SELEÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

ANDRÉ GUSTAVO STEOLA

2005

ANDRÉ GUSTAVO STEOLA

SELEÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

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

Orientador
Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

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

Steola, André Gustavo
Seleção de progênies S_1 de milho em diferentes densidades de Semeadura / André Gustavo Steola. – Lavras: UFLA, 2005.
59 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Milho. 2. Densidade de semeadura. 3. Melhoramento genético vegetal. 4. Progenie endogamica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.152

ANDRÉ GUSTAVO STEOLA

SELEÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

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

APROVADA em 5 de agosto de 2005

Prof. Dr. João Cândido de Souza – DBI/UFLA

Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho – DAG/UFLA

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho
UFLA
(Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil

Aos meus pais e familiares.

Ao meu irmão, Daniel.

À minha namorada, Patrícia, pela compreensão, amor e apoio em todos os momentos.

À República Mata-Burro,

OFEREÇO

Por tudo que fizeram por mim, pelo exemplo de amor e dedicação, a meus pais,

Edison e Célia

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, proteção, força e guia de todas as horas.

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

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela orientação, amizade e por todo o incentivo no decorrer desse trabalho. Obrigado!

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho, pela disponibilidade e ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários do setor de grandes culturas do Departamento de Agricultura, João Pila, Manguinho, Agnaldo, Alessandro, Júlio e em especial ao Marcinho, pela colaboração e amizade.

Aos colegas e amigos de pós-graduação, Martin, Marcelinho, Caju, Iran, Zé Luiz, André, Mococa, Reginaldo, Gabriel, Pira e aos graduandos do Grupo do Milho, pela amizade e coleguismo.

Aos amigos de curso Diogo, Marcelo, Matheus e Sarah, pelo apoio, incentivo e pela grande amizade, obrigado!

Aos amigos da República Mata-Burro, Jacobs, Véio, Serjão, Denão, Ganso, Fefo, Busca, Cezinha, Filó, Paulão, Quexada, Glauco, Bizonho, Fernando, Bruno, Leandro, Gil e Aline, pela amizade e convivência na casa.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....i
ABSTRACT.....ii
1 INTRODUÇÃO.....1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....2
2.1 Densidade de semeadura na cultura do milho.....2
2.2 Melhoramento genético da cultura do milho.....4
2.2.1 Métodos de melhoramento.....4
2.2.2 Interação densidade de semeadura versus material genético.....5
2.2.3 Efeitos da endogamia no milho.....9
2.2.3.1 Depressão por endogamia.....10
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....15
3.1 Materiais genéticos.....15
3.2 Delineamento experimental e condução dos experimentos.....16
3.3 Características avaliadas.....17
3.4 Análise dos dados.....18
3.4.1 Análises de variância dos dados.....18
3.4.2 Estimativas de m+a e depressão por endogamia.....20
3.4.3 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos..... 21
4 RESULTADOS.....25
5 DISCUSSÃO.....40
6 CONCLUSÕES.....47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....48
8 ANEXOS.....57

RESUMO

STEOLA, A. G. **Seleção de progênies S_1 de milho em diferentes densidades de semeadura.** 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.[1]

A maioria dos programas de melhoramento tem dado ênfase no desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a altas densidades de semeadura. Entretanto, existem poucas informações sobre a interação progênies $S_{0:1}$ x densidade de semeadura. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da densidade de semeadura sobre o processo de seleção de progênies endogâmicas $S_{0:1}$ de milho. Para isso, utilizaram-se 98 progênies $S_{0:1}$ derivadas do híbrido simples GNZ 2004, avaliadas em duas densidades de semeadura (50 mil e 75 mil plantas.ha^{-1}) . Em cada densidade foram avaliadas as 98 progênies $S_{0:1}$, juntamente com o híbrido GNZ 2004 e sua geração F_2. O delineamento utilizado em ambas as densidades foi o látice simples 10 x 10, com duas repetições. Os experimentos foram conduzidos em área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG. As características avaliadas foram a produtividade de espigas despalhadas, a prolificidade e a altura de plantas e de espigas. Pelos resultados obtidos foi constatada variabilidade genética entre as progênies $S_{0:1}$ nas duas densidades avaliadas, havendo a possibilidade de seleção de progênies com maior potencial de produção de espigas despalhadas e com outras características agronômicas superiores. A não significância da interação entre as progênies $S_{0:1}$ e as densidades de semeadura associada às altas correlações genéticas obtidas evidenciam que a seleção poderá ser realizada em qualquer uma das duas densidades, sem comprometer o processo seletivo.

[1] Orientador: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho (UFLA)

ABSTRACT

STEOLA, A. G. **Selection of S_1 maize progenies under different plant densities**. 2005. 59 p. Master Dissertation in Genetics and Plant Breeding – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.[1]

Most maize breeding programs has given emphasis on cultivar development more adapted to high plant densities. However there is little information about the interaction of $S_{0:1}$ progenies x plant densities. The present work aimed to evaluate plant density effect on the selection process of inbred progenies. Ninety-eight $S_{0:1}$ progenies from the single cross hybrid GNZ 2004 were evaluated in two plant densities, 50 thousand and 75 thousand plants.ha^{-1}. For each plant density the 98 $S_{0:1}$ progenies, with the GNZ 2004 hybrid and its F_2 generation, were evaluated in a simple 10x10 lattice design. The experiments were performed in the experimental area of the Agriculture Department of the Federal University of Lavras, in Lavras, MG, Brazil. The evaluated characteristics were yield of husked ear, prolificacy and plant and ear height. Results showed the presence of genetic variance between the $S_{0:1}$ progenies in the two densities allowing the selection of progenies with a higher production potential of husked ear corn and with superior agronomic characteristics. The non significance of the progenies x plant densities interaction, associated with the high genetic correlations, show that the selection could be performed at any plant density, without compromising the selection process.

[1] Adviser: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho (UFLA)

1 INTRODUÇÃO

Dentre as principais técnicas de manejo adotadas para a cultura do milho na busca de maior eficiência produtiva e econômica, a escolha da densidade de semeadura é, sem dúvida nenhuma, um dos fatores que mais podem contribuir para a correta exploração do ambiente e do genótipo. Este é um dos mais importantes fatores na obtenção de maiores produtividades.

A utilização de maiores densidades nesta cultura é uma tendência atual e a maioria dos programas de melhoramento tem dado ênfase ao desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a altas densidades de semeadura. O efeito significativo da interação entre cultivares e densidades de semeadura é freqüentemente citado na literatura. Entretanto, existem poucas informações disponíveis sobre o efeito da densidade de semeadura na avaliação de progênies de milho em um programa de melhoramento.

A avaliação dos efeitos da densidade populacional sobre o processo de seleção, bem como o conhecimento das estimativas dos parâmetros fenotípicos e genéticos envolvidos com a interação genótipos x densidades de semeadura, podem auxiliar na escolha e utilização de estratégias apropriadas para a obtenção de sucesso nos programas de melhoramento, possibilitando a identificação de linhagens superiores visando ao desenvolvimento de híbridos.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de progênies S_1 de milho, derivadas de um híbrido simples, em duas densidades de semeadura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Densidade de semeadura na cultura do milho

A relação entre o número de plantas por unidade de área e o rendimento de seus componentes é, na verdade, uma função complexa, condicionada por vários fatores. De acordo com Viana et al. (1983), para determinadas condições de clima, solo, cultivares e tratos culturais, há um número ideal de plantas por unidade de área para se atingir a maior produção. A população de plantas considerada ideal é formada pelo número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo.

O milho é uma das espécies de importância agrícola que apresentam maior potencial de utilização da radiação solar para a conversão de carbono mineral em carbono orgânico e o seu posterior acúmulo nos grãos (Slaffer & Otegui, 2000). A maximização da eficiência de interceptação desta radiação e sua conversão em fitomassa dependerão de fatores climáticos, edáficos e de manejo, destacando-se práticas culturais que interfiram sobre a densidade populacional e o arranjo de plantas (Sangoi, 2001).

O aumento da densidade de semeadura consiste em uma prática agronômica intensiva que tem uma grande implicação na produtividade da cultura, uma vez que contribui para a correta exploração do ambiente e do genótipo (Merotto et al., 1996). Entretanto, pode provocar maior competição entre plantas por nutrientes, água, luz e CO_2; a disponibilidade dos dois primeiros oferece maiores limitações ao emprego de altas populações. Segundo Viana et al. (1983), as cultivares precoces toleram maior densidade de semeadura do que as tardias, em razão de possuírem menor estatura e massa vegetativa, proporcionando uma maior eficiência no aproveitamento da luz.

A definição da população ótima para uma determinada cultivar seria aquela com menor número de plantas por área, capaz de dar a maior produção, em um solo com determinado nível de fertilidade (Viana et al., 1983). O estabelecimento da população ideal de plantas proporciona uma alta produção de matéria seca por hectare devido à maximização do aproveitamento dos elementos de produção (Fonseca, 2000). É evidente, portanto, que para cada região ou época de semeadura, com sua fertilidade natural ou artificial, haja uma densidade de semeadura ótima. Como as cultivares variam quanto as suas exigências, a densidade de semeadura ótima ficará para um determinado tipo de solo, na dependência da cultivar de que o agricultor dispõe.

Assim, a produtividade do milho tende a aumentar linearmente com a elevação do número de plantas por área, até um determinado ponto que é considerado a densidade ótima de semeadura. A partir desse ponto, a produtividade decresce com o aumento da densidade. Em menores populações, há uma maior compensação da prolificidade, que o faz com que a diferença em produtividade não seja tão acentuada quando se comparam diferentes densidades de semeadura (Pereira Filho et al., 1991).

Sangoi (2001) observou que a prolificidade (número de espigas por planta) foi afetada pelo número de plantas por área no período de safrinha. Os menores índices foram encontrados nas maiores populações de plantas. Fornasieri Filho (1992) cita que altas densidades populacionais podem causar alterações morfológicas e fisiológicas, entre elas, o aumento do número de plantas sem espiga.

Com o aumento da densidade de plantio, as espigas ficam menores e o índice de espigas por planta também diminui, mas há uma compensação na produção, em relação ao aumento do número de plantas na área (Embrapa, 1996).

Existem diferenças genotípicas com relação à tolerância ao aumento da densidade. O efeito primário do aumento da densidade de semeadura sob adequado suprimento de água e nutrientes é o aumento da competição interespecífica entre plantas (Ribeiro, 1998).

2.2 Melhoramento genético na cultura do milho

2.2.1 Métodos de melhoramento

O milho é uma espécie alógama caracterizada por possuir apenas 5% de autofecundação, ou seja, cerca de 95% de cruzamentos aleatórios. O milho apresenta mecanismos que favorecem a alogamia, como a monoecia, em que as plantas apresentam sexos separados (pendão e espigas) e a protandria, na qual ocorre a liberação do pólen sem que o estigma esteja receptivo. Assim, as plantas de uma população em uma geração qualquer são formadas por cruzamentos aleatórios de plantas da geração anterior, não transferindo integralmente os seus genótipos para a geração seguinte.

A obtenção de híbridos de linhagens, descrita no início do século XX por Shull (1908, 1909, 1910), permitiu fixar os genótipos de uma população, avaliá-los em experimentos com repetições, classificá-los quanto a seus valores genotípicos corretamente, selecionar os genótipos superiores e multiplicá-los para serem liberados como cultivares. Esta tecnologia consistia, basicamente, de um sistema de endogamia seguida de hibridação.

O melhoramento de populações envolve basicamente duas estratégias: o melhoramento interpopulacional e o intrapopulacional. No primeiro caso, o melhoramento é realizado visando à melhoria da capacidade de combinação de uma população com a outra. O melhoramento intrapopulacional envolve o

melhoramento “per se” da população. Nesta revisão, será dado maior enfoque ao melhoramento intrapopulacional.

Há vários métodos de melhoramento intrapopulacional. Descrições sobre eles são encontradas na literatura (Paterniani & Campos, 1999). A diferença básica entre eles é se a seleção é baseada no comportamento dos indivíduos, na seleção massal ou de famílias. Nesse último, podem ser usados diferentes tipos de famílias, que podem ser não endogâmicas, como meios irmãos e irmãos germanos, ou endogâmicas, quando se utilizam as gerações provenientes de autofecundação, como S_1 e S_2.

No Brasil, predomina o emprego dos métodos que utilizam, especialmente, famílias de meios-irmãos, principalmente, pela facilidade de condução (Carvalho et al., 1998a; Carvalho et al., 1998b; Santos et al., 1998). Há relatos, contudo, do emprego de irmãos germanos (Naspolini Filho et al., 1986).

Progênies endogâmicas S_1 e, em certos casos, S_2 têm sido utilizadas para a seleção de progênies em populações. Tal tipo de seleção é, geralmente, indicado para caracteres de baixa herdabilidade, uma vez que a endogamia aumenta a variância genética entre as progênies. Isso permite maior discriminação entre as progênies e maior progresso genético esperado. O método, entretanto, não tem sido muito utilizado, provavelmente devido ao maior intervalo entre os ciclos e às dificuldades práticas de avaliação das progênies autofecundadas. Assim, resultados limitados estão disponíveis, embora indicando progresso satisfatório (Paterniani, 1993).

2.2.2 Interação densidade de semeadura versus material genético

Um aspecto de grande importância para o sucesso do programa de melhoramento se refere à população de plantas utilizadas durante o processo de

obtenção de novas cultivares. Para a obtenção de cultivares prolíficas, apesar da hipótese de que, em densidades menores de semeadura, as plantas podem expressar o caráter prolificidade mais facilmente, essas cultivares podem não manter a expressão da característica quando em densidades mais altas, o que é indesejável (Arriel, 1991). Desse modo, alguns autores preferem avaliar a prolificidade em maiores densidades, pois as populações que forem prolíficos nessa situação certamente o serão quando submetidos a densidades de semeadura menores.

Subandi & Compton (1974) observaram que os melhores resultados em milho, tanto para produtividade de grãos quanto para prolificidade, utilizando-se estimativas de ganho genético com a seleção massal para produtividade de grãos, foram obtidos com a densidade de 17.200 plantas. ha^{-1}. Já Ordas & Stucker (1977) sugeriram, ao considerarem estimativas de variância genética e de correlações genotípicas, para os caracteres prolificidade e produtividade de grãos, que a seleção para os caracteres estudados se realizasse com uma população ao redor de 49.000 plantas.ha^{-1}. Por sua vez, Smith et al. (1982) recomendam que a seleção para prolificidade deve ser conduzida numa densidade de semeadura em torno de 40.000 plantas.ha^{-1}, evitando-se, assim, condições de estresse, de forma a favorecer a expressão deste caráter.

Após realizar quatro e oito ciclos de seleção massal para prolificidade, nas densidades de 36.900 e 73.800 plantas.ha^{-1}, Gebauer (1979) e Thompson (1983) constataram que a seleção na densidade de semeadura mais elevada proporcionou maior ganho genético, tanto para o número de espigas como para a produtividade de grãos. Singh et al. (1986), por sua vez, utilizando seleção recorrente com progênies de irmãos germanos para aumentar o nível de prolificidade em uma variedade de polinização aberta, praticaram seleção nas densidades de 44.444 e 166.666 plantas.ha^{-1}. Após quatro ciclos de seleção, obtiveram maior êxito na seleção direta para a menor densidade, observando um

ganho de 4,5% por ciclo, para a produção de grãos. Já para a seleção indireta, para a produção de grãos, não foi verificada diferença significativa entre as densidades.

Ao avaliar duzentas famílias de meios irmãos da população CMS-39, nas densidades de 26 a 50 mil plantas.ha^{-1}, Arriel (1991) verificou a existência de significância para a interação entre densidades de semeadura e famílias quanto à produtividade de grãos. Devido a essa interação, as famílias selecionadas em uma densidade de semeadura podem não ser coincidentes com as selecionadas na outra densidade, o que leva a sugerir que a avaliação de famílias seja efetuada numa densidade de semeadura correspondente àquela na qual pretende-se utilizá-la posteriormente.

Bejarano et al. (1992), com o objetivo de avaliar oito características agronômicas em cem famílias de irmãos germanos na variedade de milho doce "Riqueza", observaram diferenças altamente significativas para todas as características estudadas na população avaliada, com exceção da prolificidade. Os autores ressaltam que a falta de significância quanto à prolificidade, provavelmente, foi devido ao erro experimental, haja vista a existência de suficiente variância para prolificidade nas famílias avaliadas, diferindo entre 1,0 a 1,9 espiga.plantas^{-1}.

Utilizando-se a seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes de semeadura (25, 37,5 e 50. mil plantas.ha^{-1}), Morello (1992), após avaliar um ciclo, verificou que o índice máximo de espigas (prolificidade), por meio de uma equação de regressão, foi obtido na densidade de 42.000 plantas.ha^{-1}. Na avaliação a 50.000 plantas.ha^{-1}, a produtividade de espigas foi superior àquelas obtidas nas outras densidades de semeadura.

Grande ênfase tem sido dada, pelos programas de melhoramento de milho desenvolvidos no Brasil, ao desenvolvimento de híbridos com baixa exigência calórica para florescer, caracterizados pelo porte baixo, menor número

de folhas e pela presença de folhas eretas (Almeida et al., 2000). Este ideótipo compacto pode contribuir para melhorar a sustentabilidade das plantas ao final do ciclo, em relação aos híbridos cultivados no passado, principalmente quando semeados em alta densidade populacional.

Aumentos na tolerância de diversos híbridos contemporâneos ao adensamento, em relação aos genótipos utilizados no passado, têm sido reportados na literatura, em diferentes regiões produtoras de milho (Duvick & Cassan, 1999; Sangoi et al., 2002; Tollenaar & Lee, 2002; Tollenaar & Wu, 1999). Grande parte deste avanço foi obtida utilizando-se, como critério de seleção, o rendimento de grãos das futuras cultivares em populações superiores às normalmente recomendadas (Argenta et al., 2003; Bolagños & Edmeades, 1996).

Com o objetivo de quantificar o efeito da interação densidades de semeadura com cultivares desenvolvidas em décadas diferentes, Tollenar (1989) avaliou nove híbridos de milho que foram cultivados em Ontário (Canadá), durante o período de 1959 a 1988, em dois locais, nas populações de 20, 40, 80 e 130 mil plantas por hectare. Foi verificado que a densidade ótima variou em função do híbrido, constatando-se a existência da interação. Os híbridos mais recentes responderam com maior intensidade, com relação à produtividade de grãos, ao aumento de densidade de semeadura.

A densidade populacional também é afetada por outras características da planta. Assim, cultivares de porte mais baixo podem ser cultivadas em maiores densidades de plantio, em função do menor índice de quebramento e acamamento de colmo (Castro, 1983). Nielsen (1989) constatou que os índices de quebramento e acamamento de plantas são muito influenciados pela densidade de semeadura. Este autor avaliou diferentes materiais, espaçamentos entre linhas variando de 38 a 76 cm e populações de 44, 60, 75 e 88 mil plantas

por hectare. Verificou também que, com o aumento da densidade, o índice de quebramento e acamamento de colmo aumentou consideravelmente.

2.2.3 Efeitos da endogamia no milho

Por endogamia, entende-se o acasalamento entre indivíduos aparentados, especialmente a autofecundação. A conseqüência principal resultante do fato de dois indivíduos terem um ou mais ancestrais comuns é que eles podem carregar réplicas de alelos provenientes do ancestral comum e, se eles se acasalarem, podem transmitir essas réplicas à sua progênie (Falconer & Mackay, 1996).

A prática da autofecundação é largamente utilizada em processos de melhoramento de milho, tanto na obtenção de linhagens para produção de híbridos como na avaliação de progênies S_1 ou S_2, no melhoramento de populações. No processo de autofecundações sucessivas, o nível de heterozigose é reduzido à metade a cada geração de autofecundação, a partir de um híbrido simples, de forma que, na primeira geração de autofecundação (S_1), têm-se 50% de locos em homozigose; na segunda geração (S_2), 75%; na terceira geração (S_3), 87,5%; na quarta geração (S_4), 93,75%; na quinta geração, (S_5) cerca de 96,88%; na sexta geração (S_6), cerca de 98,44% e na sétima geração (S_7), cerca de 99,22%. Na sétima geração de autofecundação, portanto, quase 100% dos locos estão em homozigose e, para fins de melhoramento, considera-se que as plantas já atingiram a homozigose (Souza Jr., 2001).

Nos programas de melhoramento visando à obtenção de linhagens, uma das alternativas é a utilização de híbridos comerciais como fonte de novas linhagens, denominadas linhagens de segundo ciclo, sendo essa uma prática comum entre os melhoristas (Hallauer, 1990; Lamkey et al., 1995). Como há disponibilidade de algumas dezenas de híbridos comerciais, seria importante

identificar estratégias que possam ser utilizadas na escolha dos híbridos e ou populações segregantes como fontes de novas linhagens.

Por meio da endogamia, tem-se conseguido obter linhagens geneticamente uniformes em milho para a obtenção de híbridos altamente produtivos, pela restauração do vigor por meio de cruzamentos. Para serem comercialmente usadas, as linhagens endogâmicas devem apresentar boa performance e capacidade de combinação com outras linhagens.

O efeito da endogamia sobre a variância genética de um caráter métrico é aparente pela descrição das mudanças das freqüências alélicas. Considerando uma população constituída de diferentes genes em seus locos, o efeito da endogamia será dispersivo, de modo que a tendência é de formarem-se diversas linhas de indivíduos homozigotos, diferenciados pela freqüência alélica. Uma vez que o valor genotípico médio de um caráter quantitativo depende das freqüências alélicas nos locos que a afetam, as linhas tornam-se diferenciadas em relação ao seu valor genotípico médio. Alem disso, uma vez que os componentes genéticos da variância se reduzem à medida que as freqüências alélicas tendem a direção dos valores extremos 0 ou 1, a variância genética dentro das linhas decresce. A conseqüência geral da endogamia, portanto, é uma redistribuição da variância genética; o componente que surge entre as médias das linhas aumenta, enquanto aquele que aparece dentro das linhas diminui. Portanto, o que a endogamia faz é promover diferenciação genética entre linhas e uniformidade genética dentro delas (Falconer, 1989).

2.2.3.1 Depressão por endogamia

O acasalamento entre indivíduos aparentados, ou a autofecundação, leva ao incremento da homozigose na descendência, às custas da diminuição da heterose. Este fato faz com que alelos desfavoráveis em condição recessiva

resultem em estado de homozigose, provocando a diminuição do valor adaptativo do indivíduo. Este declínio do valor fenotípico médio dos caracteres relacionadas com a capacidade reprodutiva e eficiência fisiológica é conhecido como "depressão por endogamia". Porém, a diminuição da heterozigosidade que provoca perdas de alelos favoráveis leva também ao declínio do valor adaptativo (Falconer & mackay, 1996; Hallauer & Miranda Filho, 1995; Vencovsky & Barriga, 1992). A redução no valor fenotípico associada à depressão por endogamia varia de acordo com a população; também espera-se que a mesma varie dentro das populações, isto é, que genótipos de uma população tenham diferentes valores fenotípicos sob endogamia.

Miranda Filho & Viegas (1987) salientaram que populações oriundas de linhagens endogâmicas ou que já passaram por alguma fase de endogamia são menos sensíveis aos efeitos da depressão provocados pelos genes deletérios.

Para Hallauer & Miranda Filho (1988) em populações melhoradas derivadas de híbridos comerciais a depressão por endogamia se deve, principalmente, ao nível de heterozigosidade da população e apresenta decréscimo linear ao longo de sucessivas autofecundações. Neste caso pode-se concluir que a depressão nesse tipo de população deve-se, exclusivamente, à segregação de alelos devido à endogamia.

A depressão por endogamia total (DE.) é medida pela diferença entre S_o e S_e, em que S_o é a média da população original e S_e a média da população endogâmica. Portanto, a estimativa da depressão por endogamia é dada por: $D.E. = S_o - S_e = -2F \Sigma_i p_i q_i d_i$. (Falconer, 1989), sendo p_i e q_i as freqüências alélicas no loco i, d_i o valor genotípico decodificado do heterozigoto para o loco i e F o coeficiente de endogamia. O valor de d_i será zero na ausência de dominância, mas aumenta à medida que aumenta o grau médio de dominância. A depressão causada pela endogamia é, então, proporcional ao grau de dominância, sendo maior para os locos com freqüências intermediárias. Também costuma-se

estimar a depressão por endogamia em termos de porcentagem em relação à média da população original. Assim, tem-se: D.E.(%) = $[(S_e - S_o)/ S_o].100$.

Conforme relatam Hallauer & Miranda Filho (1988), embora um grande número de autofecundações já tenha sido realizado, as estimativas de depressão por endogamia para diferentes caracteres são surpreendentemente pequenas, na maioria dos casos. Em levantamento realizado pelos autores, a depressão esperada para produção de grãos, a 50% de homozigose induzida pela autofecundação, variou de 42,2 a 71,9 gramas/planta, enquanto que, para a altura de planta e a altura de espiga, os valores oscilaram entre 7,8 a 33,4cm e 10,4 a 29,6cm, respectivamente.

Estimativas de depressão por endogamia, em termos de porcentagem em relação à média da população original, foram obtidas por diversos autores, para vários caracteres, em variedades ou compostos (Gama et al., 1985; Geraldi & Vencovsky, 1980; Lima et al., 1984; Nass & Miranda Filho, 1995; Sing et al., 1967; Vianna et al., 1982), variedades sintéticas (Genter, 1971; Lamkey & Smith, 1987; Meghji et al., 1984), híbridos simples e duplos (Gama & Hallauer, 1977; Gama et al., 1985) e híbridos triplos (Gama et al., 1985). Os valores de depressão por endogamia variaram entre zero e 58,0% para a produção de grãos, entre 9,6 e 20,3% para a altura da planta e entre 3,9 e 27,4%, para a altura da espiga.

No Brasil, vários estudos têm sido conduzidos para avaliar a depressão por endogamia. Na Tabela 1 são apresentadas as estimativas da depressão por endogamia em relação às médias S_0 para peso de grãos em diferentes materiais genéticos. Pode-se inferir que as variedades de polinização livre, as populações e os híbridos exibiram taxas de depressão por endogamia similares.

TABELA 1. Estimativas da depressão por endogamia em relação às médias S_0, para peso de grãos, em diferentes materiais genéticos no Brasil.

Material Genético		Médias	Intervalo de variação			Ref.
Várias populações	(S_0, S_1)	-45,8	-40,2	A	-60,4	(1)
Várias populações	(S_0, S_1)	-40,5	-27,0	A	-57,9	(2)
Vários híbridos	(S_0, S_1)	-48,6	-40,9	A	-56,7	(3)
CMS-05-CO	(S_0, S_1)	-64,0	-0,0	A	-94,0	(4)
CMS-05-CO	(S_0, S_1)	-42,5	-18,6	A	-66,0	(5)
CMS-05-C1	(S_0, S_1)	-38,9	-17,9	A	-58,4	(5)
Centralmex	(S_0, S_1)	-36,7	-11,6	A	-67,4	(6)
ESALQ-PB2	(S_0, S_1)	-46,3	-18,9	A	-75,8	(7)
ESALQ-PB3	(S_0, S_1)	-45,6	-16,7	A	-71,7	(7)
ESALQ-PB2-C2	(S_0, S_1)	-43,7	-15,2	A	-76,3	(8)
ESALQ-PB3-C2	(S_0, S_1)	-49,4	-22,5	A	-76,1	(8)
ESALQ-PB2-C3	(S_0, S_1)	-40,5	-1,5	A	-65,8	(9)
ESALQ-PB3-C3	(S_0, S_1)	-44,2	-12,4	A	-69,1	(9)
EE1	(S_0, S_1)	-46,2	-30,2	A	-91,4	(10)
EC4	(S_0, S_1)	-46,7	-9,4	A	-81,7	(10)
ITAO	(S_0, S_1)	-41,9		-		(11)
E504	(S_0, S_1)	-37,5		-		(11)
EGO	(S_0, S_1)	-43,0		-		(11)

(1) Vianna et al. (1982);
(2) Lima et al. (1984);
(3) Gama et al. (1985);
(4) Naspoli Filho & Vencovsky (1982);
(5) Môro (1982);
(6) Mota (1974);
(7) Miranda Filho & Meirelles (1986);
(8) Marques (1988);
(9) Teresawa Júnior (1993);
(10) Nass & Miranda filho (1995);
(11) Packer (1998);
Adaptada de Vencovsky et al. (1988) e de Paterniani (1995).

Diversos trabalhos foram realizados com o objetivo de determinar a taxa de depressão por endogamia para vários caracteres, sob diferentes formas de endogamia: autofecundação, cruzamentos de meios irmãos e cruzamentos de irmãos germanos (Eberhart et al., 1995; Hallauer, 1990; Lima et al., 1984; Rezende, 1997; San Vicente & Hallauer, 1993; Souza Junior, 1987). Tem-se

mostrado, quase que unanimemente, que o caráter produção de grãos é o mais afetado pela endogamia e que o processo da autofecundação é o que resulta em maior índice de depressão.

Hallauer & Miranda Filho (1988) reportaram, ainda, que diferentes populações exibem diferentes níveis de depressão por endogamia para um mesmo caráter. Deve-se ressaltar, aqui, que a depressão para produtividade de grãos e outros caracteres quantitativos pode levar a uma situação na qual o decréscimo na produtividade em linhagens endogâmicas se torna tão acentuado a ponto de limitar sua utilização em programas de obtenção de híbridos. Evidentemente, isso depende do nível de melhoramento que a população apresenta.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais genéticos

Foram utilizadas 98 progênies $S_{0:1}$ que serão denominadas simplesmente como progênies S_1. As progênies S_1 foram derivadas do híbrido simples GNZ 2004, proveniente do programa de melhoramento de milho da empresa Geneseeds Recursos Genéticos em Milho Ltda. O híbrido GNZ 2004 é um híbrido simples, de ciclo precoce, com porte médio e tipo de grão semi-dentado. Ele é indicado tanto para a produção de grãos como para a silagem e é um híbrido bem adaptado para a região Sul de Minas Gerais.

A partir da geração F_1 do híbrido foi obtida a gerações F_2 (F_2=S_0) por meio da autofecundação de plantas F_1. Para a obtenção das progênies S_1, utilizou-se a geração S_0 do híbrido. As sementes da geração S_0 foram semeadas em fileiras espaçadas de 0,90m, na densidade, após o desbaste, de 5 plantas por metro linear. A adubação e os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho na região.

Por ocasião do florescimento, foram selecionadas plantas que tiveram as primeiras espigas protegidas, antes da emissão do estilo-estigma. Após a emissão destes, foi coletado pólen de cada planta e aplicado sobre as espigas protegidas. Cada espiga autofecundada deu origem a uma progênie S_1.

Para a seleção das progênies S_1, utilizou-se, como critério de seleção, principalmente, a quantidade de sementes produzidas de cada família. Foram observados também aspectos relacionados com a sanidade das sementes.

As 98 progênies S_1 selecionadas apresentaram volume de sementes suficientes para a condução de dois experimentos com duas repetições e, ainda, possibilitaram a formação de um pequeno estoque de sementes remanescentes.

3.2 Delineamento experimental e condução dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos com densidades de semeaduras diferentes (50 mil e 75 mil plantas.ha^{-1}). Os experimentos foram conduzidos em área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

O município de Lavras está situado a 920m de altitude, nas coordenadas geográficas 21^{0}14' S e 45^{0}00' W. A área possui solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro de textura argilosa.

As 98 progênies S_1 obtidas, juntamente com o híbrido GNZ 2004 e a sua geração S_0, foram avaliadas em um delineamento em esquema de látice simples 10x10, para as duas densidades. Cada parcela foi constituída de uma fileira de cinco metros de comprimento, com um espaçamento entre fileiras de 0,8m. A semeadura foi realizada na primeira quinzena do mês de dezembro de 2003, para ambos os experimentos. Aproximadamente 15 dias após a semeadura, procedeu-se o desbaste. Para o experimento com densidade de semeadura de 50 mil plantas.ha^{-1}, foram mantidas, após o desbaste, quatro plantas.m^{-1} com um total de 20 plantas por parcela. No experimento com alta densidade de semeadura, 75 mil plantas.ha^{-1}, foram mantidas seis plantas.m^{-1}, totalizando 30 plantas por parcela.

A adubação de semeadura foi realizada mecanicamente por ocasião do sulcamento da área, sendo utilizada a mesma dosagem para os dois experimentos, ou seja, 450kg.ha^{-1} da fórmula 08-28-16 de N, P_2O_5 e K_2O. A adubação de cobertura (80kg.ha^{-1} de N) foi realizada manualmente, no estádio de seis folhas, com a uréia, sendo esta incorporada.

3.3 Características avaliadas

Altura de planta (AP): tomada do solo até o ponto de inserção da folha bandeira. Foram medidas, em cm, cinco plantas competitivas da parcela, escolhidas ao acaso, sendo a média destas atribuídas à parcela.

Altura de espiga (AE): tomada do solo até a inserção da espiga superior. Foram utilizadas as mesmas cinco plantas utilizadas para a medição da altura de plantas, sendo a média destas atribuídas à parcela.

Número de espigas: obtido pela contagem do número de espigas colhidas na parcela, por ocasião da colheita.

Estande final: obtido pela contagem das plantas existentes na parcela, por ocasião da colheita.

Prolificidade (PROL): obtida pela divisão do número de espigas produzidas na parcela pelo estande final.

Produtividade de espigas despalhadas (PED): obtida pela pesagem das espigas produzidas nas parcelas, transformadas para toneladas por hectare. A produtividade de espigas foi corrigida para 13% de umidade, pela fórmula:

$$PEDC_{13\%} = PED \times (1-(U/100))/0,87$$

em que:

$PEDC_{13\%}$ - produtividade de espigas despalhadas ($t.ha^{-1}$) corrigida para a umidade padrão de 13%.

PED - produtividade das espigas despalhadas sem correção ($t.ha^{-1}$).

U - umidade dos grãos observada no campo, antes da correção (%).

3.4 Análise dos dados

3.4.1 Análises de variância dos dados

Como os experimentos conduzidos em látice 10x10 mostraram-se pouco eficientes em relação ao delineamento em blocos, as análises de variâncias foram realizadas considerando o delineamento de blocos casualizados. O efeito de tratamentos foi decomposto em progênies S_1, testemunhas (geração F_2 do híbrido GNZ 2004 e o híbrido GNZ 2004) e a interação entre S_1 x testemunhas.

O modelo estatístico utilizado nas análises de variância, para cada experimento foi o seguinte:

$$Y_{ik} = m + T_i + B_k + e_{(ik)}$$

Y_{ik} : total da progênie i, na repetição k.
m : média geral do experimento;
T_i : efeito aleatório do tratamento i, em que i = 1, 2, 3, ...,100;
B_j : efeito aleatório da repetição do bloco, em que k = 1, 2;
$e_{(ik)}$: erro associado à observação Y_{ik}.

O esquema da análise de variância e as esperanças dos quadrados médios estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Esquema de análise de variância utilizado nas análises individuais para os 100 tratamentos, considerando o delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	GL_1	Q_1	-
Tratamentos	GL_2	Q_2	-
Progênies S_1	GL_3	Q_3	$\sigma^2_e + r\sigma^2_p$
Testemunhas	GL_4	Q_4	–
S_1 x Testemunhas	GL_5	Q_5	–
Erro	GL_6	Q_6	σ^2_e

r: número de repetições; σ^2_e: variância do erro; σ^2_p: variância genética entre progênies S_1.

Posteriormente, realizou-se a análise conjunta envolvendo as duas densidades de semeadura, considerando todas as fontes de variação como efeitos aleatórios, exceto a média e a densidade. O modelo estatístico para essa análise foi o seguinte:

$$Y_{ijk} : m + T_i + B_{k/j} + D_j + (TD)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : total da progênie i, na repetição k, da densidade j;

m : média geral do experimento;

T_i : efeito aleatório da tratamento i, em que i = 1, 2, 3, ...,100;

$B_{k/j}$: efeito aleatório da repetição dentro da densidade j, em que k = 1, 2;

D_k : efeito fixo da densidade k, em que k = 1,2;

$(TD)_{ij}$: efeito aleatório da interação entre o genótipo i e a densidade k;

e_{ijk} : erro associado à parcela ik da densidade j.

O esquema de análise de variância conjunta envolvendo as duas densidades de semeadura e as esperanças dos quadrados médios encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Esquema de análise de variância conjunta para os 100 tratamentos envolvendo as duas densidades de semeadura, considerando o delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/densidades	GL_7	Q_7	$\sigma^2_e + n\sigma^2_{B/D}$
Tratamentos (T)	GL_8	Q_8	-
Progênies S_1 (P)	GL_9	Q_9	$\sigma^2_e + rk\sigma^2_P$
Testemunhas (Te)	GL_{10}	Q_{10}	-
P x Te	GL_{11}	Q_{11}	-
Densidades (D)	GL_{12}	Q_{12}	$\sigma^2_e + r(k/k\text{-}1)\sigma^2_{PD} + n\sigma^2_{B/D} + rn\phi_k$
T x D	GL_{13}	Q_{13}	-
P x D	GL_{14}	Q_{14}	$\sigma^2_e + r(k/k\text{-}1)\sigma^2_{PD}$
Te x D	GL_{15}	Q_{15}	-
P x Te x D	GL_{16}	Q_{16}	-
Erro	GL_{17}	Q_{17}	σ^2_e

r: número de repetições; k: número de densidades de semeadura; n: número de progênies S_1; σ^2_e: variância do erro; σ^2_p: variância genética entre progênies S_1; σ^2_{PD}: variância da interação progênies x densidades; ϕ_k: componente quadrático da densidade.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software genético/estatístico GENES, versão Windows (Cruz, 2004).

3.4.2 Estimativas de m+a e depressão por endogamia

Foram avaliadas, simultaneamente, as gerações F_1, S_0 e progênies S_1 do híbrido GNZ 2004. Foi estimada, com a utilização das médias, a contribuição dos locos em homozigose (m + a), utilizando-se o procedimento proposto por Vencovsky (1987), baseado nos seguintes contrastes:

$$m+a = [(2S_1 - S_0)+(2S_0 - F_1)]/2;$$

sendo:

F_1 : m+a + 2d

S_0 : F_2 = m+a + d

S_1 : F_3 = m+a + (1/2)d

em que:

F_1 - média da geração F_1; S_0 - média da geração S_0 e S_1 - média da geração S_1.

Foi também estimada a depressão por endogamia, em termos de porcentagem em relação à média da população original, utilizando-se, para isso, a seguinte expressão:

$$D.E. = \{[(S_0 - F_1)/F_1] + [(S_1 - S_o)/ S_o]\}/2$$

em que:

D.E. - depressão por endogamia média;

S_0 - média da geração S_0;

S_1 - média da geração S_1;

F_1 - media da geração F_1.

3.4.3 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas a partir das esperanças matemáticas apresentadas nas Tabelas 2 e 3, de acordo com a metodologia descrita por Vencovsky & Barriga (1992). Devido ao fato da seleção ter sido efetuada somente sobre as progênies S_1, os componentes da variância, bem como os parâmetros genéticos, foram estimados considerando-se apenas as 98 progênies S_1. Foram estimadas as variâncias genéticas entre progênies (σ^2_p), a variância fenotípica entre médias de progênies (σ^2_F), a

herdabilidade no sentido amplo (h^2_a), a variância da interação densidades x progênies (σ^2_{DP}) e o coeficiente de variação genética (CVg) (Tabela 4).

Foram obtidos os limites inferiores (LI) e superiores (LS) das estimativas da h^2_a, que foram calculados pelas expressões apresentadas por Knapp, Stroup e Ross (1985):

$$LI = \{1- [(Q_3/Q_6) \times F_{1-\alpha/2\,(GL6;GL3)}]^{-1}\}$$

em que:

Q_3 é o quadrado médio das progênies e Q_6 é o quadrado médio do erro. O valor tabela de F é determinado pelo coeficiente de confiança ($1-\alpha = 0,95$, para o limite inferior) e pelos graus de liberdade GL_3 e GL_6.

$$LS = \{1- [(Q_3/Q_6) \times F_{\alpha/2\,(GL6;GL3)}]^{-1}\}$$

com $\alpha = 0,05$, para o limite superior.

TABELA 4. Expressões utilizadas nas estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos e fenotípicos, a partir das esperanças dos quadrados médios obtidos nas análises de variância.

Parâmetros	**Análises individuais**	**Análises conjuntas**
	(Tabela 2)	**(Tabela 3)**
σ^2_p	$(Q_3-Q_6)/r$	$(Q_9-Q_{17})/rk$
σ^2_F	$(Q_3)/r$	$(Q_9)/rk$
σ^2_{PD}	-	$(Q_{14}-Q_{17})/r(k/k-1)$
h^2_a	$(Q_3-Q_6)/(Q_3)$	$(Q_9-Q_{17})/(Q_9)$
CVg	$\sqrt{\sigma^2_P} / \overline{X}$	$\sqrt{\sigma^2_P} / \overline{X}$

A correlação genética entre o desempenho médio das progênies em cada densidade foi estimada pela seguinte expressão:

$$r_{j,j'} = C\hat{o}v_{j,j'} \Big/ \sqrt{\sigma^2_{Pj} \times \sigma^2_{Pj'}}$$

em que:

$r_{j,j'}$: correlação genética entre o desempenho médio das progênies nas densidades de 50 e 75 mil plantas.ha^{-1};

$C\hat{o}v_{j,j'}$: covariância genética entre o desempenho médio das progênies nas densidades de 50 e 75 mil plantas.ha^{-1};

σ^2_{Pj} e $\sigma^2_{Pj'}$: variâncias genéticas entre progênies na densidade de 50 e 75 mil plantas.ha^{-1}, respectivamente.

Os ganhos esperados com a seleção, considerando-se as médias das progênies em cada densidade, foram calculados de acordo com a seguinte expressão:

$$GS = DS.h^2$$

em que:

GS: ganho com a seleção direta;

h^2: herdabilidade no sentido amplo para a característica;

DS: diferencial de seleção, que é igual à $X_S - X_0$, em que X_S representa a média das progênies selecionadas e X_0 representa a média de todas as progênies.

A resposta correlacionada entre a seleção baseada no desempenho médio das progênies em uma densidade e a resposta na outra densidade foi expressa por:

$$GS_{j(j')} = DS_{j'} \cdot (Côv_{(j,j')} / \sigma^2_{Fj'})$$

em que:

$GS_{j(j')}$ - ganho na densidade j resultante da seleção na densidade j';

$DS_{j'}$ - diferencial de seleção praticado na densidade j';

$Côv_{j,j'}$ - covariância genética entre o desempenho médio das progênies nas densidades de 50 e 75 mil plantas.ha^{-1};

$\sigma^2_{Fj'}$ - variância fenotípica na densidade j'.

4 RESULTADOS

Como o delineamento em látice mostrou-se eficiente apenas para as características de altura de plantas e espigas, sendo pouco ou não eficiente para as demais características avaliadas, as análises, tanto individuais quanto conjuntas, foram realizadas considerando-se o delineamento em blocos casualizados.

Os resumos das análises de variância, para cada densidade de semeadura, estão apresentadas nas Tabelas 1A e 2A. Constatou-se que a precisão experimental, avaliada pelo coeficiente de variação, pode ser considerada média, sendo que, para o experimento conduzido na densidade de 50 mil plantas.ha^{-1}, o C.V. variou de 6,55% para a altura de plantas a 15,85% para o caráter prolificidade. Já no experimento conduzido na densidade de semeadura de 75 mil plantas.ha^{-1}, este variou de 8,33% para altura de plantas a 15,19%, considerando a produtividade de espigas despalhadas (PED).

Foram detectadas diferenças significativas para a fonte de variação progênies S_1, nas duas densidades avaliadas, para todos os caracteres, com exceção do caráter prolificidade na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1} e estande final, nas duas densidades. O valor médio de PED no ensaio conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} (7,8 t.ha^{-1}) foi inferior ao obtida no ensaio com densidade de 75.000 plantas.ha^{-1} (8,2 t.ha^{-1}). Em relação à prolificidade, maiores valores foram obtidos no ensaio conduzido na menor densidade de semeadura. Para os caracteres altura de plantas e espigas os valores também foram superiores no ensaio conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}.

Pelos resultados da análise conjunta (Tabela 5), constata-se que o maior valor para o coeficiente de variação foi para o caráter prolificidade (C.V. = 15,53). Para o caráter estande final, houve diferenças significativas entre os

TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta envolvendo as duas densidades de semeadura para o estande, em plantas.ha^{-1}, altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE) em cm, prolificidade (PROL) em espigas.planta^{-1} e produtividade de espigas despalhadas (PED) em t.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

		QM				
FV	GL	Estande	AP	AE	PROL	PED
Blocos/densidade	2	389250000,0	1490,79	735,2644	0,105	44,352
Tratamentos (T)	99	113967171,7*	737,73**	389,6881**	0,047**	11,793**
Progênies S_1 (P)	97	115429235,4*	626,86**	344,6188**	0,044**	8,731**
Testemunhas (Te)	1	7031250,0	1647,38**	438,08	0,184**	48,733**
P x Te	1	79082908,16	10582,82**	4713,0186**	0,206**	271,907**
Densidades (D)	1	57121000000,0**	283,92	154,7536	1,769*	19,810
T x D	99	81416666,6	155,84	102,7701	0,031	1,833
P x D	97	81490144,3	158,58	104,5632	0,029	1,842
Te x D	1	94531250,0	42,32	28,88	0,0009	0,817
P x Te x D	1	61174744,8	3,012	2,7272	0,241**	2,040
Erro	198	84578282,8	220,96	134,3433	0,024	1,529
Média geral		62200	198,49	102,87	1,01	8,02
Média S1		62136,47	197,75	102,38	1,01	7,90
Média testemunhas		65312,50	234,50	126,90	1,17	13,79
CV (%)		14,78	7,48	11,26	15,53	15,42

*,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

tratamentos (P≤ 0,05), para as progênies S_1 (P≤ 0,05) e para densidades (P≤ 0,01).

Com relação à prolificidade, foi observado efeito significativo para tratamentos (P≤ 0,01), progênies S_1 (P≤ 0,01), testemunhas (P≤ 0,01), para a interação progênies S_1 x testemunhas (P≤ 0,01), densidades (P≤ 0,05) e interação entre testemunhas x progênies S_1 x densidades (P≤ 0,01) (Tabela 5).

Na Tabela 6, estão apresentados os dados médios referentes ao estande final e à prolificidade. O estande final na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} foi de 50.250 plantas.ha^{-1} e de 74.150 plantas.ha^{-1}, no ensaio com densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}. A média das duas densidades, considerando-se as testemunhas, foi de 65.313 plantas.ha^{-1} e de 62.136 plantas.ha^{-1} para as progênies S_1. O valor da prolificidade na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} foi de 1,08 espigas.plantas^{-1} e, na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}, foi de 0,94 espigas.plantas^{-1}. A redução na prolificidade, devido ao aumento na densidade, foi de maior intensidade para as testemunhas, que reduziram em 33,92%. Já para as progênies S_1, a redução observada foi de apenas 11,79%.

Para as características de altura de plantas e espigas, não houve efeito significativo para as densidades, sendo significativo apenas para os tratamentos, progênies S_1 e, para a interação testemunhas x progênies S_1 (P≤ 0,01), as testemunhas diferiram signitivamente apenas para a característica de altura de plantas (P≤ 0,01) (Tabela 5). As alturas médias de plantas e de espigas para as testemunhas foram de 234,50 cm e 126,90 cm e, para as progênies S_1, de 197,75 e 102,38 cm, respectivamente (Tabela 7).

TABELA 6. Resultados médios do estande (plantas.ha^{-1}) e prolificidade (espigas.plantas^{-1}), em duas densidades de semeadura (50.000 e 75.000 plantas.ha^{-1}), para as testemunhas e progênies S_1. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	50000 pl.ha^{-1}		75000 pl.ha^{-1}		Média	
	EST.	PROL.	EST.	PROL.	Est.	PROL.
Testemunhas	50625	1,40	80000	0,93	65313	1,17
Progênies S_1	50242	1,07	74030	0,94	62136	1,01
Médias	50250	1,08	74150	0,94	62200	1,01

TABELA 7. Resultados médios para altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em cm, em duas densidades de semeadura (50.000 e 75.000 plantas.ha^{-1}), para as testemunhas e progênies S_1. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	50.000 pl.ha^{-1}		75.000 pl.ha^{-1}		Médias	
	AP	AE	AP	AE	AP	AE
Testemunhas	235,95	128,10	233,05	125,70	234,50	126,90
Progênies S_1	198,58	102,99	196,92	101,77	197,75	102,38
Médias	199,33	103,49	197,65	102,25	198,49	102,87

Para o caráter produtividade de espigas despalhadas (PED), foi verificado efeito significativo ($P \leq 0,01$) para tratamentos, progênies S_1, testemunhas e para interação testemunhas x progênies S_1. Constatou-se, na média dos tratamentos e das densidades, que o aumento da densidade de semeadura contribuiu para uma maior produtividade de espigas despalhadas (Tabela 8). Observou-se, ainda, que o aumento de densidade não beneficiou igualmente as progênies e as testemunhas; já para as progênies S_1 ocorreu um incremento na produtividade de espigas despalhadas de 6,02%; para as testemunhas, ocorreu um decréscimo de 3,96%.

TABELA 8. Resultados médios para produtividade de espigas despalhadas ($t.ha^{-1}$), em duas densidades de semeadura (50.000 e 75.000 $plantas.ha^{-1}$), para as testemunhas e progênies S_1. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	50000 $pl.ha^{-1}$	75000 $pl.ha^{-1}$	Médias
Testemunhas	14,1	13,5	13,8
Progênies S_1	7,7	8,1	7,9
Médias	7,8	8,2	8,0

Na Tabela 9, estão apresentadas as produtividades de espigas despalhadas dos 20 melhores tratamentos, incluindo as progênies S_1 e as testemunhas (GNZ 2004 e sua geração F_2), na média das duas densidades e as respectivas classificações e produtividades na densidade de 50.000 $plantas.ha^{-1}$ e de 75.000 $plantas.ha^{-1}$. Entre os tratamentos mais produtivos, na média das duas densidades, apenas três (23, 27 e 59) não estavam entre os 20 melhores na densidade de 50.000 $plantas.ha^{-1}$. No experimento com densidade de 75.000 $plantas.ha^{-1}$, o número de coincidência foi inferior, sendo que oito tratamentos (47, 49, 82, 86, 79, 27, 59 e 35) não estavam entre os vinte mais produtivos, considerando a média das duas densidades.

O híbrido simples GNZ 2004 foi o mais produtivo nas duas densidades.

A geração F_2 desse híbrido foi a terceira mais produtiva, na média das densidades, permanecendo em segundo na densidade de 50.000 $plantas.ha^{-1}$ e em em sexto lugar na densidade de 75.000 $plantas.ha^{-1}$. A geração F_2 do GNZ 2004 foi um dos tratamentos que mais sentiram os efeitos do aumento da densidade de forma negativa, reduzindo a produtividade em torno de 10,01%. Observa-se que a resposta ao aumento da densidade, entre as progênies S_1, variou de -8,93% para a família 35, reduzindo a produtividade com o aumento da densidade, a 29,52% para a família 18. Na média geral, a resposta positiva ao aumento da

TABELA 9. Produtividade de espigas despalhadas (PED) dos 20 melhores tratamentos na média das duas densidades e as respectivas classificações e produtividades nas densidades de 50 mil plantas.ha^{-1} e 75 mil plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Progênies	PED	Classificação		PED (t.ha^{-1})		
	(t.ha^{-1})	50000	75000	50000	75000	75000/ 50000
GNZ 2004	16,26	1	1	16,27	16,30	1,01
18	11,32	9	1	9,87	12,78	1,30
GNZ 2004 (F_2)	11,32	2	6	11,92	10,72	0,90
65	11,27	4	3	10,32	12,22	1,18
92	11,13	3	4	10,32	11,93	1,16
74	10,34	7	8	10,07	10,63	1,06
57	10,30	8	7	9,91	10,69	1,08
53	10,18	14	5	9,38	10,99	1,17
50	9,89	5	16	10,30	9,48	0,92
14	9,79	11	11	9,67	9,90	1,02
24	9,49	16	13	9,24	9,73	1,05
82	9,43	12	24	9,66	9,20	0,95
23	9,28	21	14	8,95	9,61	1,07
86	9,28	15	25	9,36	9,19	0,98
35	9,21	13	41	9,64	8,78	0,91
47	9,18	18	22	9,11	9,26	1,02
49	9,15	19	23	9,07	9,25	1,02
79	9,09	20	27	9,02	9,16	1,01
27	8,98	25	28	8,83	9,12	1,03
59	8,91	26	31	8,80	9,03	1,03

densidade foi de 5,70% na produtividade de espigas.

A variabilidade entre as progênies S_1 pode ser observada por meio das distribuições de freqüências apresentadas nas Figuras 1 e 2. No experimento conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, a amplitude de variação na produtividade de espigas despalhadas foi de 7,7 t.ha^{-1}; já no experimento com densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}, esta amplitude foi de 8,8 t.ha^{-1}. Nota-se que estes valores foram muito semelhantes à média obtida em cada experimento.

Para a prolificidade (Figura 2), esta amplitude foi de 0,82

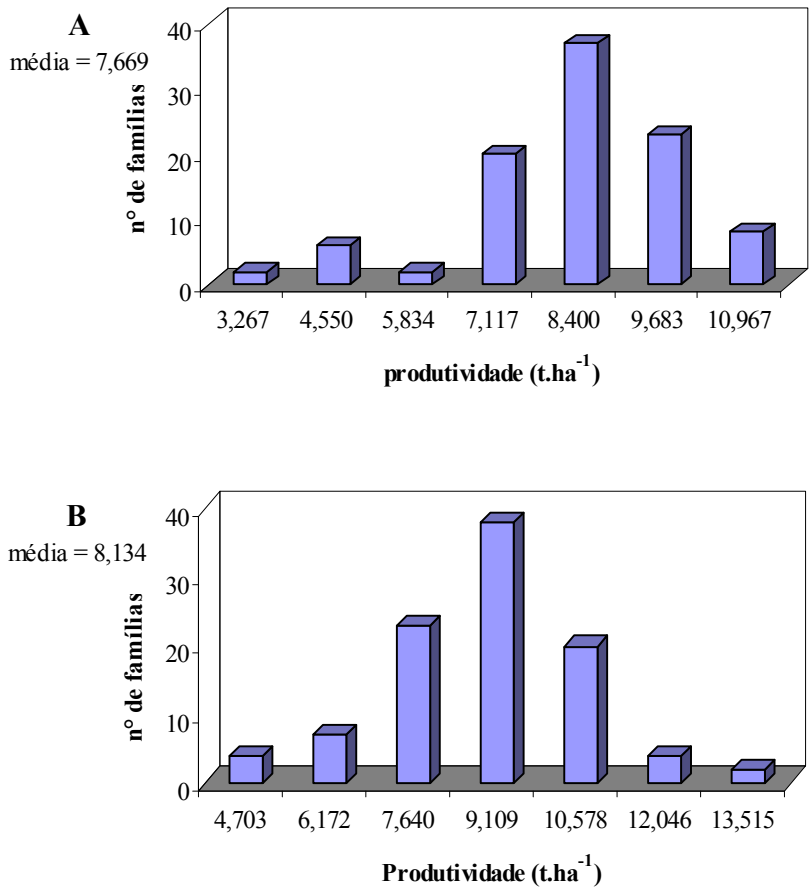

FIGURA 1. Distribuições de freqüência da produtividade de espigas despalhadas ($t.ha^{-1}$), para as progênies S_1, obtidas nos experimentos com densidade de semeadura de 50.000 $plantas.ha^{-1}$ (A) e 75.000 $plantas.ha^{-1}$ (B).

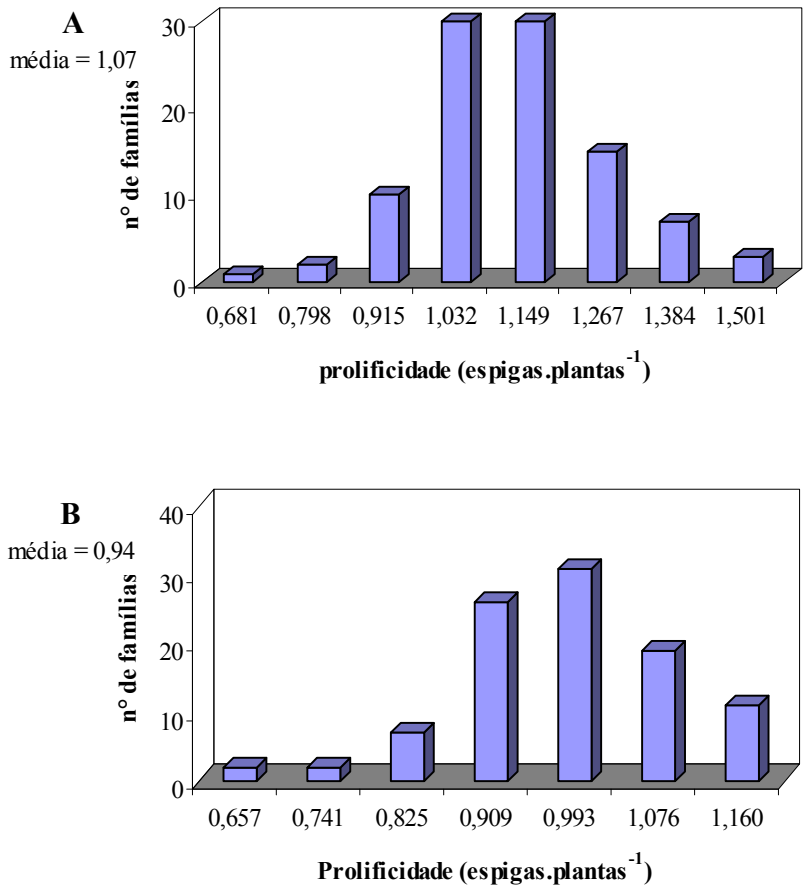

FIGURA 2. Distribuições de freqüência da prolificidade (espigas.planta^{-1}), para as progênies S_1, obtidas nos experimentos com densidade de semeadura de 50.000 plantas.ha^{-1} (A) e 75.000 plantas.ha^{-1} (B).

espigas.plantas^{-1} para o ensaio com densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} e de 0,50 espigas.plantas^{-1}, para o ensaio com densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}.

Uma vez que foram avaliadas, em um mesmo experimento, as três gerações (F_1, $F_2 = S_0$ e $F_3 = S_1$), foram determinadas, por meio das médias de cada geração, utilizando-se o procedimento proposto por Vencovsky (1987), as contribuições dos locos em homozigose, ou seja, m + a e a depressão por endogamia (DE) do híbrido GNZ 2004 em cada densidade de semeadura (Tabela 10).

Depreende-se, com base nestas informações, que m + a corresponde a 34,03% da média da F_1 para o ensaio sob densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. Esta estimativa é superior à obtida no ensaio conduzido na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1} que, neste experimento, foi de 32,79%. Observa-se que a redução na produtividade de espigas despalhadas devido aos efeitos da endogamia foi semelhante nas duas densidades, sendo de maior efeito no ensaio conduzido na menor densidade de plantio (50.000 plantas.ha^{-1}), sendo esta de 31,08%.

Para as características de altura de plantas e altura de espigas (cm), as médias e as estimativas de m + a e da depressão por endogamia (DE) estão apresentadas nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Observa-se que a contribuição de m + a para a média da geração F_1, para as duas características nas duas densidades, foram semelhantes, sendo o valor para a altura de plantas de 75,23% e 72,31% e, para a altura de espigas, de 73,02% e 68,53% na densidade de semeadura de 50.000 plantas.ha^{-1} e 75.000 plantas.ha^{-1}, respectivamente.

TABELA 10. Médias de produtividade de espigas despalhadas ($t.ha^{-1}$), das gerações F_1, F_2 e F_3 do híbrido GNZ 2004 em duas densidades de semeaduras e estimativas de m + a e depressão por endogamia (DE) na média das gerações. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade	Gerações			Estimativas	
($pl.ha^{-1}$)	F_1	$F_2 = S_0$	$F_3 = S_1$	m+a	DE
50000	16,217	11,920	7,668	5,520	31,083
75000	16,301	10,726	8,134	5,346	29,183

TABELA 11. Médias de altura de plantas (cm), para as gerações F_1, F_2 e F_3 do híbrido GNZ 2004 em duas densidades de semeaduras e estimativas de m + a e depressão por endogamia (DE) na média das gerações. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade	Gerações			Estimativas	
($pl.ha^{-1}$)	F_1	$F_2 = S_0$	$F_3 = S_1$	m+a	DE
50000	248,00	224,00	198,58	186,58	10,51
75000	249,50	216,50	196,93	180,43	11,13

TABELA 12. Médias de altura de espigas (cm), para as gerações F_1, F_2 e F_3 do híbrido GNZ 2004, em duas densidades de semeaduras e estimativas de m + a e depressão por endogamia (DE) na média das gerações. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade	Gerações			Estimativas	
($pl.ha^{-1}$)	F_1	$F_2 = S_0$	$F_3 = S_1$	m+a	DE
50000	133,50	122,50	102,99	97,490	12,083
75000	135,00	116,50	101,77	92,520	13,174

A depressão causada pela endogamia na média das gerações também foi semelhante nas duas características e nas duas densidades, sendo o maior valor para a altura de plantas, que foi de 11,13%, na densidade de 75.000

plantas.ha^{-1} e para altura de espigas de 13,17%, também na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}.

Na Tabela 13, são apresentadas as médias de cada geração para a prolificidade (espigas.planta^{-1}), nas duas densidades de semeadura. Observa-se que a contribuição dos locos em homozigose foi bem superior para o experimento conduzido na maior densidade de semeadura (75.000 plantas.ha^{-1}). Neste caso, m + a correspondeu a 74,82% da média da F_1 e no experimento conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, m + a correspondeu a 57,66% da média da F_1. Já a depressão por endogamia medida a partir da média das gerações foi superior no ensaio conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, enquanto que, no ensaio conduzido na densidade de 75.000 plantas/ha, foi de apenas 3,43%, na média das gerações.

As estimativas dos parâmetros genéticos em cada densidade de semeadura estão apresentadas nas Tabelas 14 e 15. Por meio das estimativas dos coeficientes de variação genética (CV_G%), pode-se inferir que a liberação da variabilidade em relação à média nas duas densidades foi semelhante, para cada característica, tendo sido maior para a produtividade de espigas despalhadas no ensaio conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} (17,54%) e menor para a altura de plantas (4,10%), no mesmo experimento.

TABELA 13. Médias de prolificidade (espigas.planta^{-1}), para as gerações F_1, F_2 e F_3 do híbrido GNZ 2004, em duas densidades de semeaduras e estimativas de m + a e depressão por endogamia (DE) na média das gerações. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade	Gerações			Estimativas	
(pl.ha^{-1})	F_1	F_2=S_0	F_3=S_1	m+a	DE
50000	1,57	1,24	1,07	0,905	17,442
75000	1,07	0,79	0,94	0,801	3,438

As estimativas das herdabilidades no sentido amplo (h^2_a) também foram muito semelhantes nas duas densidades. A maior estimativa da h^2_a foi no ensaio de maior densidade (75.000 plantas.ha^{-1}), considerando a produtividade de espigas despalhadas (71,30%) e a menor estimativa foi para o caráter prolificidade (24,15%), também no ensaio conduzido na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}.

O valor do limite inferior da herdabilidade para a característica de prolificidade na densidade de 75000 plantas.ha^{-1} foi de -0,15, indicando a possibilidade de insucesso com a seleção para esta característica, uma vez que a herdabilidade pode assumir valores nulos. A diferença entre o limite superior e inferior foi de magnitude relativamente pequena, para a maioria das características, indicando boa precisão na obtenção dessas estimativas.

As estimativas do índice b (CV_G/CV_e) foram maiores que 1, apenas para o caráter produtividade de espigas despalhadas nas duas densidades, sendo o maior valor obtido na maior densidade de semeadura.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos a partir da análise conjunta são apresentados na Tabela 16. Pelos resultados observa-se também que foi constatada a existência de variabilidade genética entre as progênies S_1 para todos os caracteres. Considerando essa análise, o maior valor para a herdabilidade no sentido amplo foi para produtividade de espigas despalhadas (82,48%) e seu menor valor foi para a prolificidade (45,29%). Com relação aos limites inferiores da herdabilidade, todos foram superiores a zero, sendo a diferença entre o limite superior e inferior de pequena magnitude, assim como para as análises individuais.

TABELA 14. Estimativas dos coeficientes de variação genético (CV_G), variâncias genéticas (σ^2_G), variâncias fenotípicas (σ^2_F), herdabilidades média no sentido amplo (h^2_a) e índices b (CV_G/CV_e) para as características de altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), produtividade de espigas despalhadas (PED) e prolificidade (PROL), obtidos na avaliação de progênies S_1 na densidade de 50000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Parâmetros	AP (cm)	AE (cm)	PED (t.ha^{-1})	PROL (esp.pl^{-1})
CV_G (%)	4,10	6,37	17,54	9,16
σ^2_G	66,47	43,12	1,81	0,0095
σ^2_F	151,89	92,84	2,55	0,0241
h^2_a (%)	43,78	46,44	70,82	39,71
LI h^2_a (%)	14,57	18,62	55,67	8,39
LS h^2_a (%)	63,00	64,75	80,80	60,32
b (CV_G/CV_e)	0,62	0,66	1,10	0,57

TABELA 15. Estimativas dos coeficientes de variação genética (CV_G), variâncias genéticas (σ^2_G), variâncias fenotípicas (σ^2_F), herdabilidades médias no sentido amplo (h^2_a) e índices b (CV_G/CV_e) para as características de altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), produtividade de espigas despalhadas (PED) e prolificidade (PROL), obtidos na avaliação de progênies S_1 na densidade de 75000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Parâmetros	AP (cm)	AE (cm)	PED (t.ha^{-1})	Prol. (esp.pl^{-1})
CV_G (%)	5,21	6,74	17,15	5,99
σ^2_G	105,29	47,13	1,95	0,0032
σ^2_F	240,89	131,75	2,73	0,0132
h^2_a (%)	43,70	35,77	71,30	24,15
LI h^2_a (%)	14,46	2,41	56,39	0,00
LS h^2_a (%)	62,95	57,73	81,11	50,08
b (CV_G/CV_e)	0,62	0,53	1,11	0,39

TABELA 16. Estimativas dos coeficientes de variação genética (CV_G), variâncias genéticas (σ^2_P), variâncias fenotípicas (σ^2_F), variâncias da interação (σ^2_{PD}), herdabilidades média no sentido amplo (h^2_a), limites inferiores (LI) e superiores (LS) da herdabilidade e índices b (CV_G/CV_e) para as características de altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), produtividade de espigas despalhadas (PED) e prolificidade (PROL), obtidos na avaliação de progênies S_1, referentes a análise conjunta. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Parâmetros	AP (cm)	AE (cm)	PED ($t.ha^{-1}$)	PROL ($esp.pl^{-1}$)
CV_G (%)	5,09	7,08	16,98	7,09
σ^2_P	101,47	52,57	1,80	0,005
σ^2_F	156,72	86,15	2,18	0,011
σ^2_{PD}	-15,59	-7,44	0,08	0,001
h^2_a (%)	64,75	61,02	82,48	45,29
LI h^2_a (%)	49,99	44,69	75,15	22,61
LS h^2_a (%)	75,16	72,52	87,66	61,56
b (CV_G/CV_e)	0,67	0,62	1,08	0,45

A correlação genética entre o desempenho médio das progênies em relação à produtividade de espigas despalhadas, nas duas densidades, foi de alta magnitude ($r_g = 0,92$), corroborando a não significância da interação.

Os ganhos esperados com a seleção, considerando apenas as médias das progênies S_1 nas duas densidades de semeadura, estão apresentados na Tabela 17. De maneira geral, as estimativas com seleção direta e indireta nas duas densidades foram semelhantes nas duas densidades. A seleção direta no ambiente conduzido em alta densidade populacional (75.000 $plantas.ha^{-1}$) mostrou-se mais eficiente. Se considerarmos a seleção indireta, a realizada na densidade de 50 mil $plantas.ha^{-1}$, visando o desempenho na densidade de 75 mil $plantas.ha^{-1}$, foi a mais eficiente.

Para a característica prolificidade, a correlação genética entre as progênies S_1 nas duas densidades também foi alta (r_g = 0,68), corroborando a não significância da interação.

De maneira geral, as estimativas com seleção direta e indireta nas duas densidades foram semelhantes, com exceção da seleção direta realizada na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, que foi superior às demais estimativas (Tabela 18).

TABELA 17. Ganhos esperados para a produtividade de espigas despalhadas, em porcentagem, em relação à média populacional, com a seleção direta e indireta, nas duas densidades, considerando uma intensidade de seleção de 20,4%. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Ambientes de seleção	Resposta à seleção	
	50000 pl.ha^{-1}	75000 pl.ha^{-1}
50000 pl.ha^{-1}	17,78	16,99
75000 pl.ha^{-1}	15,95	18,12

TABELA 18. Ganhos esperados para a prolificidade, em porcentagem, em relação à média populacional, com a seleção direta e indireta, nas duas densidades, considerando uma intensidade de seleção de 20,4%. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Ambientes de seleção	Resposta à seleção	
	50000 pl.ha^{-1}	75000 pl.ha^{-1}
50000 pl.ha^{-1}	8,20	4,36
75000 pl.ha^{-1}	3,67	4,17

5 DISCUSSÃO

Quando se trabalha com progênies endogâmicas de milho, encontra-se uma grande desvantagem, relacionada com a depressão por endogamia, que é a acentuada perda de vigor das plantas, ocasionando perdas de plantas e até de parcelas devido à expressão de alelos letais encobertos no heterozigoto, dificultando a condução experimental, principalmente no que se refere ao estande experimental. Contudo, como pode ser observado nos experimentos, não foram constatados problemas relacionados com os estandes, tanto que, apesar de haver diferenças de estande entre as progênies dentro de uma mesma densidade, esta não se mostrou significativa. Portanto, as características de produção de espigas despalhadas e de prolificidade são passiveis de correção para um estande ideal.

Ainda devido à endogamia, observa-se uma grande liberação da variabilidade dentro das progênies que, juntamente com a perda de vigor, contribui de forma negativa para a precisão experimental e, conseqüentemente, para a precisão das estimativas dos parâmetros genéticos, das quais depende o sucesso do programa de melhoramento. Contudo, a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CVe) pode ser considerada de média a alta, pois, quando comparada com ensaios de densidades populacionais, utilizando-se híbridos de milho, observam-se valores semelhantes aos encontrados (Borges, 2003; Resende, 2003). Quando comparam-se os valores de CVe obtidos em experimentos que utilizaram progênies endogâmicas, nota-se que os valores encontrados no presente trabalho são, de maneira geral, de pequena magnitude, indicando uma boa precisão experimental.

Bison (2001) avaliou progênies S_1 derivadas dos híbridos simples C333 e AG9012 e o CVe obtido foi de 20% para as populações derivadas dos híbridos. Pinto et al. (2000) avaliaram diferentes números de progênies S_1 das

populações BR-105 e BR-106 e obtiveram CVe variando de 19,2% a 20,9%. Lima (1999), avaliando familias S_1 derivadas de híbridos simples, duplos e variedades, obteve CVe variando de 18,5% a 20,4%. Silva Filho (1999), utilizando progênies S_3 das populações BR-105, BR-106 e CMS-39 obteve na média dos CVe para cada população, respectivamente, 23,3%, 25,1% e 27,4%. Elias (1997), avaliando progênies S_2 "per se" da população CMS-39, obteve um CVe de 31,12%. Pinto (1996), em ensaios com progênies S_1 das populações BR-105 e BR-106, obteve CVe variando de 19,2% a 20,7% para a primeira e de 20,2% a 20,9 para a segunda população. Vale ressaltar que Pinto (1996) utilizou parcelas de 4m e 3 repetições.

Um aspecto que pode ter contribuído para a alta precisão experimental se refere ao tamanho das parcelas utilizadas no ensaio, que foram de 5m de comprimento ($4m^2$). Nos trabalhos citados, o maior tamanho de parcela foi no trabalho conduzido por Pinto (1996), com fileiras de 4m.

Com relação à produtividade de espigas despalhadas (PED) nas duas densidades de semeadura, esta foi maior no experimento conduzido na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}. Entretanto, este valor foi apenas 5,7% superior ao experimento conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. Já a PED das testemunhas (híbrido simples GNZ 2004 e sua geração F_2) foi bem superior à PED das progênies S_1. Na média das densidades, foi superior em 74,53% à média da geração S_1. A depressão causada pela endogamia, na média das gerações, foi semelhante para as duas densidades, em torno de 30%. Este valor se encontra dentro do encontrado na literatura para diferentes tipos de híbridos (Amorim, 2005; Araújo e Gerage, 2002; Gama & Hallauer, 1977; Gama et al., 1985; Lopes et al., 1998), que varia de zero a 58,0%.

A característica produtividade de espigas despalhadas teve efeito significativo ($P \leq 0,01$) em cada densidade, para a fonte de variação progênies S_1, permitindo inferir que houve variação entre as progênies em cada densidade,

indicando a existência de progênies com diferentes potenciais produtivos em cada densidade. Essa variabilidade também pode ser observada nas distribuições de freqüências para esta característica, porém, a interação entre progênies e densidades foi não significativa, indicando que as progênies possuíram um comportamento semelhante nas duas densidades. Corroborando a não significância da interação, pode-se observar também a alta correlação genética entre as progênies nas duas densidades ($r_g = 0,92$).

A ausência de interação neste trabalho discorda dos resultados obtidos no trabalho realizado por Arriel (1991), que constatou a existência de interação entre famílias de meios irmãos e densidade de semeadura. Contudo, na comparação entre esses resultados, é importante levar em consideração os diferentes tipos de material genético utilizados. Arriel (1991) utilizou famílias de meios irmãos derivadas da população CMS-39, enquanto que no presente trabalho foram avaliadas famílias endogâmicas S_1, derivadas de um híbrido simples.

A ausência de interação entre progênies e densidades é um aspecto que merece atenção, uma vez que esta não somente interfere na recomendação de cultivares como dificulta o trabalho do melhorista na identificação de famílias superiores (Ramalho et al., 1993). Como esta foi não significativa, pode-se proceder a seleção em uma das duas densidades ou utilizando a média das densidades.

Os ganhos esperados com a seleção, tanto direta como indireta, foram muito semelhantes, tendo sido maior o ganho com a seleção direta na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1} (18,12%). No entanto, estes valores são baixos, quando se observa os encontrados por outros autores no ganho esperado com a seleção para esta característica (Bison, 2001; Silva Filho, 1999).

A possibilidade de obtenção de sucesso com a seleção é reforçada pelas estimativas dos índices b (CV_G/CV_e). Quando a estimativa desse índice é

maior que um, existem condições propícias à seleção. Nas duas densidades avaliadas, este índice foi superior a um, para a característica de produtividade de espigas despalhadas.

Apesar dos baixos valores para o ganho com a seleção, o potencial dessa população para a seleção fica evidenciado pelo valor da herdabilidade no sentido amplo (h^2_a), e seu valor na análise envolvendo os dois ambientes (82,48%) não difere dos relatados por outros autores. Bison (2001), avaliando progênies S_1 a partir dos híbridos simples C 333 e AG 9012, encontrou valores de 77,0% e 83,7%, respectivamente, para as duas populações. Silva Filho (1999), avaliando progênies endógamas das populações BR-106, BR-105 e CMS-39, encontrou valores médios superiores a 85%. Elias (1997), em ensaios com progênies S_2 da população CMS-39, encontrou uma herdabilidade de 79,8%. Pinto (1996), avaliando progênies S_1 das populações BR-105 e BR-106, encontrou herdabilidades que variaram de 69,1% a 77,4% para a primeira e de 55,0% a 67,4% para a segunda população.

As herdabilidades estimadas são de sentido amplo, uma vez que a variância genética entre progênies S_1 (σ^2_{S1}) derivadas de híbridos simples é dada pela expressão: $\sigma^2_{S1} = \sigma^2_A + 1/4\sigma^2_D$. A variância de dominância está contida na genética, não sendo transmitida com a seleção.

Para a prolificidade, nas análises individuais, foi detectada significância ($P \leq 0,01$) na fonte de variação progênies S_1 apenas na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. Isso indica que existe variabilidade entre as progênies e comportamento diferencial das progênies, o que não ocorreu no experimento conduzido na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}.

Assim como foi observado por outros autores (Fornasieri Filho, 1992; Sangoi, 2001), o efeito da densidade aumentou a competição entre as plantas, reduzindo a prolificidade das mesmas. As médias dos experimentos para essa característica evidenciam a redução na expressão do caráter em função do

aumento da densidade. Nas progênies S_1, os efeitos da densidade foram menos drásticos, reduzindo em apenas 11,79% o número de espigas por planta. Essa redução foi maior quando se avaliam as testemunhas. Neste caso, a redução foi de 33,92%.

A depressão causada pela endogamia para a prolificidade foi maior na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, uma vez que, nesse experimento, tanto as progênies S_1 quanto as testemunhas puderam expressar completamente seu potencial para esta característica. Observando-se o comportamento da média das testemunhas em relação à média das progênies S_1, verifica-se que, na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, a média das testemunhas foi superior à média das progênies, enquanto que, para a densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}, a média das progênies foi superior à média das testemunhas.

É importante comentar que o menor valor de prolificidade das testemunhas em relação às progênies S_1, deve-se, principalmente , à geração F_2 do híbrido GNZ 2004, que foi o tratamento que mais sentiu os efeitos do aumento da densidade. Esse menor valor da geração F_2 em relação às progênies S_1 não era esperado, pois, a redução do valor fenotípico está relacionada ao aumento da endogamia e esta é maior na geração S_1. Uma provável explicação para o baixo valor fenotípico da F_2 pode ser devido ao tamanho da amostra utilizada para representar a geração F_2. Foram utilizadas 60 plantas, considerando as duas repetições do ensaio, para representar essa geração Talvez esse número não tenha sido suficiente para representar toda a variabilidade da população.

Cabe aqui ressaltar que, apesar da redução na prolificidade devido ao aumento da densidade, na média dos experimentos, quando foi utilizada a população de 75.000 plantas.ha^{-1}, obteve-se a maior produtividade de espigas. Isso ocorreu, principalmente, devido ao efeito compensatório na produção relacionado ao aumento do número de plantas por área (Embrapa, 1996).

A interação progênies S_1 x densidades para a característica de prolificidade não foi significativa, indicando que as progênies comportaram-se de forma coincidente nas duas densidades. Contribuindo para explicar a não significância da interação, basta verificar o valor da correlação genética entre as progênies nas duas densidades, que foi de 0,68, sendo positiva e de magnitude alta.

Com relação aos ganhos com a seleção para esta característica, estes foram superiores no experimento conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. Isso já era de se esperar, pelo fato da expressão desse caráter ser muito prejudicada pelo aumento da densidade.

Ainda para essa característica, a herdabilidade no sentido amplo foi de maior magnitude para o experimento conduzido na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}, assim como a depressão causada pela endogamia, neste experimento, foi superior.

Em relação à altura de plantas e espigas foram verificados efeitos significativos para a fonte de variação progênies S_1 nas duas densidades, indicando a existência de variabilidade em ambas asdensidades. No entanto , não foi verificado efeito significativo para a interação, mostrando, novamente, um comportamento coincidente das progênies S_1 em ambas as densidades.

A herdabilidade no sentido amplo para altura de plantas foi semelhante nas duas densidades, em torno de 43,7%. Já para altura de espigas, o valor variou de 46,44%, na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1} a 35,77%, na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}. Esses valores não diferem muito dos encontrados na literatura (Bison, 2001). A depressão por endogamia para essas características foi semelhante nas duas densidades.

A semelhança entre as estimativas dos parâmetros genéticos para todas as características avaliadas nas duas densidades, associadas às altas correlações genéticas entre os dois experimentos, corrobora a não significância

da interação progênies S_1 x densidades. Isto tem implicação direta no processo seletivo, podendo-se utilizar, para fins de avaliação, apenas uma das densidades, pois existe grande probabilidade de que as melhores progênies selecionadas em uma densidade também serão as melhores na outra.

6 CONCLUSÕES

Constata-se variabilidade genética entre as progênies S_1 nas duas densidades avaliadas, havendo a possibilidade de seleção de progênies com maior potencial de produção de espigas despalhadas e com outras características agronômicas superiores.

A não significância da interação entre as progênies S_1 e as densidades de semeadura, associada às altas correlações genéticas obtidas, evidencia que a seleção poderá ser realizada em qualquer uma das duas densidades, sem comprometer o processo seletivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M. 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./fev. 2000.

AMORIM, E. P. **Produtividade de híbridos de milho, derivados de populações S_0, e associação com distância genética baseada em microssatélites.** 2005. 97 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Estratégias de melhoramento das empresas para otimizar a resposta a densidade de plantas. REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos Expandidos....** Lages: CAV-UDESC, 2003. p. 30-34.

ARAÚJO, P. M.; GERAGE, A. G. Capacidade de combinação e depressão por endogamia em híbridos e populações de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002. 1 CD-ROM.

ARRIEL, E. F. **Avaliação de famílias de meios irmãos da população 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.

BISON, O. **Potencial de híbridos simples de milho para extração de linhages.** 2001. 73 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BEJARANO, M. A. R.; SEGOVIA, V.; MORENO, H. Evaluacion Del rendimento y caracteres de planta y mazorca en familias de hermanos completos de la variedad de maiz dulce “Riqueza”. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 42, n. 3/4, p. 151-160, jul./dic. 1992.

BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G. O. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. **Field Crops Research,** Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 65-80, Sept. 1996.

BORGES, I. D. **Avaliação de épocas de aplicação de cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamentos entre fileiras na cultura do milho**. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, H. L.; PACHECO, C. A. A. P.; SANTOS, M. X. et al. Três ciclos de seleção recorrente entre e dentro de famílias de meio-irmão na população demilho BR 5011 no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 33, n. 5, p. 713-720, maio 1998a.

CARVALHO, H. W. L.; SANTOS, M. X.; LEAL, M. L. da 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. 1998b.

CASTRO, E. M. de. **Competição entre populações de milho normais e braquíticos.** 1983. 155 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CRUZ, C. D. **Programa Genes – Versão Windows,** aplicativo computacional em genética e estatística. Versão 2004. 2. 1 Viçosa: UFV, 2004.

DUVICK, D. N.; CASSMAN, K. G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. **Crop Science,** Madison, v. 39, n. 6, p. 1622-1630, Nov./Dec. 1999.

EBERHART, S. A.; SALHUANA, W.; SEVILLA, R.; TABA, S. Principles for tropical maize breeding. **Maydica**, Bergamo, v. 40, n. 4, p. 339-355, 1995.

ELIAS, H. T. **Comparação de testadores na avaliação de famílias S_2 de milho.** 1997. 61 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. (Brasília, DF.). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 204 p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics.** New York: Roland Press, 1989. 438 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** London: Longman, 1996. 464 p.

FONSECA, A. H. **Características químicas e agronômicas associadas a degradabilidade da silagem de milho.** 2000. 93 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

GAMA, E. E. G.; HALLAUER, A. R. Relation between inbred and hybrid traits in maize. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 5, p. 703-706, Sept./Oct. 1977.

GAMA, E. E. G.; VIANNA, R. T.; NASPOLI FILHO, V.; MAGNAVACA, R. Efeito depressivo da endogamia em gerações avançadas de quatro tipos genéticos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 11, p. 1293-1300, nov. 1985.

GEBAUER, J. E. Mass selection for prolificacy in maize grown at two plant densities. In: **Dissertation Abstracts International, B (Sciences and Engineering),** Ann Arbor, v. 390, p. 5696, Nov. 1979.

GENTER, C. F. Yeld of S_1 from original and advanced synthetic varieties of maize. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 821-824, Nov./Dec. 1971.

GERALDI, I. O.; VENCOVSKY, R. Depressão por endogamia em populações de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., Londrina, 1980. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1980. p. 45.

HALLAUER, A. R. Methods used in developing maize inbreed lines. **Maydica,** Bergamo, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1990.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding.** 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468 p.

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

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

LAMKEY, K. R.; SCHNICKER, B. J.; MELCHINGER, A E. Epistasis in an elite maize hybrid and choice of generation for inbred line development. **Crop Science,** Madison, v. 35, n. 5, p. 1272-1281, Sept./Oct. 1995.

LANKEY, K. R.; SMITH, O. S. Performance an inbreeding depression of populations representing seven eras of maize breeding. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 4, p. 695-659, July/Aug. 1987.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J. B.; GALLO, P. B. Inbreeding depression in Braziliam populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 29, n. 3, p. 203-215, 1984.

LIMA, M. W. de P. **Alternativa de escolha de populações de milho para extração de linhagens.** 1999. 49 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOPES, M. T. G.; VIANA, J. M. S.; MATTA, F. P. Efeito depressivo da endogamia em três tipos genéticos de híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 12., 1998, Recife. **Anais...** Recife: ABMS, 1998. 1 CD-ROM.

MARQUES, J. R. B. **Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 143 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MEGHJI, M. R.; DUDLEY, J. W.; LAMBERT, R. J.; SPRAGUE, G. F. Inbreeding depression, inbred and hybrid grain yields, and other traits of maize genotypes representing three eras. **Crop Science,** Madison, v. 24, n. 3, p. 545-549, May/June 1984.

MEROTTO Jn. A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento do rendimento de grãos de milho proporcionado pelo o aumento na população de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996. **Resumos Expandidos...** Londrina: IAPAR, 1996. 196 p.

MIRANDA FILHO, J. B. de; MEIRELLES, W. F. Depressão por endogamia em progênies S_1 de duas populações de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1986. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1986. p. 320-327.

MIRANDA FILHO, J. B. de; VIÉGAS. G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 7, p. 275-340.

MORELLO, C. L. **Efeito da densidade de semeadura na seleção massal com controle biparental para prolificidade em milho (*Zea mays* L.)**. 1992. 76 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MÔRO, J. R. **Efeito da alta intensidade de seleção no melhoramento de milho (*Zea mays* L.).** 1982. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MOTA, M. G. C. **Comportamento de progênies de meios irmãos e S_1 na variedade de milho (*Zea mays* L.) Centralmex.** 1974. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NASPOLI FILHO, V.; VENCOVSKY, R. Avaliação de duas progênies S_2 da cultivar de milho BR 105. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., Florianópolis, 1982. **Resumos...** Florianópolis: EMPASC, 1982. p. 25.

NASPOLINI FILHO, V.; GAMA, E. E. G. e; VIANA, R. T. e tel. Seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos na população CMS-05. EMBRAPA. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo 1980-1984.** Sete Lagoas, 1986. p. 21-22.

NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B. de. Inbreeding depression rates of semiexotic maize (*Zea mays* L.) populations. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 4, p. 585-592, Dec. 1995.

NIELSEN, R. F. Influence of hybrids and plant density on grais yield and stalk breakage in corn grown in 15 inch row spacing. **Journal of production agriculture**, v. 1, n. 3, p. 190-95, 1988. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambrige, v. 5, n. 5, p. 356, Sept. 1989. (Abstract. 2963).

ORDAS, A.; STUCKER, R. E. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn populations. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 6, p. 926-929, Nov./Dec. 1977.

PACKER, D. **Variabilidade genética e endogamia em quarto populações de milho (*Zea mays* L.).** 1998. 102 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento de milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed). **Cultura do milho:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 23-42.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do Milho. In: BOREM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivados.** Viçosa. Editora UFV, 1999. p. 429-486.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Efeitos da redução do tamanho de populações de milho (*Zea mays* L.).** 1995. 117 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. P. Produtividade e prolificidade de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, maio 1993.

PINTO, R. de M. C. **Tamanho da amostra para seleção recorrente com famílias S_1 de milho.** 1996. 92 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PINTO, R. de M. C.; LIMA NETO, F. P.; SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Estimativas do número apropriado de progênies S_1 para seleção recorrente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 35, n. 1, p. 63-73, jan. 2000.

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

RESENDE, S. G. de. **Alternativas de espaçamentos entre fileiras e densidades de plantas no cultivo de milho.** 2003. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REZENDE, G. D. S. P. **Heterose, depressão por endogamia e variabilidade genética associadas à seleção e oscilação genética nas populações de milho BR-105 e BR-106.** 1997. 112 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SAN VICENT, F. M.; HALLAUER, A. R. Inbreeding depression rates of materials derived from two groups of maize inbred lines. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 4, p. 989-1001, Dec. 1993.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, jan./fev. 2001.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHET, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research,** Amsterdan, v. 79, n. 1, p. 39-51, Dec. 2002a.

SANTOS, M. X. dos; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; FRANÇA, G. E.; PERENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; LOPES, M. A. Melhoramento intrapopulacional no sintético elite NT para solos pobres em nitrogênio. I. Parâmetros genéticos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 33, n. 1, p. 55-61, jan./fev. 1998.

SILVA FILHO, J. L. **Comportamento de famílias endógamas de milho em dois níveis de nitrogênio.** 1999. 68 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SING, C. F.; MOLL, R. H.; HANSON, W. D. Inbreeding in two population of *Zea mays* L. **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 631-636, 1967.

SINGH, M.; KHEHRA, A. S.; DHILLON, B. S. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 2, p. 275-278, Mar./Apr. 1986.

SLAFFER, G. A.; OTEGUI, M. Is there a niche for physiology in future genetic improvement of maize yields? In: SLAFFER, G. A.; OTEGUI (Ed.). **Physiological bases for maize improvement.** New York: Haworth Press, 2000. cap. 1, p. 1-14.

SMITH, C. S.; MOCK, J. J.; CROSBIE, T. M. Variability for morphological and physiological traits associated with bareness and grain yield in the maize population, Iowa Upright Leaf Synthetic 1. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 4, p. 828-832, July/Aug. 1982.

SOUZA JUNIOR, C. L. Reciprocal recurrent selection with half-sib progenies obtained alternately from non-inbred (S_0) and inbred (S_1) plants in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 32, n. 1, p. 19-31, 1987.

SUBANDI; COMPTON, W. A. Genetic studies in an exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. I. Estimates of genetics parameters. **Theoretical and Applied Genetics**, Heilderberg, v. 44, n. 4, p. 153-159, 1974.

TERESAWA JÚNIOR, F. **Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho: avaliação quantitativa e perspectiva para seleção de híbridos.** 1993. 169 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TOLLENAR, M. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontário from 1959 to 1988. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 6, p. 1325-71, Nov./Dec. 1989.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research,** Amsterdam, v. 75, n. 2/3, p. 161-169, May 2002.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is atributable to greater stress tolerance. **Crop Sciense,** Madison, v. 39, n. 6, p. 1597-1604, Nov./Dec. 1999.

THOMPSON, S. A. Mass selection for prolificacy in corn at high and low plant densities. Cycle means and genotypic variances. **Dissertation Abstracts International, B, (Sciences and Engineering),** Cambridge, v. 430, n. 8, p. 2424, Aug. 1983.

VENCOVISKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho.** 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-274.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VENCOVSKY, R.; MIRANDA FILHO, J. B.; SOUZA, C. L. Jr. Quantitative genetics and corn breeding in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Raleigh, 1987. **Proccedings...** Suderland: Sinauer Associates, 1988. p. 465-477.

VIANA, A. C.; SILVA, A. S. da; MEDEIROS, J. B. de; CRUE, J. C.; CORREIA, L. A. Práticas Culturais. In: Empresa brasileira de assistência técnica e extensão rural. **Cultura do Milho**. Brasília, 1983. p. 87-99.

VIANNA, R. T.; GOMES e GAMA, E. E.; NASPOLI FILHO, V.; MÔRO, J. R.; VENCOVSKY, R. Inbreeding depression of several introduced populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 27, n. 3, p. 151-157, 1982.

8 ANEXOS

ANEXO A **Página**

TABELA 1A. Resumos das análises de variâncias para estande, em plantas.ha^{-1}, altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em cm, prolificidade (PROL), em espigas.planta^{-1}e produtividade de espigas despalhadas (PED), em t.ha^{-1}, na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005. **58**

TABELA 2A. Resumos das análises de variâncias para estande, em plantas.ha^{-1}, altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em cm, prolificidade (PROL), em espigas.planta^{-1}e produtividade de espigas despalhadas (PED), em t.ha^{-1}, na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005. **59**

TABELA 1A. Resumos das análises de variâncias para estande, em plantas.ha^{-1}, altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em cm, prolificidade (PROL), em espigas.planta^{-1}e produtividade de espigas despalhadas (PED), em t.ha^{-1}, na densidade de 50.000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação		QM				
	GL	Estande	AP	AE	PROL	PED
Blocos	1	760500000,00	1818,04	598,58	0,195	9,00
Tratamentos	99	48106060,60	358,66**	208,12**	0,053**	6,82**
S1	97	48302716,70	303,66**	185,69**	0,048**	5,11**
Testemunha	1	76562500,00	580,81	121,00	0,106	18,46**
S1 x testemunha	1	573979,59	5471,48**	2471,24**	0,448**	160,53**
Erro	99	61762626,26	170,72	99,45	0,029	1,49
Média geral		50250,0	199,34	103,49	1,07	7,80
Média S1		50242,3	198,59	102,99	1,06	7,67
Média testemunha		50625,0	235,95	128,10	1,40	14,07
CV (%)		15,64	6,55	9,64	15,85	15,66

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

TABELA 2A. Resumos das análises de variâncias para estande, em plantas.ha^{-1}, altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em cm, prolificidade (PROL), em espigas.planta^{-1}e produtividade de espigas despalhadas (PED), em t.ha^{-1}, na densidade de 75.000 plantas.ha^{-1}. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação		QM				
	GL	Estande	AP	AE	PROL	PED
Blocos	1	18000000,00	1163,55	871,95	0,015	79,70
Tratamentos	99	147277777,78	534,91**	284,34**	0,027	6,81**
S1	97	148616663,16	481,79**	263,50*	0,026	5,46**
Testemunha	1	25000000,00	1108,89*	345,96	0,079*	31,07**
S1 x testemunha	1	139683673,47	5114,36**	2244,50**	0,0006	113,42**
Erro	99	107393939,39	271,21	169,24	0,020	1,57
Média geral		74150,00	197,65	102,25	0,94	8,24
Média S1		74030,61	196,93	101,77	0,94	8,13
Média testemunha		80000,00	233,05	125,70	0,92	13,51
CV (%)		13,97	8,33	12,72	15,03	15,19

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