçamento de 50 cm entre linhas. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

FV	GL	QM					
		PE (t.ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AE (m)	Prol (esp.pl <sup>-1</sup> )	FM (DAP)	FF (DAP)
Repetições	1	0,021	0,047	0,061	0,041	5,635	25,510
Famílias	195	9,058**	0,031	0,038	0,058**	4,528**	4,309
Erro efetivo	169	6,385	0,026	0,035	0,041	3,574	3,674
Média		10,76	2,64	1,67	1,19	70,72	73,29
Efic.Látice (%)		101,98	118,89	109,8 5	102,06	104,01	104,34
CVe (%)		23,47	6,07	11,22	17,08	2,67	2,62

\*\* - significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade:

TABELA 5. Resumo da análise de variância para produtividade de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), prolificidade (Prol), florescimento masculino (FM) e feminino (FF), obtidas na avaliação das famílias de meio irmãos da população CMS 39, no espaçamento de 90 cm entre linhas. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

FV	GL	QM					
		PE (t.ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AE (m)	Prol (esp.pl <sup>-1</sup> )	FM (DAP)	FF (DAP)
Repetições	1	0,867	0,017	0,008	0,037	0,003	0,921
Famílias	195	3,066**	0,045**	0,051**	0,028**	3,033**	4,920**
Erro efetivo	169	1,698	0,013	0,016	0,018	0,758	1,068
Média		8,56	2,67	1,71	1,01	69,76	72,72
Efic.Látice (%)		100,81	101,87	100,56	100,8	100,4	100,59
CVe (%)		15,22	4,24	7,31	13,25	1,25	1,42

\*\* - significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade;

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para o peso de espigas despalhadas, altura de plantas, altura de espigas e prolificidade para os dois experimentos são apresentadas nas Tabelas 6 e 7.

A princípio, constata-se para o peso de espigas despalhadas e prolificidade, que as estimativas das variâncias genéticas obtidas no espaçamento de 50 cm, foram superiores às obtidas no espaçamento de 90 cm.

Os coeficientes de herdabilidade variaram entre os caracteres e entre experimentos. No espaçamento de 50 cm a herdabilidade variou entre 7,89% para altura de espigas e 29,51% para peso de espigas despalhadas. Já no espaçamento de 90 cm, a herdabilidade variou entre 35,71% para prolificidade e 71,11% para altura de plantas. Sendo assim, observa-se que os coeficientes de herdabilidade para o espaçamento de 50 cm foram inferiores aos encontrados no espaçamento de 90 cm para todos os caracteres. Observa-se ainda que as

estimativas das herdabilidades foram mais precisas, isto é, menores intervalos de confiança, no espaçamento de 90 cm.

TABELA 6. Estimativas da variância genética ( $\sigma_G^2$ ), desvio padrão da variância genética [ $s(\sigma_G^2)$ ], variância fenotípica ( $\sigma_F^2$ ), herdabilidade ( $h_m^2$ ), limites inferiores (LI) e superiores (LS) da herdabilidade e coeficientes de variação genético ( $CV_G$ ), obtidos na avaliação de famílias de meio irmãos da população CMS 39, no espaçamento de 50 cm entre linhas. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

Parâmetros	Peso espigas (t.ha <sup>-1</sup> )	Altura plantas (m)	Altura espigas (m)	Prolificidade (esp.pl <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_G^2$	1,3365	0,0025	0,0015	0,0085
$s(\hat{\sigma}_G^2)$	0,5722	0,0021	0,0027	0,0057
$\hat{\sigma}_F^2$	4,5290	0,0155	0,019	0,029
$h_m^2$ (%)	29,51	16,13	7,89	29,31
LI $h^2$ (%)	5,73	0,00	0,00	5,46
LS $h^2$ (%)	47,45	37,48	31,34	47,30
$CV_G$ (%)	10,74	1,89	2,32	7,75

A estimativa do coeficiente de variação genético ( $CV_G$ ), que corresponde ao desvio padrão genético, expresso em porcentagem da média, é um indicador da grandeza relativa das mudanças que podem ser obtidas por meio de seleção ao longo de um programa de melhoramento. Os maiores valores do  $CV_G$  foram obtidos para peso de espigas despalhadas. Assim, este caráter, além de apresentar a maior variância genética nos dois espaçamentos, pode proporcionar a maior resposta à seleção.

TABELA 7. Estimativas da variância genética ( $\sigma_G^2$ ), desvio padrão da variância genética [ $s(\sigma_G^2)$ ], variância fenotípica ( $\sigma_F^2$ ), herdabilidade ( $h_m^2$ ), limites inferiores (LI) e superiores (LS) da herdabilidade e coeficientes de variação genético ( $CV_G$ ), obtidos na avaliação de famílias de meio irmãos da população CMS 39, no espaçamento de 90 cm entre linhas. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

Parâmetros	Peso espigas (t.ha <sup>-1</sup> )	Altura plantas (m)	Altura espigas (m)	Prolificidade (esp.pl <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_G^2$	0,6840	0,0160	0,0175	0,0050
$s(\hat{\sigma}_G^2)$	0,1797	0,0024	0,0027	0,0017
$\hat{\sigma}_F^2$	1,5330	0,0225	0,0255	0,0140
$h_m^2$ (%)	44,62	71,11	68,63	35,71
LI $h^2$ (%)	25,94	61,37	58,04	14,03
LS $h^2$ (%)	58,72	78,46	76,61	52,08
$CV_G$ (%)	9,66	4,74	7,74	7,00

Na Tabela 8, estão apresentadas as estimativas do ganho esperado com a seleção para o peso de espigas despalhadas, com base no diferencial de seleção e na intensidade de seleção padronizada, considerando-se uma intensidade de seleção de 20,4%.

O ganho esperado com base no diferencial de seleção para o espaçamento de 50 cm foi de 0,87 t.ha<sup>-1</sup> e para o espaçamento de 90 cm foi de 0,74 t.ha<sup>-1</sup>. Estes ganhos expressos em porcentagens correspondem a 8,09% no espaçamento de 50 cm e 8,65% no espaçamento de 90 cm.

Quando se dispõe de um grande número de observações, é possível pressupor que os dados tenham distribuição normal e, assim, utilizar a intensidade de seleção padronizada para predição dos ganhos esperados com a seleção. Observa-se na Tabela 8, que os ganhos obtidos foram de 8,11% para o espaçamento de 50 cm e de 8,96% para o espaçamento de 90 cm. Estes valores são bastante semelhantes aos obtidos com base no diferencial de seleção, indicando assim que os dados do peso de espigas possuem distribuição normal, o que pode ser evidenciado pelas Figuras 1A e 4A.

TABELA 8. Estimativas do ganho com a seleção (GS) para a produtividade de espigas despalhadas (t.ha<sup>-1</sup>), com a seleção de 20,4% das melhores famílias de meio irmãos e o ganho realizado (GR) no espaçamento de 90 cm entre linhas com a seleção no espaçamento de 50 cm entre linhas e na análise conjunta e vice-versa, na população CMS 39.

Espaçamento	$h^2$ (%)	GS <sub>DS</sub> (%)	GS <sub>i</sub> (%)	GR <sub>90</sub> (%)	GR <sub>50</sub> (%)
50 cm	29,51	8,09	8,11	1,58	-
90 cm	44,62	8,65	8,96	-	2,34
Conjunta	43,52	8,51	8,37	5,99	7,26



Considerando as 40 melhores famílias nos dois espaçamentos, observa-se que 13 famílias foram coincidentes (Tabela 9). Pode ser feito um exercício para saber qual seria o ganho no espaçamento de 50 cm se a seleção fosse baseada no espaçamento de 90 cm ou na média dos espaçamentos e vice-versa, o que é chamado de ganho realizado (Tabela 8). Os valores obtidos indicam que se este procedimento fosse adotado, o ganho realizado no espaçamento de 50 cm, quando a seleção fosse realizado no espaçamento de 90 cm seria de 2,34%. Ou seja, ligeiramente maior que o ganho realizado em 90 cm quando a seleção fosse realizado no espaçamento de 50 cm entre linhas, o qual seria de 1,58%. Considerando a seleção baseada na análise conjunta, observa-se que o ganho realizado no menor espaçamento (7,26%) foi superior ao do maior espaçamento (5,99%).

Tabela 9 Produtividade de espigas despalhadas (t.ha<sup>-1</sup>) das famílias selecionadas em cada experimento. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

	Melhores famílias em 50 cm	Prod. t.ha <sup>-1</sup>	Melhores famílias em 90 cm	Prod. t.ha <sup>-1</sup>		Melhores famílias em 50 cm	Prod. t.ha <sup>-1</sup>	Melhores famílias em 90 cm	Prod. t.ha <sup>-1</sup>
1	1	13,02	3 <sup>*</sup>	11,13	21	112 <sup>*</sup>	14,41	87 <sup>*</sup>	11,03
2	3 <sup>*</sup>	14,24	4	10,73	22	115 <sup>*</sup>	13,07	96 <sup>*</sup>	9,82
3	7 <sup>*</sup>	13,29	7 <sup>*</sup>	9,84	23	117	14,17	107	11,13
4	20	13,56	8	9,56	24	118 <sup>*</sup>	16,05	112 <sup>*</sup>	9,83
5	23 <sup>*</sup>	13,27	17	9,79	25	119	14,93	115 <sup>*</sup>	9,49
6	25	14,08	21	9,96	26	121 <sup>*</sup>	13,46	118 <sup>*</sup>	9,81
7	27	12,64	22	10,74	27	124	12,93	120	10,20
8	29 <sup>*</sup>	13,97	23 <sup>*</sup>	12,23	28	125	14,41	121 <sup>*</sup>	9,86
9	34	12,85	26	10,74	29	127	13,28	123	9,53
10	42	14,24	29 <sup>*</sup>	10,23	30	136	14,62	126	9,99
11	48 <sup>*</sup>	13,03	31	9,65	31	139	13,71	134	11,96
12	57	14,09	35	11,19	32	141	14,57	138	11,16
13	64	12,78	37	10,17	33	145	14,60	140	10,12
14	68	13,09	48 <sup>*</sup>	9,53	34	146 <sup>*</sup>	13,74	144	9,51
15	69	13,43	53	9,64	35	156	12,96	146 <sup>*</sup>	9,66
16	87 <sup>*</sup>	15,23	56	10,47	36	163	12,86	161	9,96
17	88	13,16	62	9,90	37	164	12,81	167	9,64
18	96 <sup>*</sup>	12,82	63	9,65	38	165	14,38	173 <sup>*</sup>	10,25
19	101	13,24	71	9,62	39	173 <sup>*</sup>	13,76	183	10,43
20	103	14,81	78	10,17	40	185	13,02	196	10,67
<b>Médias</b>								13,71	10,22

O resumo da análise de variância conjunta é apresentado na Tabela 10. Observa-se que, para todos os caracteres, a estimativa do C<sub>V</sub>e foi inferior a 17%, evidenciando a boa precisão experimental obtida. Constataram-se

diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as famílias de meio irmãos para todos os caracteres avaliados. Já para espaçamentos, só não houve diferença significativa para o caráter altura de plantas. Diferenças significativas foram observadas para a fonte de variação famílias x espaçamentos, em todos os caracteres avaliados.

Quando se consideram as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, a partir da análise conjunta, também se constata a existência de variabilidade genética entre as famílias de meio irmãos para os todos caracteres (Tabela 11).

**TABELA 10.** Resumos das análises de variância conjunta para produtividade de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e prolificidade (Prol), obtidas na avaliação das famílias de meio irmãos da população CMS 39 em dois espaçamentos entre linhas. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

FV	GL	QM			
		PE (t.ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AE (m)	Prol (esp.pl <sup>-1</sup> )
Repetições/Espaçamentos	2	0,444	0,032	0,035	0,039
Espaçamentos (E)	1	950,666**	0,176	0,434*	6,066**
Famílias (G)	195	7,156**	0,046**	0,052**	0,040**
G x E	195	5,168*	0,030**	0,038**	0,046**
Erro médio	390	4,042	0,020	0,026	0,030
Média		9,66	2,65	1,69	1,10
CVe (%)		16,63	4,67	8,15	13,74

\*, \*\* - significativo, pelo teste de F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 11. Estimativas da variância genética entre famílias ( $h^2_v$ ), desvio padrão da variância genética [ $s(\sigma_G^2)$ ], variância fenotípica ( $\sigma_F^2$ ), variância da interação ( $\sigma_{GE}^2$ ), componente quadrático do espaçamento  $\phi_e$ , herdabilidade ( $h^2_m$ ), limites inferiores (LI) e superiores (LS) da herdabilidade e coeficientes de variação genético ( $CV_G$ ), obtidos na avaliação de famílias de meio irmãos da população CMS 39, referentes a análise conjunta. Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

Parâmetros	Peso espigas (t.ha <sup>-1</sup> )	Altura plantas (m)	Altura espigas (m)	Prolificidade (esp.pl <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_G^2$	0,7785	0,0065	0,0065	0,0025
S ( $\hat{\sigma}_G^2$ )	0,3883	0,0024	0,0028	0,0023
$\hat{\sigma}_F^2$	1,7890	0,0115	0,0130	0,0100
$\phi_e$	4,7934	0,0007	0,0020	0,0304
$\sigma_{GE}^2$	0,2815	0,0025	0,0030	0,0040
$h^2$ (%)	43,52	56,52	50,00	25,00
LI $h^2$ (%)	27,57	44,25	35,88	3,82
LS $h^2$ (%)	55,51	65,75	60,62	40,92
$CV_G$ (%)	9,13	3,04	4,77	4,55

Nesse contexto, é oportuno salientar que tão importante quando obter uma estimativa de variância, é a necessidade se ter informações sobre o seu erro. Essa informação permite inferir sobre confiabilidade da estimativa. No caso da variância genética ( $\sigma_G^2$ ), o erro foi proporcionalmente maior para a estimativa da  $\sigma_G^2$  no caráter peso de espigas e menor para a prolificidade. A estimativa da variância da interação famílias x espaçamentos ( $\sigma_{GE}^2$ ) em relação à variância genética ( $\sigma_G^2$ ) variou entre os caracteres. Esta proporção foi igual a 0,36 para o

peso de espigas, 0,38 para altura de plantas, 0,46 para a altura de espigas e 1,6 para prolificidade.

A herdabilidade é, sem dúvida nenhuma, o melhor parâmetro para se fazer qualquer inferência sobre o sucesso com a seleção em um dado caráter. Verifica-se, na Tabela 11, que sua estimativa variou de 25,00% para a prolificidade a 56,52% para a altura de plantas. Estes resultados realçam, conforme já comentado, a existência de variação genética para todos os caracteres e a possibilidade de êxito no processo de seleção. Chama atenção também o fato de que nenhum valor do limite inferior da herdabilidade foi igual a zero. Isso indica que, em todos os casos, a herdabilidade deve ser positiva, considerando o seu erro associado. É também expressivo o fato de que, em praticamente todos os caracteres, a diferença entre o limite inferior e superior, foi de magnitude relativamente pequena em relação à herdabilidade, indicando a boa precisão na obtenção dessas estimativas.

Considerando a seleção de 20,4% das melhores famílias de meio irmãos na análise conjunta, foram estimados os ganhos esperado com a seleção com base no diferencial de seleção (DS) e na intensidade de seleção padronizada (i), para caráter o peso de espigas despalhadas, sendo estes valores iguais a 8,51% e 8,37%, respectivamente (Tabela 8). Este resultado confirma mais uma vez que a distribuição dos dados se assemelham a uma distribuição normal (Figuras 1A a 4A).

## 5 DISCUSSÃO

No melhoramento de plantas, como em qualquer outra área, é fundamental que os experimentos realizados sejam conduzidos com a melhor precisão possível. O indicador da precisão experimental normalmente utilizado é o coeficiente de variação experimental (CVe %). Segundo Gomes (1990), o coeficiente de variação experimental fornece uma idéia da precisão experimental e ele é dependente do caráter avaliado, da média observada desse caráter no experimento e do delineamento experimental utilizado. Apesar destas limitações é possível salientar que os CVe obtidos neste trabalho estão dentro dos intervalos encontrados por Chaves (1985) e Gomes (1985). A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação experimental, variou entre os caracteres e entre experimentos, como é comumente relatado na literatura (Scapim, Carvalho e Cruz, 1995). A precisão experimental foi menor, ou seja, maior estimativa do CVe para o peso de espigas despalhadas nos dois experimentos, sendo de 23,47% para o espaçamentos de 50 cm e de 15,22% para o espaçamento 90 cm entre linhas. Já na análise de variância conjunta, o CVe foi de 16,63% para o mesmo caráter. A precisão experimental é fundamental para se obter sucesso com a seleção, principalmente para caracteres, como peso de espigas despalhadas, que são muito influenciados pelo ambiente.

Embora tenha ocorrido variação entre as famílias para o caráter florescimento masculino e feminino para os diferentes espaçamentos, observa-se que, na média, a diferença entre os espaçamentos é praticamente nula. Isso indicando que as famílias foram pouco influenciadas pelo espaçamento utilizado.

Não foram observadas grandes variações na média da altura de plantas e altura de espigas, nos dois espaçamentos avaliados. Contudo, a interação G x E

foi significativa, indicando que o comportamento das famílias para esses caracteres não foi consistente nos espaçamentos avaliados. Além do mais, nas análises de variância individuais, observa-se diferença significativa para essas características, sendo possível selecionar famílias de acordo com o espaçamento desejado. Resultados na literatura são concordantes, uma vez que não se verificou influência dos espaçamentos sobre esses caracteres (Morello, 1992; Hutchinson, Sharpe e Slaughter, 1988 e Mundstock, 1978).

No presente trabalho, a média da prolificidade variou de 1,01 a 1,19 para os espaçamentos de 90 cm e 50 cm entre linhas, respectivamente, e teve um efeito significativo entre os espaçamentos. Verifica-se, assim, que o maior número de espigas por planta refletiu, conseqüentemente, no aumento de produtividade. Uma possível explicação é que no espaçamento de 50 cm houve uma distribuição equidistante das plantas sobre o solo, permitindo, assim, um melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, possibilitando um incremento na prolificidade e, conseqüentemente, na produtividade de grãos. Estes resultados assemelham-se com aqueles obtidos por alguns autores (Boquet, Coco e Johnson, 1988; Moreira, 1983; Barbosa, 1995; Oliveira, 1984 e Mundstock, 1978), contudo, discordam de outros (Brown, 1970; Paterniani, 1971; Viégas e Peten, 1987; Manfron, 1985, Rizzardi e Pires, 1996, Bianchini, 1980) que encontraram um decréscimo na prolificidade com a redução de espaçamento. Já West et al. (1989) não observaram variações na prolificidade com a modificação do espaçamento.

Verificou-se um efeito significativo do espaçamento sobre o caráter peso de espigas despalhadas, observando um aumento nesse caráter no menor espaçamento. A redução no espaçamento mostrou vantagens no manejo integrado de plantas daninhas e na produtividade de grãos. Esses resultados estão de acordo com Fulton (1970); Murphy et al. (1996); Teasdale (1998); Johnson et al. (1998) e Sangoi et al. (2001). A menor competição entre plantas

por luz, água e nutrientes, devido ao arranjo de plantas mais equidistantes aumentou a disponibilidade de carboidratos para as plantas produzirem espigas mais pesadas no menor espaçamento entre linhas (Sangoi et al., 2001). Resultados obtidos por Forcella et al. (1992); Teasdale (1995); Merotto Jr et al. (1997b); Westgate et al. (1997); Neto et al. (1998); Rizzardi et al. (1994) e Rizzardi e Pires (1996) não mostraram nenhum impacto positivo no rendimento de grãos com a redução do espaçamento.

A fonte de variação espaçamento na análise de variância conjunta foi significativa para peso de espigas despalhadas, altura de espigas e prolificidade, evidenciando que o espaçamento de 50 cm proporcionou maior rendimento (10,76 t.ha<sup>-1</sup>) em relação ao de 90 cm entre linhas (8,56 t.ha<sup>-1</sup>). A interação famílias x espaçamentos foi também significativa, indicando um comportamento diferenciado das famílias nos espaçamentos avaliados. Este fato possibilita a seleção de famílias adaptadas a um espaçamento específico, em função do objetivo do programa de melhoramento.

As estimativas obtidas dos coeficientes de variação genética mostraram as mudanças ocorridas na variabilidade genética das famílias nos dois experimentos e na análise conjunta. As estimativas obtidas em relação ao coeficiente de variação genético oscilaram de 1,89% a 10,74% para altura de plantas e peso de espigas despalhadas, no espaçamento de 50 cm no espaçamento de 90 cm, oscilaram de 4,74% a 9,66% e, na conjunta, oscilaram de 3,04% a 9,13% para os mesmos caracteres.

Observa-se grande potencial da população CMS 39 que pode ser aquilatado também pela variabilidade genética existente entre as famílias independentemente dos experimentos. Esses valores são inferiores quando comparados com resultados da seleção entre e dentro famílias de meio irmãos, obtidos em outros trabalhos, tais como: 15,30% encontrados por Paterniani (1967), 11,90%; por Packer (1991); 15,31% por Carvalho et al. (1994); 9,70%



por Carvalho et al. (2000a). Uma observação em relação ao fato desses valores serem superiores aos encontrados neste trabalho, é que as médias foram superiores às observadas pelos autores citados. Essa variação fica bem evidenciada para o caráter de maior importância avaliado, que é o peso de espigas despalhadas. Os resultados das estimativas da variâncias genéticas ( $\sigma_G^2$ ) entre as famílias de meio irmãos são semelhantes aos resultados observados pelos autores já descritos. Assim, a população CMS 39 possui grande variabilidade genética, a qual, associada ao seu elevado potencial produtivo, mostra ser possível continuar obtendo ganhos expressivos na produtividade de grãos com os sucessivos ciclos seletivos (Aguiar, 1986; Pacheco, 1987; Arriel, 1991 e Ramalho, 1999).

A herdabilidade média para famílias de meio irmãos ( $h_m^2$ ) atingiu valores elevados na maioria dos caracteres avaliados, independentemente dos experimentos, evidenciando que a seleção entre as famílias de meio irmãos deverá ser muito eficiente. Esses resultados assemelham-se com os obtidos em outros trabalhos que utilizaram seleção recorrente de famílias de meio irmãos (Packer, 1991; Carvalho et al., 1994, Ferrão et al., 1995b; Ramalho, 1999; Carvalho et al., 2000a e 2000b). Pode-se observar que a herdabilidade foi maior no experimento de 90 cm entre linhas. Isso se deve a uma menor variação ambiental neste espaçamento, levando a uma baixa variância do erro experimental, uma vez que a variação genética foi mais expressiva no menor espaçamento.

Os ganhos com a seleção calculados pelo diferencial de seleção para o caráter peso de espigas despalhadas foram de 8,09% a 8,65% para o espaçamento de 50 cm e 90 cm entre linhas, respectivamente. Eles foram semelhantes aos obtidos usando a intensidade de seleção padronizada (8,11% e 8,96%). Isso ocorre quando as médias das famílias se ajustam bem a uma

distribuição normal, como mostram as Figuras 1A-a e 1A-b. Pelo exposto, é esperado que a seleção recorrente intrapopulacional contribua para aumento expressivo da média destas famílias a curto prazo. Os ganhos esperados se situaram dentro dos limites que têm sido encontrados para a seleção com este tipo de famílias (Packer, 1991; Carvalho et al., 1994; Ferrão et al., 1995ab e Carvalho et al., 2000b). Para a população CMS 39, foram encontrados ganhos percentuais em relação à média de 10,28%, 3,97%, 7,33% e 8,50%, no primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos de seleção, respectivamente (Aguiar, 1986; Pacheco, 1987; Arriel, 1991 e Ramalho, 1999).

Diversos trabalhos evidenciam que a seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos tem mostrado eficiente para o melhoramento intrapopulacional, para fins de obtenção de linhagens ou variedades de polinização aberta para uso imediato pelos agricultores. A seleção intrapopulacional que visa aumentar, gradualmente, a frequência dos alelos favoráveis, não reduz a variância genética ao longo dos ciclos (Bigoto, 1988 e Carvalho et al., 2000a).

Uma verificação interessante a respeito dos ganhos com a seleção, neste caso em que as famílias foram avaliadas em dois espaçamentos distintos e mantendo a mesma densidade de 50.000 plantas por hectare, consiste na estimação dos ganhos realizados para peso de espigas despalhadas num espaçamento, se a seleção fosse efetuada no outro espaçamento e vice-versa.

Observa-se que os ganhos com a seleção, baseados no diferencial (DS) e na intensidade de seleção padronizada (i) na média dos dois espaçamentos, foram de 8,51% e 8,37% em relação a média (Tabela 8). Seleccionadas as 40 melhores famílias no espaçamento de 50 cm, obteve-se um ganho de 2,34%, considerando as mesmas 40 famílias no espaçamento de 90 cm, o inverso, obteve-se um ganho menor de 1,58%. Esses valores foram baixos, devido ao baixo valor da correlação entre as famílias nos dois espaçamentos. A interação G x E também contribui para a baixa correlação observada. Já os ganhos realizados

com base no diferencial de seleção por meio da análise conjunta foram superiores quando se considera o espaçamento de 50 cm entre linhas (7,26% contra 5,99%). Este fato mostra que, embora a herdabilidade para o espaçamento de 90 cm seja maior, o maior diferencial de seleção do espaçamento menor faz com que o ganho com a seleção em valor absoluto seja maior nesse espaçamento.

Dependendo da estratégia do programa de melhoramento, têm-se duas opções de seleção. A primeira seria selecionar materiais adaptados para as condições específicas, capitalizando os benefícios da interação  $G \times E$  em favor do melhorista. Assim, se o interesse fosse o espaçamento de 50 cm entre linhas, teríamos um ganho de 8,09%. Se o interesse fosse espaçamento de 90 cm entre linhas, o ganho com a seleção seria um pouco maior, 8,65%. Essa diferença, como já comentado, é devida a maior herdabilidade média no maior espaçamento, embora no menor espaçamento o diferencial de seleção seja maior.

A segunda opção seria selecionar materiais adaptados a condições gerais. Dessa forma, a melhor opção seria a seleção na média dos espaçamentos. Essa seleção traria um ganho de 8,51% em relação à média geral. Talvez essa opção seja a mais interessante, visto que a seleção baseada na média dos espaçamentos torna ainda possível a obtenção de ganhos elevados nos espaçamentos específicos.

Em geral, com a adoção da redução do espaçamento entre linhas no milho, haveria uma economia significativa em tempo. Isso porque, tanto a semeadura da soja como a do milho poderiam ser realizadas com o mesmo espaçamento, ganhando tempo e flexibilidade no plantio, o que maximizaria a utilização dos equipamentos agrícolas. Resultados obtidos por Sangoi et al. (2001) mostraram que os rendimentos podem pagar os custos para se adequar a este sistema de produção. Há muitas modificações e alterações que precisam ser

consideradas que determinam os reais benefícios da redução do espaçamento entre linhas (Paszkiewicz, 1996 e Porter et al., 1997).

Como já comentado, os resultados deste trabalho corroboram com alguns e destoam de outros encontrados na literatura. Os resultados contraditórios podem ser explicados por inúmeros fatores. Dentre os principais, destacam-se as diferenças significativas entre os materiais genéticos (híbridos e populações de base genética ampla), as características agronômicas (porte da planta, área foliar, inserção das folhas, etc.), as diferentes respostas a determinadas práticas culturais (sistema de irrigação e outras), as diferentes condições ambientais a que os materiais são submetidos, favorecendo ou não o aparecimento de doenças. Na maioria das vezes, o principal responsável pela baixa produtividade não é o espaçamento, mas sim a baixa saturação de bases do solo, acidez, distribuição de plantas, nível de fertilidade, inadequada população de plantas, dentre outros (Pozar, 1981; França et al., 1990; Rizzardi e Pires, 1996; Merroto Junior et al., 1997b; Porter et al., 1997; Almeida et al., 2000; Maddonni et al., 2001; Argenta et al., 2001; Sangoi et al., 2001).

## **6 CONCLUSÕES**

Existe grande variabilidade genética na população CMS 39, de forma que é possível conduzir programas de melhoramento de milho para diferentes espaçamentos entre linhas.

O espaçamento de 50 cm entre linhas proporciona melhores rendimentos de peso de espigas e de prolificidade.

Os ganhos com a seleção para o peso de espigas são similares nos dois espaçamentos. Sendo assim, é mais interessante a condução de um programa de melhoramento no espaçamento de 50 cm entre linhas, por este associar a maior média.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio/M&S Mendes & Scotoni/Editora Argos. 2002. 534 p.

AGUIAR, P. A. de. Avaliação de progênies de meio irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente. 1986. 69 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, Jan. 2000.


ARAUJO, J. S. de. Ganhos genéticos obtidos em híbridos e variedades de milho representativos de três décadas de melhoramento no Brasil. 1995. 64 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARGENTA, G., SILVA, P. R. F. da, BORTOLINI, C. G. FORSTHOFER, E. L. MANJABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, Jan. 2001.

ARIAS, C. A. A. Componentes de variância e covariância genética relacionados à seleção recorrente intra e interpopulacional no milho (*Zea mays* L.). 1995. 139 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ARRIEL, E. F. Avaliação de famílias de meio irmãos da população de milho CMS-39 em duas densidades de semeadura. 1991. 121 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

AVILA, G. Selección masal y familiar en una población compuesta de maíz. In: MUGNOZZA, G. T. S. (Coord.). *Investigaciones sobre el mejoramiento genético y cultural de trigo duro, girasol, maíz, frijol, lupino y haba en Bolivia*. Roma: Instituto Italo-Latino Americano, 1987. p. 125-131.



BARBOSA, J. A. Influência de espaçamento e arquitetura foliar no rendimento de grãos e outras características agrônômicas do milho (*Zea mays* L.). 1995. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BIANCHINI, H. C. Comportamento da cultivar de milho (*Zea mays* L.) "Piranão", em níveis crescentes de adubação NPK + Zn e diferentes densidades de plantio. 1980. 103 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BIGOTO, C. A. Estudo da população ESALQ PB-1 de milho (*Zea mays* L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. 1988. 124 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

BOQUET, D. J.; COCO, A. B.; JOHNSON, C. C. Response of corn to plant density and nitrogen rate. **Annual Progress Report, Northeast Research Station and Macon Ridge Research Station, Baton Rouge**, p. 63-65, 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**, v. 62, n. 5, p. 767-770, Sept./Oct. 1970.

CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) SUWAN DMR. 1988. 112 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CARVALHO, H. W. L.; GUIMARÃES, P. E. O.; LEAL, M. L. S.; CARVALHO, P. C. L.; SANTOS, M. X. Avaliação de progênies de meio-irmãos da população de milho CMS-453 no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 8, p. 1577-1584, ago. 2000a.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, P. C. L. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meio-irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n. 8, p.1621-1628, ago. 2000b.

CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; GOMES, E. E. G.; MAGNAVACA, R. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meio irmãos na população de milho BR 5011 no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 33, n. 5, p. 713-720, maio 1998b.

CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; GOMES, E. E. G.; MAGNAVACA, R. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meio irmãos na população de milho BR 5028 - São Francisco no Nordeste Brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1727-1733, nov. 1994.

CARVALHO, H. W. L.; SANTOS, M. X.; LEAL, M. L. S.; PACHECO, C. A. P. Melhoramento genético da variedade de milho BR 5028 - São Francisco no Nordeste Brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33 n. 4, p. 441-448, abr. 1998a.

CHAVES, L. J. Tamanho da parcela para a seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.). 1985. 148 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERRÃO, R. G.; GAMA, E. E. G.; COSTA, A. de F. S. da; SANTOS, J. A. C. Estimativas de parâmetros genéticos em dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos na população de milho (*Zea mays* L.) EEL. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 7, p. 957-962, jul. 1995a.

FERRÃO, R. G.; GAMA, E. E. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, J. A. C. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos na população de milho EEL. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 9, p. 1195-1200, set. 1995b.

FORCELA, F.; WESTGATE, M. E.; WARNES, D. D. Effect of row width on herbicide and cultivation requirements in crops. *American Journal of Alternative Agriculture, Greenbelt*, v. 7, n. 1, p. 161-167, Jan. 1992.

FORNASIERI FILHO, D. A cultura de milho. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

FRANÇA, G. E.; REZENDE, M.; ALVES, V. M. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Comportamento de cultivares de milho sob irrigação com diferentes densidades de plantio e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória. Resumos... Vitória: EMCAPA, 1990. p. 106.



**FREIRE, E. C. E; PATERNIANI, E. Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos na população de milho ESALQ VD2-SI 82, em condições de inverno. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v. 9, n. 3, p. 459-465, set. 1986.**

**FULTON, J. M. Relationship among soil moisture stress, plant population, row spacing and yield of corn. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v. 50, n. 1, p. 31-38, Mar. 1970.**

**GARDNER, C. O. Evaluation of mass selection and of seed irradiation with mass selection for population improvement in maize. Genetics, Princeton, v. 74, n. 6, p. 88-99, June 1973.**

**GOMES, P. Curso de estatística experimental. 11. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 466 p.**

**GOMES, P. Curso de estatística experimental. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467 p.**

**HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their application. Critical Review in Plant Sciences, Boca Raton, v. 3, n. 1, p. 1-33, Jan. 1989.**

**HALLAUER, A. R. Recurrent selection in maize. Plant Breeding, Berlin, v. 9, n. 2, p. 115-179, Feb. 1992.**

**HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.**

**HUTCHINSON, R. L.; SHARPE, T. R.; SLAUGHTER, R. Corn plant population and N rate study. Annual Progress Report, Northeast Research Station and Macon Ridge Research Station, Bacon Rouge, p. 116-117, 1988.**

**JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. Agronomy Journal, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, Jan./Feb. 1998.**

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

LIMA, M. Seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos na população de milho (*Zea mays* L.) ESALQ VD-2. 1977. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

LIMA, M.; PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Avaliação de progênies de meio-irmãos no segundo ciclo de seleção em dois compostos de milho. *Relatório Científico da ESALQ, Piracicaba*, v. 8, p. 78-85, 1974.

LONNQUIST, J. H. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement maize population. *Crop Science, Madison*, v. 4, n. 2, p. 227-228, Mar./Apr. 1964.

MADDONI, G. A.; OTEQUI, M. E.; CIRILO, A. G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Research, Amsterdam*, v. 71, n. 3, p. 183-193, July 2001.

MANFRON, P. A. Análise quantitativa do crescimento da cultivar AG 401 (*Zea mays* L) sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas. 1985. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MEDEIROS, J. B. de.; VIANA, A. C. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura do milho. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 6, n. 72, p. 32-35, dez. 1980.

MEROTTO Jr., A.; ALMEIDA, M. L. de; FUCKS, O. Aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 27, n. 4, p. 549-554, out./dez. 1997a.

MEROTTO Jr., A.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. *Planta Daninha, Londrina*, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997b.

MOREIRA, L. B. Avaliação de sistemas de associação milho-feijão, com utilização de cultivares de ciclo normal e precoce, em diferentes populações de plantas. 1983. 49 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

**MORELLO, C. de. Efeito da densidade de plantas na seleção massal com controle biparental para expressão da prolificidade de milho (*Zea mays*). 1992. 73 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.**

**MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas em milho do tipo precoce. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 13, n. 1, p. 13-17, Jan. 1978.**

**MURPHY, S. D.; YAKUBU, Y.; WEISE, S.F.; SWANTON, C. J. Effect of planting patterns on intrarow cultivation and competition between corn and late emerging weeds. Weed Science, Champaign, v. 44, n. 4, p. 865-870, Oct./Dec. 1996.**

**NETO, C. F.; SILVA, L. P. S.; SILVA, L. N. Arranjos de plantas e rendimento de grãos do milho. Revista Ceres, Viçosa, v. 45, n. 261, p. 467-480, set./out. 1998.**

**OLIVEIRA, J. M. Vaz. O milho. Lisboa: Clássica Editora, 1984. 218 p.**

**PACHECO, C. A. P. Avaliação de famílias de meio-irmãos da população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente - 2º ciclo de seleção. 1987. 109 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG.**

**PACHECO, C. A. P.; RAMALHO, M. A. P.; MAGNAVACA, R. Interação genótipos x ambientes na avaliação de progênies de meio irmãos de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 4, p. 433-439, 1998.**

**PACKER, D. Seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos em milho. (*Zea mays* L.) na população ESALQ VD<sub>2</sub> Waxy. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 88 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.**

**PASZKIEWICZ, S. Narrow row spacing influence on corn yield. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 51., 1996, Chicago. Proceedings... Chicago: American Seed Company Association, 1996. p. 130-138.**

PATERNIANI, E. Comportamento do milho de porte baixo em duas densidades de plantio. Piracicaba: ESALQ, 1971. p. 133-135. Relatório Científico.

PATERNIANI, E. Formação de compostos de milho. Piracicaba: ESALQ, 1968. p. 102-108. (Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética).

PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, v. 7, n. 3, p. 212-216, May/June 1967.

{ PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BOREM, A. (Ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 1999. p. 429-485.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento e produção de milho. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 215-274.

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil In: *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 1-10.

POMMER, C. V.; GERALDI, I. O. Selection among and within half-sib families in opaque-2 maize populations. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 6, n. 3, p. 461-472, set. 1983.

PORTER, P. M.; HICKS, D. R.; LUESCHEN, W. E.; FORD, J. H.; WARNES, D. D.; HOVERSTAD, T. R. Com response to row width and plant population in the Northern Corn Belt. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v. 10, n. 2, p. 293-300, Apr./June 1997.

POZAR, G. Interação da arquitetura da planta e espaçamento na produtividade do milho (*Zea mays* L.). 1981. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RAMALHO, A. R. Comportamento de famílias de meio-irmãos em diferentes épocas de semeadura visando à produção de forragem de milho. 1999. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

**REZENDE, M.; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M.C. Cultura do milho irrigado. In: POTAFOS. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, 1993. p. 237-248.**

**RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, ago. 1994.**

**RIZZARDI, M. A.; PIRES, J. L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas, Ciência Rural, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 13-17, jan./mar. 1996.**

**SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agrônômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 25, n. 7, p. 945-953, jul. 1990.**

**SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de.; HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, jun. 2001.**

**SAWAZAKI, E.; Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos para produção de grãos no milho IAC Maya. 1979. 99 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.**

**SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. M. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, maio 1995.**

**SEGOVIA, R. T. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex. 1976. 88 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.**

SOUZA JUNIOR., C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação Rondonópolis, MT, 2001. p. 159-199.

SOUZA JUNIOR., C. L. Seleção recorrente e desenvolvimento de híbridos. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA, 4.; REUNIÓN DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EM MAIZ, 17., 1997, Cartagena de Indias. **Memórias...** Cali: Corpoica; CIMMYT, 1998. p. 37-58.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. 633 p.

TEASDALE, J. R. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. **Weed Science, Champaign**, v. 46, n. 4, p. 447-453, July/Aug. 1998.

TEASDALE, J. R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology, Lawrence**, v. 9, n. 1, p. 113-118, Jan./Mar. 1995.

TROYER, A. F. Background of U.S. hybrid corn. **Crop Science, Madison**, v. 39, n. 3, p. 601-626, May/June 1999.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. Contribuições do melhoramento genético de plantas no Brasil. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Agricultura brasileira e pesquisa agropecuária**. Brasília: EMBRAPA comunicação para transferência de tecnologia, 2000. p. 57-89.

VIEGAS, G. P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas, 1987. v. 2, p. 451-538.

WEBEL, O. D.; LONQUIST, J. M. An evaluation of modified ear-15-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science, Madison**, v. 7, n. 6, p. 651-655, Nov./Dec. 1967.

**WEST, D. R.; GRAVES, C. R.; KINGER, D. R.; BRADLEY, J. F.** Response of corn hybrids to varying plant population densities. **Tennessee Farm and Home Science**, Knoxville, v. 150, n. 1, p. 10-14, 1989.

**WESTGATE, M. E.; FORCELLA, F.; REICOSKY, D. C.; SOMSEN, J.** Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: radiation-use efficiency and grain yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 49, n. 2/3, p. 249-258, Feb. 1997.

**WEYHRICH, R. A.; LAMKEY, K. R.; HALLAUER, A. R.** Responses to seven methods of recurrent selection in the BS11 maize population. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 2, p. 308-321, Mar./Apr. 1998.

## ANEXOS

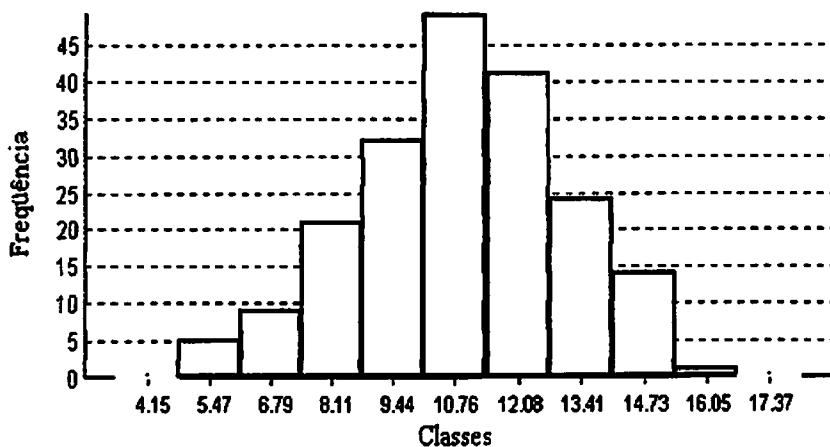
### Anexos A

### Páginas

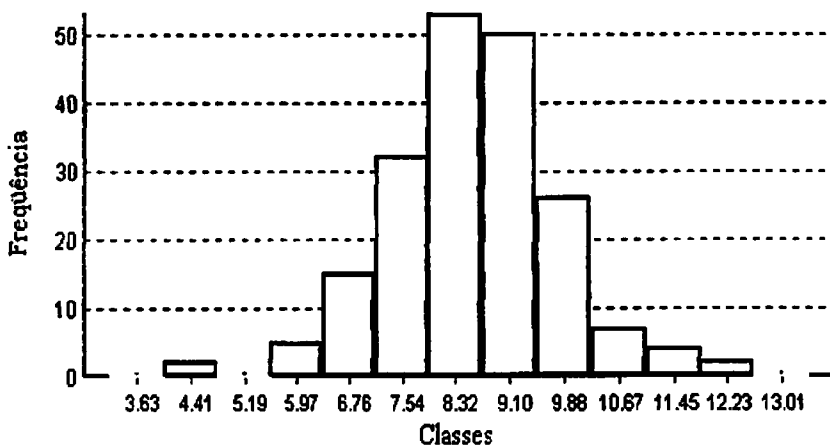
FIGURA 1A - Distribuição de frequência para peso de espigas ( $t.ha^{-1}$ ) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).....	54
FIGURA 2A - Distribuição de frequência para altura de plantas (m) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).....	55
FIGURA 3A - Distribuição de frequência para altura de espigas (m) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).....	56
FIGURA 4A - Distribuição de frequência para prolificidade (espigas.planta <sup>-1</sup> ) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).....	57



a)

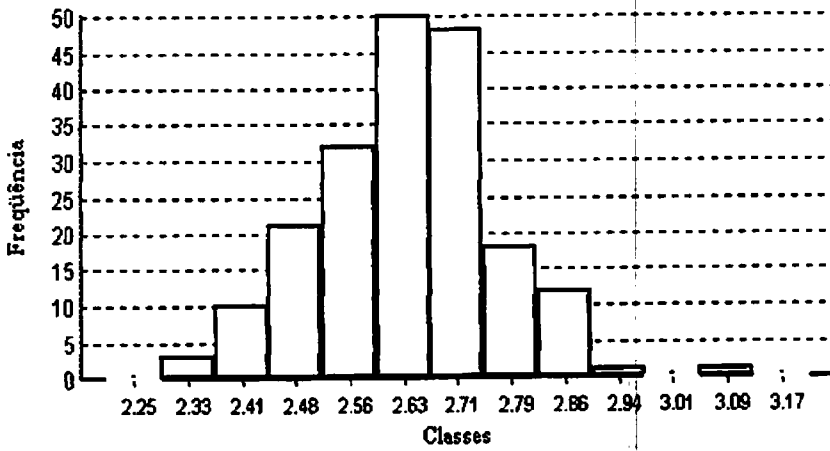


b)



**FIGURA 1A.** Distribuição de freqüência para peso de espigas ( $t.ha^{-1}$ ) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).

a)



b)

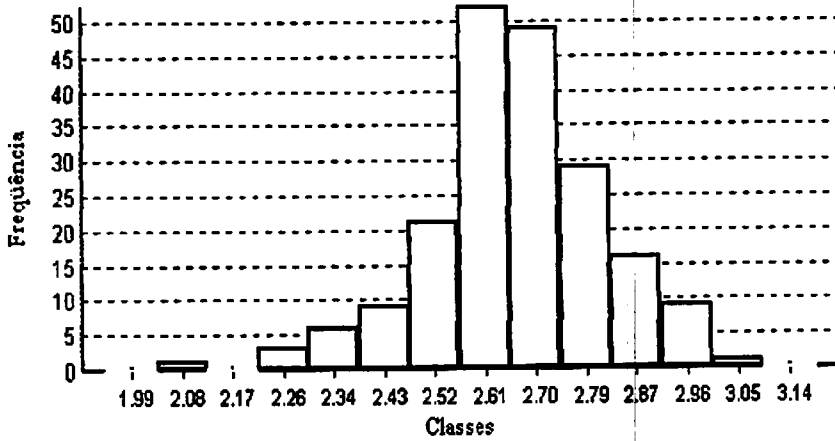
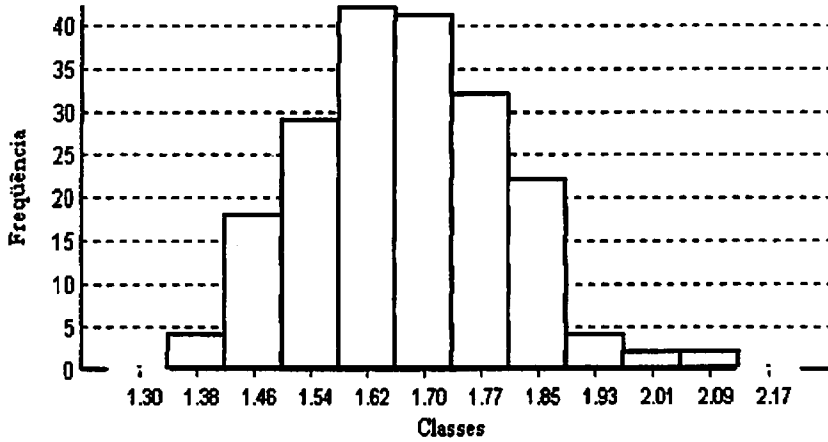


FIGURA 2A. Distribuição de freqüência para altura de plantas (m) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).

a)



b)

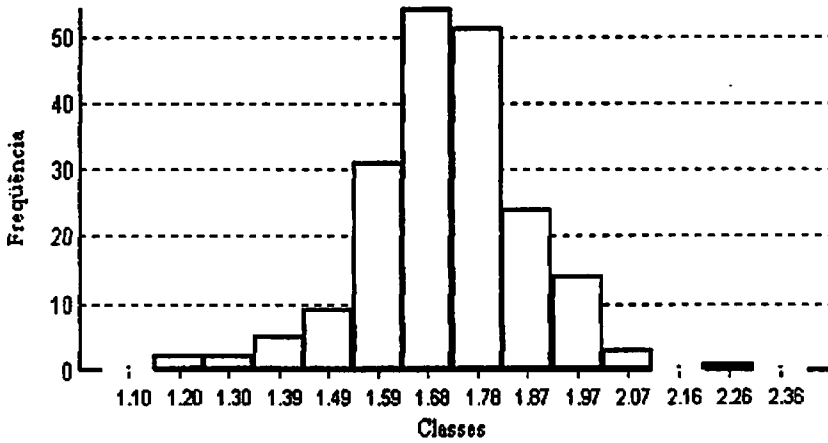
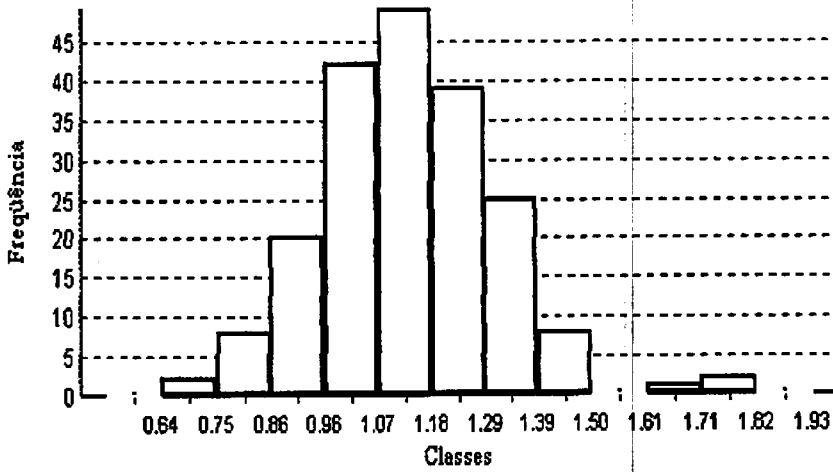


FIGURA 3A. Distribuição de frequência para altura de espigas (m) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).

a)



b)

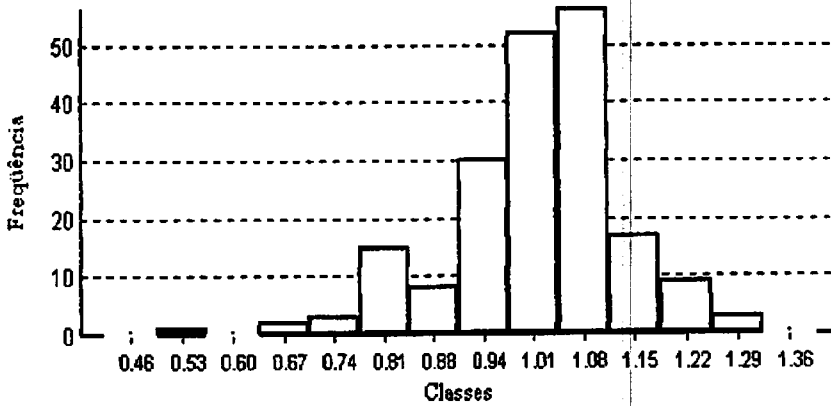


FIGURA 4A. Distribuição de freqüência para prolificidade (espigas.planta<sup>-1</sup>) para 196 famílias de meio irmãos da população de milho CMS 39, espaçamento de 50 cm entre linhas (a) e espaçamento de 90 cm entre linhas (b).