

MÔNICA DOZZA

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA SELEÇÃO
E EXPRESSÃO DOS CARACTERES PROLIFICIDADE E PRODUÇÃO
DE GRÃOS NA POPULAÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) CMS-39**

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

Orientador

Dr. MANOEL XAVIER DOS SANTOS

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1997

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA**

Dozza, Mônica

Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão dos caracteres
prolificidade e produção de grãos na população de milho (Zea mays L.) CMS-39
/ Mônica Dozza. – Lavras : UFLA, 1997.

67 p. : il.

Orientador: Manoel Xavier dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Milho - Melhoramento genético. 2. Prolificidade. 3. Grão - Produção. 4.
Seleção. 5. Semeadura - Densidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.153

MÔNICA DOZZA

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA SELEÇÃO
E EXPRESSÃO DOS CARACTERES PROLIFICIDADE E
PRODUÇÃO DE GRÃOS NA POPULAÇÃO DE
MILHO (*Zea mays* L.) CMS-39**

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

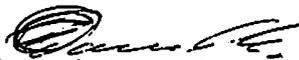
APROVADA em 24 de março de 1997.



Pesq. Cleso Antônio Patto Pacheco



Prof. Joel Augusto Muniz



Prof. Samuel Pereira de Carvalho
(Presidente da Banca/Co-Orientador)

**Dr. Manoel Xavier dos Santos
(Orientador)**

A meus pais, Ibanor e Nadir, que com todo amor possível,
jamais deixaram de acreditar na viabilização deste trabalho,

OFEREÇO

A meu marido Renato, companheiro de todas as horas,
que com compreensão e carinho, soube enfrentar a
meu lado, todos os problemas possíveis,

DEDICO

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. PROLIFICIDADE EM MILHO.....	3
2.1.1. <i>Controle Genético.....</i>	<i>4</i>
2.1.2. <i>Prolificidade x Fatores Ambientais.....</i>	<i>6</i>
2.1.3. <i>Aspectos Morfológicos e Fisiológicos da Prolificidade.....</i>	<i>16</i>
2.1.4. <i>Efeitos dos Diferentes Métodos de Seleção na Prolificidade.....</i>	<i>18</i>
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1. MATERIAIS.....	22
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.2.1. <i>Características avaliadas.....</i>	<i>26</i>
3.2.2. <i>Análise dos dados.....</i>	<i>27</i>

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4. 1. EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NOS CICLOS DE SELEÇÃO.....	31
4. 1. 1. <i>Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos.</i>	31
4. 2. EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NOS LOTES DE SELEÇÃO.....	38
4. 2. 1. <i>Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos.</i>	38
4. 3. EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA AVALIAÇÃO.....	40
4. 3. 1. <i>Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos.</i>	40
5. CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
APÊNDICES.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		página
1	Comportamento da população cms - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em função de três densidades de semeadura nas avaliações (dsa), em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa - PR, 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	42
2	Comportamento da população cms - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (dsa). dados obtidos em Lavras 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	43
3	Comportamento da população cms - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA). dados obtidos em Sete Lagoas, MG. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	44
4	Comportamento da população cms - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA). dados obtidos em Ponta Grossa - PR. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	45
5	Comportamento da população cms - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, quanto à produtividade corrigida (kg/ha) em função de três densidades de semeadura nas avaliações em Lavras e Sete Lagoas, MG (SL) e Ponta Grossa - PR (PG), 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	47
6	Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, quanto à produtividade corrigida, realizados em três densidades de semeadura na avaliação (dsa). dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.	48

LISTA DE TABELAS

TABELA	página
1 Relação dos códigos, nome das firmas produtoras de sementes, tipo de cultivar, cor e tipos de grãos dos 55 materiais utilizados na formação da população CMS-39. UFLA, Lavras, 1997.	23
2 Resumo das análises de variância individuais para prolificidade (espigas/planta). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa-PR em 1995/96. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	32
3 Resumo das análises de variância individuais para produtividade corrigida (kg/ha). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa-PR em 1995/96. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	33
4 Resumo das análises de variância conjunta para produtividade corrigida (kg / ha) e prolificidade (espigas/planta). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa-PR em 1995/96. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	34

RESUMO

DOZZA, Mônica. **Influência da densidade de sementeira na seleção e expressão dos caracteres prolificidade e produção de grãos na população de milho (*Zea mays* L.) CMS-39.** Lavras: UFLA, 1997. 67p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

Com o objetivo de verificar o efeito de diferentes densidades de sementeira na seleção massal para expressão do caráter prolificidade em milho, efetuou-se, no ano de 1990, na localidade de Sete Lagoas, MG, o primeiro ciclo de seleção massal com controle biparental para prolificidade na população de milho CMS - 39. A seleção foi realizada em três lotes adjacentes de plantas, correspondentes às densidades de 50.000, 37.500 e 25.000 plantas/ha. No ano agrícola 1984/85, Aguiar (1986) submeteu a população CMS-39 ao primeiro ciclo de seleção recorrente, avaliando 400 famílias de meios irmãos nas localidades de Ijaci, Lavras e Sete Lagoas, MG. Em 1985, utilizando as 40 melhores famílias selecionadas por Aguiar (1986), Pacheco (1987) realizou em Sete Lagoas, MG, a recombinação deste primeiro ciclo de seleção, obtendo na colheita, as novas famílias a serem avaliadas no próximo ciclo. A avaliação das famílias correspondentes ao segundo ciclo de seleção foi realizada por Pacheco (1987) no ano agrícola 1985/86 nas localidades de Ijaci e Sete Lagoas, MG. Em 1988, em Sete Lagoas, MG, procedeu-se a recombinação das 40 melhores famílias anteriormente selecionadas. Por ocasião da colheita deste campo realizou-se a seleção dentro de famílias, concluindo assim o segundo ciclo de seleção. No ano agrícola 1995/96, nas localidades de Lavras e Sete Lagoas, MG e

* Orientador: Manoel Xavier dos Santos. Membros da Banca: Samuel Pereira de Carvalho, Cleso Antônio Patto Pacheco e Joel Augusto Muniz.

Ponta Grossa, PR, empregando-se o delineamento experimental Blocos Casualizados, com três repetições, fez-se a avaliação de cinco ciclos de seleção massal para prolificidade. No presente trabalho, as densidades de semeadura corresponderam às utilizadas na etapa de seleção, sendo que os tratamentos constituíram-se de um esquema fatorial 3^3 com três tratamentos adicionais. Os tratamentos do fatorial foram formados pelos fatores ciclos de seleção (CS), densidade de semeadura na seleção (DSS), e densidade de semeadura na avaliação (DSA). Os tratamentos adicionais corresponderam ao ciclo original (CO) da população CMS - 39, avaliado nos três níveis de densidade de semeadura. Foram analisados os dados de prolificidade e produtividade corrigida. Para a prolificidade, as densidades de semeadura na avaliação tiveram seus efeitos estatisticamente significativos, sendo que os melhores resultados foram obtidos para a densidade de avaliação de 37.500 plantas/ha. Na seleção indireta para produção de grãos, os melhores resultados foram obtidos com a densidade de 50.000 plantas/ha. O contraste envolvendo os tratamentos adicionais (ciclo original) e os tratamentos do fatorial (população melhorada), para a prolificidade foi significativo a 1% pelo teste F para todos os locais. Para a produção de grãos, por sua vez, o contraste foi significativo ao nível; de 1% pelo teste F para Lavras e Sete Lagoas, MG, e significativo a 5% para Ponta Grossa, PR. Nas análises de variância conjunta, ambos efeitos foram significativos ao nível de 1%. Isto demonstra que após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade ocorreram alterações na frequência dos alelos relacionados tanto à prolificidade quanto à produção de grãos.

ABSTRACT

INFLUENCE OF PLANTING DENSITY IN THE SELECTION AND EXPRESSION OF THE CHARACTERES PROLIFICITY AND PRODUCTION IN POPULATION OF CORN (*Zea mays* L.) CMS-39.

With a view to verifying the effect of different planting densities in the bulk selection for expression of the character prolificity in corn, the first cycle of bulk selection with biparental control for prolificity in the population of corn CMS-39 was undertaken, in the year 1990, in the city of Sete Lagoas, MG. The selection was carried in three contiguous plots of plants, corresponding to the stands of 50, 37,5 and 25,000 plants/ha. In the 1984/85 crop, Aguiar (1986) to submits CMS-39 population at the first cycle of recurrent selection, evaluating 400 half-sib families in cities of Ijaci, Lavras and Sete Lagoas, MG. In 1985 using the best 40 families screened for Aguiar (1986), Pacheco (1987) was carried in Sete Lagoas, MG, the recombination this first selection cycle obtained on harvest the news families for avaluation in the next cycle. Avaluation the respective families was carried by Pacheco (1987) in the 1984/85 crop 1995/96, on Ijaci and Sete Lagoas-MG. In Sete Lagoas at 1988 the recombination was carried with the 40 best families screened. In the harvest field production to realize the selection into the families, concluding the second selection cycle. In the 1995/96 crop in the cities of Lavras and Sete Lagoas, MG and Ponta Grossa-PR, by employing the Randomized Block Experimental Design, with three replications, the evaluation of five cycles of bulk selection for prolificity was done. In this step, the planting densities correponded to those utilized in the selection steps, being that the treatmentes consisted of a 3^3 factorial scheme with three additional treatments. The treatments of the factorial were made up of the factors: selection

cycle (SC), planting density in selection (PDS) and planting density in evaluation (PDE). The additional treatments corresponded to the original cycle (OC) of the population CMS-39, evaluated in the three planting density levels. Prolificity data and grain weight corrected to 14,5% of moisture were analysed. To prolificity, the planting densities in evaluation had their effects statistically significant, being that the best results were obtained for evaluation density of 37,500 plants/ha. In indirect selection for grain production, the best results were obtained with the density of 50,000 plants/ha. The contrast encompassing the additional treatments (original cycle) and the treatments of the factorial (improved population) for prolificity was significant at the 1% level of probability by F test to all the sites. To grain yield, in turn, was significant at the 1% level of probability, by F test to Lavras and Sete Lagoas-MG; significant at the 5% level to Ponta Grossa-PR. In the joint variance analysis, both effects were significant at the 1% level of probability. This shows that after the five cycles of bulk selection for probability changes occurred in the frequency of the alleles related with both prolificity and grain yield.

1. INTRODUÇÃO

O milho é cultivado em grande parte do Brasil, tanto em pequenas como em grandes propriedades, empregando-se assim, os mais variados sistemas de produção, desde a subsistência até a mais elevada tecnologia existente para a cultura, de acordo com as condições sócio-econômicas das regiões de cultivo.

A expansão da área de plantio para regiões menos tecnificadas e a necessidade de maiores produções para atender a crescente demanda no consumo de milho, fazem com que um dos principais objetivos do melhoramento dessa cultura seja o aumento da produtividade.

O caráter prolificidade, considerado como a capacidade da planta em produzir mais de uma espiga, é muito importante para a obtenção de alta produtividade em milho. Independentemente do objetivo final do programa de melhoramento genético do milho, utilizando-se métodos de seleção intrapopulacionais dos mais diversos, pode-se obter a elevação da frequência de alelos relacionados favoravelmente com os caracteres de interesse. A seleção pode ser efetuada de forma direta, quando o objetivo é diretamente relacionado com as características de peso de grãos, e de forma indireta quando realiza-se seleção para caracteres correlacionados à produção.

O caráter prolificidade responde à seleção e é correlacionado positivamente com a produção (Hallauer e Miranda Filho, 1988). Devido à essa correlação, com a obtenção de populações prolíficas é possível conquistar ganhos na produtividade, em populações de milho.

Na seleção para prolificidade, um aspecto de relevada importância é a densidade de semeadura. De acordo com Hallauer (1974), existem duas alternativas para se realizar a seleção e cabe ao melhorista determinar qual delas é a mais desejável aos interesses do programa de melhoramento. A primeira é a seleção por uma expressão forte de uma espiga

numa elevada densidade de sementeira, que pode resultar na expressão da prolificidade em baixas densidades de sementeira. A segunda é a seleção por um elevado grau de prolificidade em uma baixa densidade de sementeira, que pode resultar na expressão da prolificidade em densidades de sementeira mais elevadas. De acordo com Singh, Khehra e Dhillon, (1986), uma menor competição entre plantas favorece a manifestação da prolificidade e a seleção em baixas densidades se constitui na melhor opção. Na seleção com densidades de sementeira mais elevadas, as plantas são relacionadas aos génotipos superiores para o carácter prolificidade (Gebauer, 1979 , Thompson, 1983 e Morello, 1992).

A seleção massal, dentre todas as formas de melhoramento para a cultura do milho, destaca-se por ser a mais antiga forma de seleção realizada na espécie, utilizada desde os tempos de sua domesticação. O método de seleção massal tem-se mostrado eficiente na adaptação de materiais às novas condições ambientais, além de ter contribuído para a grande caracterização de tipos e raças de milho atualmente existentes (Sprague e Eberhart, 1977 , Paterniani e Miranda Filho, 1987 e Morello, 1992).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de cinco ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade em milho, cada qual realizado em três densidades de sementeira (25.000, 37.500 e 50.000 plantas/ha), e verificar as implicações decorrentes do efeito das densidades nas características avaliadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Prolificidade em milho

Em milho, o caráter prolificidade, considerado em relação ao número de espigas por planta ou espigas por parcela, tem sido o objetivo de várias pesquisas em função da correlação existente entre prolificidade e produtividade de grãos conforme constatado por Robinson, Comstock e Harvey (1951), Lindsey, Lonnquist e Gardner (1962), Williams, Penny e Sprague (1965), Compton, Mumm e Mathema (1979), Segovia (1983), Pereira (1990), Martinez, Aramendis e Torregroza (1992) e Ochieng e Kamidi.(1992).

É importante ressaltar que para o melhoramento de um caráter, este deve ter uma resposta positiva à seleção, isto é, deve existir variância aditiva suficiente para ser explorada pelo melhorista. Robinson, Comstock e Harvey (1951), estudando correlações entre vários caracteres agronômicos, observaram uma correlação de 0,82 entre prolificidade e produção de grãos, e que a variação que ocorre em populações de milho, pode ser atribuída a efeitos genéticos (aditivos e dominantes) e aos efeitos ambientais. Shevardnadze e Goginashvilli (1990), estudando os coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de grãos e seis de seus componentes, em uma população e seus híbridos, encontraram uma correlação de 0,96 entre a produção por planta e a prolificidade.

Martinez, Aramendis e Torregroza (1992), por sua vez, relataram uma correlação entre o número de espigas por planta e a produção de grãos de 0,87, após vinte e dois ciclos de seleção massal divergente para prolificidade. Ochieng e Kamidi (1992), por sua vez, constataram uma correlação de 0,84 entre a prolificidade e a produção de grãos, após oito ciclos

de seleção recorrente em duas populações de milho e seus respectivos cruzamentos populacionais.

No entanto, é interessante salientar que a prolificidade, além de correlacionar-se com a produção de grãos, correlaciona-se também com outros caracteres agronômicos, tais como a altura de planta e espiga, de acordo com Robinson, Comstock e Harvey (1951), Subandi e Compton (1974) e Coors e Mardones (1989), tamanho do pendão (Buren, Mock e Anderson, 1974 e Souza Júnior, Geraldi e Zinsly, 1985), eficiência na retirada e translocação de nitrogênio (Anderson, Kamprath e Moll, 1984 e Ottman e Welch, 1988), taxa fotossintética e volume radicular (Motto e Moll, 1983).

Em estudos conduzidos com caracteres relacionados com a produção, entre eles a prolificidade, (Lindsey, Lonquist e Gardner, 1962, Williams, Penny e Sprague, 1965, Subandi e Compton, 1974, Compton, Mumm e Mathema, 1979, Sorrels, Harris e Lonquist, 1978, Sorrels, Lonquist e Harris, 1979, Motto e Moll, 1983, Guo, Gardner e Obaidi, 1987, Hallauer e Miranda Filho, 1988 e Pereira, 1990), verificaram existência de uma elevada variância genética aditiva, que excede a variância de dominância para os caracteres estudados. Guo, Gardner e Obaidi (1987), analisando as gerações parentais, F_1 , F_2 , RC_1 , RC_2 e cruzamentos entre seis linhagens prolíficas, indicaram que o número de espigas por planta e seus componentes, foram essencialmente influenciados por efeitos aditivos, enquanto que efeitos dominantes predominaram para produção de grãos, dias até a antese e peso da planta. O peso de espigas foi igualmente influenciado por ambos os tipos de variância. A consideração de que a variância aditiva é preponderante no controle genético da prolificidade, associada ao fato de que a mesma, via de regra, possui herdabilidade mais elevada que a produção de grãos (Hallauer e Miranda Filho, 1988), levam à conclusão de que o melhoramento desse caráter pode ser facilitado através de seleção visando um maior número de espigas por planta (Motto e Moll, 1983).

2. 1. 1. Controle Genético

Estudos sobre o controle genético da prolificidade têm sido realizados por vários pesquisadores. Um dos aspectos mais abordados refere-se ao número de genes envolvidos no

controle genético desse caráter conforme Duvick (1974), Hallauer (1974), Toledo (1978) e Shevardnadze (1986).

Eyherabide e Hallauer (1991), procurando determinar as contribuições dos efeitos aditivos e de dominância à resposta de seleção, e estimar os efeitos da deriva genética, após oito ciclos de seleção recorrente recíproca de irmãos germanos para produtividade de grãos em duas populações de milho, verificaram que as contribuições dos indivíduos heterozigotos foram mais importantes do que os homozigotos para produtividade de grãos, enquanto que as contribuições dos homozigotos foram mais importantes para prolificidade. Os autores observaram, também, que embora existam genes principais (ou maiores), com efeitos dominantes desfavoráveis, pode-se aumentar a frequência de genes menores, com efeitos aditivos e favoráveis com seleção recorrente.

Embora a prolificidade apresente uma distribuição fenotípica descontínua, Hallauer (1974), sugeriu um controle poligênico para o caráter. De acordo com Brewbaker (1969), e Falconer (1987), a prolificidade é um caráter que se enquadra no que se denomina de limiar ou umbral, pois os efeitos genéticos e ambientais básicos a ela associados parecem respeitar uma distribuição contínua, enquanto que a sua expressão fenotípica é descontínua (Hallauer, 1974 e Harris, Moll e Stuber, 1976). Tais caracteres são, via de regra, muito influenciados pelo ambiente (Brewbaker, 1969). A mudança fenotípica ocorre após a acumulação de um grande número de alelos favoráveis para a sua expressão fenotípica. Provavelmente, em função disso, exista ampla variação nas estimativas relativas à herdabilidade para o caráter prolificidade (Hallauer e Troyer, 1972, Hallauer, 1974).

A maioria dos pesquisadores concorda que a ação gênica da prolificidade é predominantemente aditiva, mas os resultados a esse respeito tem sido conflitantes segundo Subandi e Compton (1974), Sorrels, Harris e Lonquist (1978) e Sorrels, Lonquist e Harris (1979), Motto e Moll (1983), Shevardnadze (1986), Guo, Gardner e Obaidi (1987), Hallauer e Miranda Filho (1988) e Eyherabide e Hallauer (1991). As divergências, no entanto, devem-se à variação genética entre os materiais avaliados, bem como às diferenças nas condições ambientais em que foram realizadas as avaliações das populações segregantes (Motto e Moll, 1983).

Lindsey, Lonquist e Gardner (1962), Laible e Dirks (1968) e Subandi e Compton (1974), relatam que a prolificidade é devida ao efeito de alelos dominantes e parcialmente dominantes, enquanto outros sugerem que o controle se deve em grande parte a alelos recessivos (Duvick, 1974, Hallauer, 1974, Harris, Moll e Stuber, 1976 e Shevardnadze, 1986).

Apesar da herança da prolificidade ser provavelmente poligênica (Shevardnadze, 1986), envolvendo não somente genes cromossômicos mas também citoplasmáticos (Josephson e Kincer, 1962 e Ellsworth e Peloquin, 1972), acredita-se que um número relativamente pequeno de locos gênicos deva ser responsável pela maior parte da variação genética observada entre plantas prolíficas e não prolíficas, de acordo com pesquisas desenvolvidas por Ellsworth (1971), citado por Sorrels, Lonquist e Harris (1979) e por Motto e Moll (1983). Esta hipótese é reforçada pela possibilidade de se transferir, via retrocruzamentos, o potencial de produção de um maior número de espigas de materiais prolíficos para não prolíficos, conforme demonstrado por Duvick (1974).

Harris, Moll e Stuber (1976), por sua vez, sugeriram um modelo para a expressão do caráter prolificidade, no qual a característica difere devido à ação de dois genes com efeitos pronunciados. Os autores propuseram que um determinado gene denominado A interfere na sincronia de desenvolvimento das gemas axilares, e um outro gene denominado B, atuando promovendo o aborto dos primórdios das espigas inferiores, após a fertilização. Quando ambos os genes estivessem em homozigose para os alelos recessivos, obter-se-ia a sincronia, e não aborto dos primórdios.

O número de espigas por planta resulta da combinação de efeitos genéticos e ambientais, dentro de um intervalo de tempo que vai de seis semanas anteriores ao florescimento até a sua manifestação. Caso essa referida combinação se mostre desfavorável à prolificidade, as plantas terão espigas únicas, mesmo que condições ótimas à produção de grãos ocorram após este intervalo crítico (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

2.1.2. Prolificidade x Fatores Ambientais

Com relação aos fatores ambientais que influenciam a prolificidade no milho, a temperatura, o fotoperíodo, estresse hídrico, radiação solar e nutrição mineral, em especial a

adubação nitrogenada, têm sido relacionados como os mais importantes, como relatado por Moss e Downey (1971), Anderson, Kamprath e Moll (1984) e Moll, Kamprath e Jackson (1987).

Durante o período da emissão da inflorescência feminina, as condições ambientais predominantes são de suma importância para o desenvolvimento da espiga. Nishikawa e Kudo (1973), concluíram que 60% das plantas eventualmente estéreis tinham desenvolvimento normal até essa fase. De uma maneira geral o período crítico está compreendido entre uma semana antes do embonecamento até quatro a cinco dias após (Earley et al., 1974).

A quantidade de radiação interceptada no período do florescimento, responsável pela quantidade de fotossintatos produzidos pela planta, é crítica para a formação e número final de grãos no milho, conforme relatam Tolenaar (1977), Hawkins e Cooper (1981), Kiniry e Ritchie (1985) e Grant (1989). Na floração ocorre o aborto das espigas, enquanto que o aborto dos grãos continua até vinte dias após a polinização, devido a uma competição intra-planta por fotossintatos (Tolenaar, 1977 e Tolenaar, Dwyer e Stewart, 1992).

Ottman e Welch (1988), com o objetivo de observar os efeitos na produção, nutrientes e senescência do milho, promoveram suplementação de luz, por meio de lâmpadas fluorescentes. Verificaram que o acúmulo de carboidratos na planta aumentou, havendo um acréscimo no acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, na ordem de 90, 90 e 30%, respectivamente. A produção de grãos aumentou no mesmo nível, de 10,6 para 16,3 t/ha. Além disso, houve acréscimo no peso de grãos, no número de grãos por espiga e no número de espigas por planta, na ordem de 11,0, 14,0 e 25,0%, respectivamente.

Outro fator que exerce grande influência sobre a prolificidade é a população de plantas concordando com Singh, Khehra e Dhillon (1986), Angelov e Lalova (1987), Cruz, Ramalho e Salles (1987) e Coors e Mardones (1989). Geralmente, os estudos têm revelado que a diminuição da área por planta é inversamente proporcional ao número e tamanho de espigas por planta, mesmo quando cultivadas em condições favoráveis. Isto é devido, provavelmente, à maior competição por radiação solar que ocorre em densidades de semeadura mais elevadas. Esse fato foi verificado por Earley et al. (1966), que constataram que uma redução de 70% na intensidade luminosa durante o período de desenvolvimento da planta, inibiu completamente o desenvolvimento da segunda espiga. No entanto, houve aumento na produção de grãos das

espigas produzidas. Com a utilização de elevada densidade de semeadura, promove-se um nível de competição entre plantas por fatores tais como água, luz e nutrientes. Portanto, reduzindo-se a área de absorção por planta em função dessa competição, têm-se uma redução proporcional no tamanho e no número de espigas por planta corroborando com relatos de Moll e Kamprath (1977), Cruz, Ramalho e Salles (1987), Coors e Mardones (1989) e Gerage (1991).

Andrade, Uhart e Frugone (1993), estudando a relação entre a radiação interceptada no florescimento e número final de grãos por unidade de área, e o efeito da densidade de semeadura sobre esta relação, concluíram que a quantidade de radiação interceptada no florescimento não prediz o efeito da densidade alterada de plantas sobre o número de grãos, e proporciona uma estimativa exata do número de grãos por unidade de área, somente em densidades de semeadura próximas do ótimo (densidade ótima é definida como aquela que proporciona a produção de um maior número de grãos).

Estudando a formação de espigas e grãos em híbridos de milho que representavam três décadas do melhoramento de produção, sob várias densidades de semeadura, em Ontário (Canadá), Tolenaar, Dwyer e Stewart (1992), verificaram que o aumento da prolificidade dos híbridos recentes parece estar combinado com taxas mais elevadas de acúmulo de matéria seca na planta durante o período de emissão da inflorescência feminina, e que há uma maior tendência inerente aos híbridos mais recentes para exibir prolificidade, e estes, por sua vez, são mais eficientes em baixas densidades de semeadura.

Verificando os efeitos da irradiação na performance de plantas de milho, Pendleton, Egli e Peters (1967), constataram que a incidência de luz artificial em folhas intermediárias e inferiores proporcionou substanciais aumentos na produtividade de grãos e no número de espigas por planta. As observações foram relacionadas com a interceptação deficiente da luz nas partes inferiores da planta de milho, em situação de campo, devido a utilização de maiores densidades de semeadura.

A manifestação da prolificidade apresenta relação com o fenômeno da protandria, sendo que a expressão desse caráter torna-se mais evidente à medida que o período referente à protandria é reduzido (Bertin et al., 1976 citado por Motto e Moll, 1983). Nesse aspecto, Earley et al. (1974) após reduzirem em aproximadamente 20% a incidência de luz sobre um híbrido prolífico, nas duas semanas anteriores ao florescimento feminino, relataram um

aumento na protandria de quatro a cinco dias, o qual foi associado à acentuada redução na prolificidade.

Outro fator limitante ao desenvolvimento dos primórdios das espigas inferiores é o estresse hídrico. Vários trabalhos têm mostrado que o desenvolvimento da segunda espiga é mais sensível ao estresse hídrico do que o da primeira (Earley et al., 1974 e Sorrels, Lonquist e Harris, 1979). A ocorrência do estresse hídrico no início do desenvolvimento do saco embrionário e durante a emissão da inflorescência feminina, promove a inibição das estruturas da flor feminina e um lento desenvolvimento dos estilo-estigmas, resultando em queda na produtividade (Moss e Downey, 1971).

Vários autores têm demonstrado que a produtividade em milho é um caráter complexo que depende da interação de vários fatores. Em condições de seca, tem-se encontrado correlações significativas entre produtividade e peso de grãos, número de grãos, prolificidade (Undersander, 1987), intervalo entre emissão dos pendões e antese (Fisher, Johnson e Edmeades, 1984), peso e tamanho da espiga, altura de planta e grãos por fileira (Tyagi, 1988).

A prolificidade e demais características da espiga são objetivos do melhoramento genético do milho para a obtenção de germoplasma com alta produtividade e estável em condições de estresse hídrico (Martiniello, 1983). O período crítico de escassez de água com máxima transpiração por parte da planta é a época do florescimento (Moss e Downey, 1971 e Shaw, 1988). A produtividade de grãos diminui em torno de 10% ao dia de atraso na emergência dos estilo-estigmas, e ao máximo dez dias, quando a produtividade é praticamente nula (Bolaños, Edmeades e Martinez, 1990).

Genótipos potencialmente prolíficos caracterizam-se por uma maior estabilidade de produção em comparação com aqueles não prolíficos, conforme observa-se a partir de trabalhos realizados sob condições de estresse, notadamente em ensaios compreendendo densidades de semeadura superiores ao usual, onde a competição inter e intra-planta por nutrientes, umidade do solo e a radiação solar é acentuada, corroborando com as afirmações de Russell (1968), Russell e Eberhart (1968), Hallauer e Troyer (1972), Duvick (1974) e Prior e Russell (1975). À esse respeito, Segovia (1983), verificou que o emprego da seleção massal na cultivar Piranão-VD2, visando maior prolificidade, aumentou sua estabilidade fenotípica, assim como seu padrão de resposta ao melhoramento nas condições de cultivo.

Biasutti e Peiretti (1992), estudando a associação entre vários caracteres morfológicos, entre os quais a prolificidade, em condições de estresse e não estresse hídrico, verificaram que em condições limitantes o intervalo de exteriorização dos estilo-estigmas e a prolificidade possuem uma função essencial sobre a produtividade em condições tanto de estresse, como de não estresse hídrico.

Vários estudos têm demonstrado que a absorção do nitrogênio desempenha importante papel a fim de impedir o aborto de inflorescências femininas e aumentar a prolificidade conforme afirmam Anderson, Kamprath e Moll (1984) e Cassnoff (1984). Anderson, Kamprath e Moll (1984) e Moll, Kamprath e Jackson. (1987) verificaram que materiais prolíficos têm maior eficiência na utilização de nitrogênio e produtividade de grãos que materiais não prolíficos, em ambientes de baixa fertilidade. Partindo de linhagens prolíficas, os híbridos formados apresentam uma maior estabilidade, superando em 20% a produtividade de híbridos formados a partir de linhagens não prolíficas (Klimov, 1987).

De acordo com Pereira (1990), ao longo do melhoramento genético do milho, a prolificidade apresentou uma evolução bem maior do que o número de espigas diferenciadas (índice de bonecas). Isto demonstra que os híbridos atuais são mais eficientes na absorção e/ou utilização de nitrogênio. Motto e Moll (1983), também relataram que materiais mais prolíficos apresentam um maior volume radicular, sendo mais eficientes na absorção de nitrogênio.

Dentre os nutrientes minerais, o nitrogênio é o elemento que tem maior expressão para a formação de mais de uma espiga por planta segundo constataram Gardner (1978), Cassnoff (1984) e Adriaanse e Human (1992). A vantagem de materiais prolíficos pode ser devida a sua maior estabilidade frente às alterações ambientais como descrito Motto e Moll (1983), Klimov (1987), Gardner, Schatz e Olson (1987) e Esteves e Ruschel (1994).

À medida que a planta de milho envelhece o crescimento das raízes geralmente aumenta numa taxa mais lenta que o crescimento da parte aérea, sendo que após a emissão da inflorescência feminina o crescimento da raiz diminui. Materiais prolíficos de milho podem mostrar maior crescimento da raiz antes da emissão da inflorescência feminina como constataram Duriex et al. (1994), e redução na absorção de nitrogênio durante o crescimento reprodutivo, apesar de seu potencial de produtividade mais alto. A absorção de nitrogênio

durante o desenvolvimento da espiga contribui para o mesmo ser translocado ao grão (Pan et al., 1984).

Estudando a produtividade potencial do milho em híbridos que diferiram na expressão da prolificidade submetidos a alterações nas dosagens de nitrogênio e radiação solar disponíveis para cada planta (Jacobs e Pearson, 1991), buscaram determinar os mecanismos através dos quais as plantas ajustaram sua produtividade de grãos ao ambiente. Aumentando a densidade populacional de 5 a 20 plantas por m², ocasionaram um aumento no período de emissão dos estilo-estigmas, e reduziram a produtividade por planta em 47%. Adriaanse e Human (1992), testaram sete híbridos de milho, quatro semi-prolíficos e três não prolíficos, a fim de verificar sua resposta em função de doses entre 30 - 180 Kg N/ha. As respostas foram medidas em função da produtividade de grãos, espigas por planta e concentrações de nitrogênio nos grãos e nas folhas. Os resultados mostraram uma associação positiva entre alta produtividade e prolificidade, porém as concentrações de nitrogênio nos grãos e folhas foram associadas negativamente com a prolificidade. Indicou-se que estas associações com o nitrogênio da planta podem estar relacionadas à característica prolífica, apesar dos efeitos confusos, com diferenças de produtividade.

O efeito das doses de nitrogênio também foi observado por Duriex, Kamprath e Moll (1993), que compararam duas cultivares de milho prolíficas A e B, com o híbrido C (Pioneer 3320), não prolífico, em baixas densidades de semeadura, com doses de 56, 140 e 224 Kg/ha. Os autores observaram que a produtividade de espigas únicas e híbridos não prolíficos foi mais elevada do que espigas apicais nos híbridos prolíficos, e a produtividade potencial total em resposta à aplicação de nitrogênio foi mais elevada no híbrido A, prolífico.

Embora a capacidade da planta de milho expressar o caráter prolificidade melhore o potencial produtivo de grãos, esta característica não tem sido totalmente explorada. Baixas produtividades de grãos, observadas em híbridos prolíficos mais antigos, podem ser parcialmente atribuídas ao suprimento de nitrogênio para os grãos (Pan et al., 1995). Esses autores, estudando a contribuição relativa do nitrogênio remobilizado das folhas, colmos e raízes, bem como da absorção de nitrogênio após a antese, ao suprirem nitrogênio aos grãos, constataram diferenças apreciáveis entre cinco híbridos prolíficos de origem genética similar, que variaram no número médio de espigas. Em termos gerais a capacidade do milho prolífico

em manter absorção de nitrogênio e crescimento de grãos parece estar dependente da sua capacidade de manter a produção de fotoassimilados durante o desenvolvimento de espigas múltiplas. Os resultados demonstram que maiores contribuições de espigas inferiores, que contribuem para o aumento nas produções de grãos estão associados à manutenção de suprimento de fotossintatos para o acúmulo de nitrogênio.

Os fatores que contribuem para o aumento na produtividade de grãos, com a elevação das doses de nitrogênio, em ordem crescente de importância são , aumento do número de espigas inferiores, aumento no peso da espiga superior e um aumento no número e peso de espigas inferiores (Duriex, Kamprath e Moll, 1993).

Pereira Filho, Cruz e Ramalho (1991), com o objetivo de verificar o comportamento de três cultivares de milho nas densidades de 20.000, 40.000 e 60.000 plantas/ha, em sistemas de monocultivo e em consórcio com o feijoeiro, observaram que a produtividade do milho aumentou linearmente com a elevação do número de plantas por área, em ambos os sistemas. Os autores relataram ainda, que a produtividade de grãos sofreu influência das densidades de semeadura. No entanto, houve uma compensação pela maior prolificidade das menores populações, o que contribuiu para que a diferença na produtividade não fosse tão acentuada.

Embora a resposta favorável de genótipos prolíficos em elevada densidade de semeadura seja amplamente pesquisada, os mecanismos fisiológicos pelos quais plantas de milho prolíficas suportam altas densidades sem manifestar esterilidade nestas condições, não são bem entendidos. Prior e Russell (1975), caracterizaram a manifestação da prolificidade em função de altas e baixas densidades de semeadura. Em altas densidades, para a manifestação da prolificidade, tem-se predominância de fotossintetizados provenientes de folhas superiores, sendo que esta prolificidade contribui para a produtividade através da redução no número de plantas estéreis. Já em baixas densidades a manifestação de prolificidade deve-se principalmente à participação de fotossintetizados advindos de folhas intermediárias e inferiores, sendo esta manifestação conveniente para aumentar a produtividade pelo desenvolvimento de mais de uma espiga por planta.

Uma das principais vantagens atribuídas a materiais prolíficos é a capacidade que possuem de produzir espigas mesmo em condições de densidade de semeadura elevadas conforme observaram Russell (1968), Russell e Eberhart (1968), Duvick (1974), Mock e

Pearce (1975), Olson e Sander (1988), Biasutti e Peiretti (1992) e Esteves e Ruschel (1994). Contudo, sob tais condições, dificilmente algumas plantas produzem mais de uma espiga. O aborto das segundas espigas, sob condições adequadas de nutrição e umidade, é causado pelo sombreamento mútuo das folhas durante o período do florescimento (Earley et al., 1966 e Prine, 1971), bem como pode ser devido à assincronia entre a antese e a emissão da segunda espiga (Brotslaw et al., 1988).

Russell (1968), avaliando híbridos prolíficos e não prolíficos, em uma densidade de semeadura de 58.100 plantas/ha, observou uma incidência de esterilidade de 3,0% em plantas prolíficas e 11,0% em plantas não prolíficas. Observou ainda uma maior produtividade dos materiais prolíficos, concluindo assim, que o germoplasma prolífico evita a esterilidade excessiva a níveis de estande elevado.

As principais características da planta associadas ao aumento da densidade de semeadura são a redução da produção por planta e o aumento no número de plantas estéreis, causado pelo aborto das espigas e sementes durante a fase de sua formação (Buren, Mock e Anderson, 1974 e Smith, Mock e Crosbie, 1982). A radiação interceptada pela planta durante o período do florescimento é o principal fator determinante da continuação do crescimento das espigas e grãos, os quais, por sua vez, irão determinar o potencial de depósito de assimilados das plantas (Tollenaar, 1977). O aumento do número de plantas estéreis promove a ocorrência da produção máxima de grãos em menores densidades populacionais nas plantas que produzem, e acelera a taxa de diminuição da produção de grãos com o aumento continuado da população de plantas.

De uma maneira geral a utilização de maiores densidades de semeadura promove efeitos tais como aumento na protandria, no intervalo entre a exteriorização dos estilo-estigmas do primórdio da espiga superior e do primórdio da espiga inferior, e uma acentuada redução no número de espigas inferiores. A falta de estilo-estigmas emergidos durante o período da liberação do pólen parece ser o fator responsável pela não formação de segundas espigas, uma vez que a formação dos órgãos florais não é prejudicada (Sass e Loefel, 1959).

Buren, Mock e Anderson (1974), demonstraram que genótipos tolerantes à alta densidade de semeadura podem ser caracterizados pela coincidência entre a antese e a emissão

dos estilo-estigmas, rápido desenvolvimento da primeira espiga, prolificidade, reduzido tamanho do pendão e eficiente produção de grãos por unidade foliar.

Um aspecto que parece indefinido, embora de grande importância, é a densidade de sementeira a ser utilizada durante o processo de obtenção de materiais prolíficos (Arboleda-Rivera e Compton, 1974, Hallauer, 1974 e Arriel, 1991), apesar da hipótese de que em densidades menores de sementeira, devido à uma competição menos intensa, as plantas possam expressar o caráter prolífico mais facilmente. Esses materiais, nas densidades normais de plantio, podem não manter a expressão da característica, o que é indesejável (Arriel, 1991). Desse modo alguns autores preferem avaliar a prolificidade em maiores densidades, pois os materiais que forem prolíficos nessa situação certamente o serão quando submetidos a densidades de sementeira menores. Hallauer (1974) através de estimativas de herdabilidade obtidas em três densidades, procurou evidências a respeito de qual seria a densidade mais adequada para se realizar a seleção para plantas prolíficas, mas sem resultados conclusivos. Por sua vez, Arboleda-Rivera e Compton (1974), sugerem que a identificação de genótipos com a característica prolífica seja efetuada em condições de estresse hídrico, com base na pressuposição de que materiais assim selecionados tendem a apresentar um maior número de espigas quando cultivados em ambientes favoráveis à produção.

Subandi e Compton (1974) observaram que os melhores resultados, tanto para produtividade de grãos quanto para prolificidade, utilizando-se estimativas de ganho genético com a seleção massal para produtividade de grãos, foram obtidas com a densidade de 17.200 plantas/ha. Já Ordas e Stucker (1977), sugeriram, ao considerar estimativas de variância genética e de correlações genotípicas, para os caracteres prolificidade e produtividade de grãos, considerando as populações em que trabalharam, que a seleção para os caracteres estudados se realizasse com uma população com densidade ao redor de 49.000 plantas/ha. Por sua vez, Smith, Mock e Crosbie (1982), recomendam que a seleção para prolificidade deva ser conduzida numa densidade de sementeira em torno de 40.000 plantas/ha, 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, Gebauer (1979) e Thompson (1983), constataram que a seleção na densidade de sementeira mais elevada proporcionou maior ganho genético, tanto

para número de espigas como para produtividade de grãos. Singh, Khehra e Dhillon (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. Após quatro ciclos de seleção, obtiveram maior êxito na seleção direta, para a menor densidade, observando um ganho de 4,5% por ciclo para produção. Já na seleção indireta, para produção de grãos não verificaram diferença significativa entre as densidades.

No Departamento e Instituto de Genética da ESALQ-USP, a seleção massal de milhos prolíficos tem sido realizada com êxito em lotes cujas condições de cultivo são as mais comumente utilizadas, envolvendo 50.000 plantas/ha (Soares Filho, 1987).

Com o objetivo de quantificar o efeito da interação entre densidades de semeadura e os materiais genéticos desenvolvidos em diferentes décadas, Tolenaar (1989) avaliou nove híbridos de milho que foram cultivados em Ontário (Canadá), durante o período de 1959 a 1988, em dois locais, e nas populações de 20, 40, 80 e 130.000 plantas/ha. O autor verificou que a densidade ótima de plantio variou em função do tipo de híbrido, constatando a existência da interação. Os híbridos mais recentes responderam em maior intensidade, com relação à produtividade de grãos e ao aumento da densidade de semeadura.

Ao avaliar duzentos famílias de meios irmãos na população CMS-39, nas densidades de 26 a 50.000 plantas/ha, Arriel (1991) verificou a existência de significância para a interação entre densidades de semeadura e famílias, quanto a produtividade de espigas e contribuição da segunda espiga para o peso total 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 onde pretende-se utilizá-la posteriormente. O autor verificou ainda que para a menor densidade de semeadura, houve uma maior contribuição das segundas espigas para o peso total, o que proporcionou uma diferença pouco acentuada na produtividade, entre as densidades.

Bejarano, Segovia e Moreno (1992), com o objetivo de avaliar oito características agrônômicas 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 à prolificidade. Os autores ressaltam, que a falta de significância quanto à prolificidade provavelmente foi devida a problemas experimentais aleatórios, ou seja, erro experimental, haja vista a existência de suficiente variância para prolificidade nas famílias avaliadas, diferindo entre 1,0 a 1,9 espigas/planta.

Utilizando a seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes densidades de semeadura (25 , 37,5 e 50.000 plantas/ha), Morello (1992), após avaliar um ciclo de seleção massal com controle biparental para prolificidade, verificou que o índice máximo de espigas (prolificidade), através de uma equação de regressão, foi obtido na densidade de 42.000 plantas/ha. Na avaliação a 50.000 plantas/ha, a produtividade de espigas foi superior àquelas obtidas nas outras densidades de semeadura. O autor observou ainda que a pequena diferença observada, inferior a 20%, pode ser atribuída à maior prolificidade e maior contribuição das espigas inferiores na produção total, nas menores densidades de semeadura.

A fim de avaliar a interação existente entre híbridos e densidades de semeadura, Thomison e Jordan (1995) utilizaram quatro híbridos para representar diferenças nas populações de plantas em três densidades (40.000, 60.000 e 80.000 plantas/ha), em onze locais, por dois anos. A prolificidade foi mais pronunciada na baixa densidade de semeadura (40.000 plantas/ha), nos dois anos. O acamamento foi maior nos híbridos prolíficos e nos semi prolíficos, na alta densidade de semeadura, sendo desprezível nas densidades mais baixas. Os autores observaram que, embora os híbridos prolíficos tivessem uma maior produção sob estresse no segundo ano, a grande predisposição ao acamamento limita sua utilização no ambiente do cinturão do milho americano, onde doenças e condições ambientais fazem da qualidade do colmo um fator essencial para a seleção. Por fim, concluíram que a interação entre híbridos e densidades de semeadura tem um efeito menor na determinação da produção, quando comparados com fatores ambientais. Os efeitos dos híbridos e densidades de semeadura, principalmente sugerem que as diferenças na altura das plantas e a prolificidade são de fundamental importância na determinação de uma densidade ótima de semeadura.

2. 1. 3. Aspectos Morfológicos e Fisiológicos da Prolificidade

A manifestação da prolificidade é extremamente dependente de uma adequada sincronização de florescimento, compreendendo uma seqüência lógica que se inicia na antese e

continua com a emergência dos estilo-estigmas de duas ou mais espigas, de acordo com a ordem decrescente de suas posições no colmo. No desencadeamento desse processo vale ressaltar que as diferentes etapas de florescimento devem ser separadas por curtos intervalos de tempo, para que sua evolução não seja comprometida e confirmam os resultados de Harris, Moll e Stuber (1976), Sorrels, Harris e Lonquist (1978) e Sorrels, Lonquist e Harris (1979), Motto e Moll (1983), Souza Júnior, Geraldi e Zinsly (1985) e Soares Filho (1987).

A relação entre a posição do primórdio da espiga no colmo da planta de milho com o desenvolvimento deste primórdio, tem sido enfocada por diversos estudos Earley et al. (1974), Lyons (1952) citados por Motto e Moll (1983) e Souza Júnior, Geraldi e Zinsly (1985), havendo concordância quanto à existência de um mecanismo intra-planta que prioriza o desenvolvimento da inflorescência masculina, caracterizando o fenômeno da dominância apical.

A dominância apical em plantas de milho é exercida tanto pela inflorescência masculina sobre o primórdio da espiga superior, quanto pelo primórdio da espiga superior sobre os primórdios das espigas inferiores, sendo dependente de fatores genéticos e ambientais (Earley et al., 1974 e Souza Júnior, Geraldi e Zinsly, 1985). Com relação à natureza desta dominância, existem evidências de que podem ser tanto nutricional (Earley et al., 1974), quanto hormonal (Phillips, 1975, Harris, Moll e Stuber, 1976, Rubinstein e Nagao, 1976, Sorrels, Harris e Lonquist, 1978 e Souza Júnior, Geraldi e Zinsly, 1985).

Em estudos realizados em altas densidades de semeadura, com plantas emasculadas e genótipos com menor número de ramificações no pendão, foram observados aumentos na produtividade de grãos e redução no número de plantas sem espigas (Anderson, 1972, citado por Motto e Moll, 1983). Estes resultados decorreram da ausência e redução respectivamente, da competição por nutrientes entre a inflorescência masculina e o primórdio da espiga superior.

A competição por nutrientes é considerada responsável pela dominância que o primórdio da espiga superior exerce sobre os primórdios inferiores. Esta preferência por nutrientes está relacionada ao fato do primórdio da espiga superior ser o primeiro a identificar-se (Earley et al., 1974).

Considerando uma base hormonal para a dominância apical, diversos estudos buscaram verificar quais substâncias estariam envolvidas neste fenômeno conforme relatam Phillips (1975), Rubinstein e Nagao (1976), Sorrels, Harris e Lonquist (1978) e

Souza Júnior, Geraldi e Zinsly (1985). Harris, Moll e Stuber (1976), analisaram as propriedades de alguns reguladores e crescimento como o ácido abscísico (ABA), ácido giberélico (GA_3) e o ácido indol-3-butírico (IBA), porém, não obtiveram evidências quanto à forma de participação dessas substâncias. Já com relação ao ácido indolacético (AIA), os autores sugeriram que este hormônio estaria atuando como repressor do desenvolvimento de gemas laterais, sendo o mesmo difundido a partir do ápice da planta.

Souza Júnior, Geraldi e Zinsly (1985) propuseram um possível mecanismo de atuação do ácido indolacético (AIA). O AIA formado na inflorescência masculina, através da difusão viria a inibir o desenvolvimento do primórdio da espiga superior, o qual somente passaria a se desenvolver com a redução na concentração de AIA (ácido indolacético), no pendão. Fato semelhante também ocorreria em relação à dominância exercida pelo primórdio da espiga superior sobre os primórdios das espigas inferiores.

Verificando a concentração de ácido indolacético (AIA) em híbridos prolíficos e não prolíficos, Anderson (1967), constatou que os híbridos prolíficos apresentaram aproximadamente a metade da concentração de AIA na inflorescência masculina, em relação aos híbridos não prolíficos. O autor concluiu que com um pendão menor, a produção de AIA diminuiria alterando o balanço ácido giberélico - ácido indolacético, em favor do primeiro, fazendo com que mais de uma gema axilar tivesse oportunidade de desenvolver e diferenciar-se em espiga. Muleba, Hart e Paulsen (1983), consideraram que a redução na dominância apical é o fator responsável pelo aumento na produtividade com a remoção do pendão ou com a utilização da macho-esterilidade. Souza Júnior, Geraldi e Zinsly (1985) também comentam que uma redução no tamanho da inflorescência masculina aumenta as possibilidades de expressão da prolificidade em função da menor concentração de ácido indolacético (AIA).

Uma provável base hormonal para o fenômeno da dominância apical é o que propôs Phillips (1975), ressaltando, no entanto, que os níveis hormonais e a distribuição destes através das plantas apresentaram-se dependentes da disponibilidade de nutrientes e água.

2. 1. 4. Efeitos dos Diferentes Métodos de Seleção na Prolificidade

Os procedimentos e métodos de melhoramento de plantas sugeridos para incrementar a produção, procuram basicamente melhorar o comportamento das populações e

selecionar tipos que em combinações híbridas revelem um comportamento superior (Segovia, 1983). Outras considerações importantes referem-se à associação que possa existir entre os caracteres e as modificações que podem decorrer de um método de melhoramento.

O método da seleção massal para prolificidade tem seu primeiro relato datado de 1868 (Sprague e Eberhart, 1977). No entanto este procedimento passou a ser mais amplamente difundido a partir dos resultados obtidos por Lonquist (1966), que obteve um ganho de 6,28% para a produção em cinco gerações, quando a seleção foi feita para prolificidade, superior ao que fora relatado por Gardner (1961), de 3,9% para produção nas cinco primeiras gerações, quando a seleção foi feita com base no peso de grãos por planta. Este ganho superior é atribuído a uma elevada herdabilidade do caráter prolificidade (Segovia, 1983). O autor ressalta ainda que o caráter espiga por planta pode ser avaliado mais facilmente e com maior precisão que a produção de grãos, que é muito influenciada pelo ambiente.

Moll e Stuber (1971), compararam o método de seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos e seleção recorrente recíproca para produção de grãos em duas variedades de milho. Os autores detectaram aumento na produção após seis ciclos de seleção. Os aumentos na produção foram acompanhados por mudanças na altura de espigas, número de espigas por planta e tempo de florescimento. Os resultados indicam que a seleção de famílias de irmãos germanos, representa um método eficiente para o melhoramento de variedades. De forma contrária, a seleção recorrente recíproca é mais adequada para a produção de híbridos intervarietais. A resposta direta por ciclo de seleção foi de 3,0% para a seleção de família de irmãos germanos, e 3,5% para a seleção recorrente recíproca. Em ambos os casos, o aumento na produção foi acompanhado pelo aumento no número de espigas por planta e número de perfilhos produtivos. Em 85,7% dos casos tanto a altura de plantas quanto a altura de espigas decresceu.

Ao avaliar duas variedades sintéticas de milho, submetidas a um programa de seleção recorrente recíproca, Penny e Eberhart (1971), encontraram incrementos significativos nos cruzamentos efetuados. Todavia, o ganho esperado para produção de grãos no cruzamento intervarietal era de 7,27% por ciclo, enquanto que o ganho observado foi de 1,7% ao ciclo.

Kincer e Josephson (1976), após nove ciclos de seleção para produtividade de grãos na variedade de milho "Jellicorse", observaram um aumento acentuado no número de espigas. A

partir daí passaram a realizar a seleção massal para prolificidade, e verificaram após cinco ciclos de seleção, um acréscimo de 13,2% no número de espigas por planta. Verificaram que a seleção massal para prolificidade proporcionou respostas semelhantes àquelas obtidas com a seleção direta para produtividade de grãos.

Moll e Kamprath (1977), compararam as mudanças em caracteres agrônômicos após dez ciclos de seleção recorrente com famílias de irmãos germanos. Utilizando três densidades de semeadura, observaram que o aumento na prolificidade propiciou um aumento marcante na produção. A prolificidade foi encarada como o mais importante componente de produção.

Mareck e Gardner (1979), estudaram a seleção massal para prolificidade. Os autores constataram que dez ciclos de seleção para prolificidade foram aproximadamente tão efetivos quanto o aumento na produção de grãos em quinze ciclos de seleção. Assim, fazendo-se seleção para prolificidade, tem-se um acréscimo na eficiência de 50,0%.

A seleção massal para prolificidade é efetuada somente em relação à planta mãe, portanto no sexo feminino, não havendo controle dos progenitores masculinos. Têm havido tentativas de se praticar seleção em ambos os sexos, eliminando-se, anteriormente ao florescimento, as plantas visivelmente inferiores. Os progressos só podem ser esperados com populações altamente heterogêneas, sendo de pouco ou nenhum valor para a maioria das populações existentes. No entanto, Paterniani (1978), propôs uma técnica, permitindo uma seleção para prolificidade quase perfeita em ambos os sexos, de execução extremamente simples. Durante o florescimento, as segundas inflorescências femininas (bonecas), são protegidas antes da emissão dos estilo-estigmas. Depois de aproximadamente cinco a sete dias eliminam-se as plantas ou os seus pendões que mostram somente uma boneca. A seguir, retira-se a proteção das bonecas, as quais serão polinizadas somente por plantas prolíficas (Paterniani, 1993). O autor, inicialmente, denominou este esquema de seleção recorrente fenotípica para prolificidade. Atualmente é conhecido como seleção massal para prolificidade com controle em ambos os sexos.

Paterniani (1980), avaliando três ciclos de seleção massal para prolificidade, obteve para as populações braquíticas "Piranão VD-2" e "Piranão VF-1", para o caráter produtividade de grãos, ganhos médios por ciclo de 2,3% e 6,1%, para as duas populações, respectivamente. Para a prolificidade os ganhos médios foram de 1,7% e 5,6%, para as respectivas populações.

Com as mesmas populações utilizadas por Paterniani, Segovia (1983), avaliou o efeito de três ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade. Para a população "Piranão VF-1" verificou um aumento de 15,4% para produtividade de grãos e 22,5% para prolificidade. Para a população "Piranão VD-2" os aumentos foram de 1,5% para produtividade de grãos e 11,5% para prolificidade.

Segovia e Paterniani (1986) apresentaram os resultados de quatro ciclos de seleção massal para prolificidade, desenvolvidas com a cultivar Piranão VF-1. A prolificidade aumentou em 22,58%, e a produção de grãos em 15,4%.

Depois de avaliarem doze ciclos de seleção massal para prolificidade, com controle em ambos os sexos, Coors e Mardones (1989), relataram ganhos médios por ciclo de seleção de 2,4 e 3,3%, para o número de espigas por planta, em dois anos consecutivos para as respectivas avaliações. De acordo com os autores, a seleção para prolificidade promoveu concomitantemente uma redução na umidade de grãos, na protandria, no ciclo e no intervalo de exteriorização dos estilo-estigmas do primórdio da espiga superior e do primórdio da espiga inferior.

Dois ciclos de seleção massal divergente para prolificidade foram realizados por Al-Nagggar (1991). Seis populações foram selecionadas, juntamente com a população base, avaliadas em três densidades (40.000 , 57.000 e 72.000 plantas/ha), para dez características agrônômicas. A seleção para prolificidade aumentou o número de espigas por planta e a produção por planta em 13,6 e 11,6% por ciclo, respectivamente. A prolificidade também foi associada ao aumento no número de grãos por fileira, diminuição no peso da espiga, e atraso no pendoamento.

Após vinte e dois ciclos de seleção massal divergente para prolificidade, em uma população e um composto de milho (Harinoso Mosquera), Martinez, Aramendis e Torregroza (1992), descreveram que houve um acréscimo no número de espigas por planta de 1,06 para 1,7, o que representou um aumento de 2,3% por ciclo de seleção.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3. 1. Materiais

Foi utilizado como material genético, as sementes do ciclo original da população de milho CMS - 39, primeiro, terceiro e quinto ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade.

A população de milho CMS - 39, também denominada de Composto Nacional, foi obtida a partir do cruzamento e quatro recombinações de 55 materiais identificados como promissores pelo Ensaio Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho, coordenado pelo Centro Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho e Sorgo - EMBRAPA. A obtenção da população CMS - 39 (ciclo original), ocorreu à partir do cruzamento de híbridos simples, duplos, intervarietais e variedades, conforme Tabela 1 (Aguiar, 1986 , Pacheco, 1987 e Arriel, 1991).

No ano agrícola 1984/85, Aguiar (1986) submeteu esta população ao primeiro ciclo de seleção recorrente, avaliando 400 famílias de meios irmãos nas localidades de Ijaci, Lavras e Sete Lagoas, MG. Em 1985, utilizando as 40 melhores famílias selecionadas por Aguiar(1986), Pacheco (1987), realizou em Sete Lagoas, MG, a recombinação deste primeiro ciclo de seleção, obtendo na colheita, as novas famílias a serem avaliadas no próximo ciclo.

[REDACTED]

TABELA 1 - Relação dos códigos, nome das firmas produtoras de sementes, tipo de cultivar, cor e tipo de grãos dos 55 materiais utilizados na formação da população CMS-39 (Pacheco, 1987).

Número	Código	Nome da firma	Tipo de cultivar	Cor dos grãos	Tipo de grãos
1	Ag-64	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
2	Ag-64-A	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
3	Ag-162	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
4	Ag-170	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
5	Ag-259	Agroceres	H.D	Amarelo	Semi Dentado
6	Ag-301	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
7	Ag-305-B	Agroceres	H.S	Amarelo	Dentado
8	Ag-351-B	Agroceres	H.D	Amarelo	Dentado
9	Ag-401	Agroceres	H.D	Laranja	Semi Dentado
10	Ag-452-B	Agroceres	H.D	Amarelo	Duro
11	Ag-791	Agroceres	H.D	Amarelo	Duro
12	C-III-S	Cargill	H.D	Amarelo	Semi Dentado
13	C-111-X	Cargill	H.D	Amarelo	Semi Dentado
14	C-115	Cargill	H.D	Amarelo	Semi Dentado
15	C-121	Cargill	H.D	Amarelo	Semi Dentado
16	C-125	Cargill	H.D	Amarelo	Semi Dentado
17	C-501	Cargill	H.D	Amarelo	Dentado
18	C-503	Cargill	H.D	Amarelo	Dentado
19	C-511	Cargill	H.D	Amarelo	Dentado
20	C-513	Cargill	H.D	Amarelo	Dentado
21	Contigema	Contibrasil	H.S	Amarelo	Dentado
22	Contimaiz	Contibrasil	H.S	Amarelo	Semi Dentado
23	DK-002	Braskalb	H.D	Amarelo	Semi Dentado
24	DK-A-670	Braskalb	H.D	Amarelo	Semi Dentado
25	DK-A-670-B	Braskalb	H.D	Amarelo	Semi Dentado
26	DK-A-670-C	Braskalb	H.D	Amarelo	Semi Dentado
27	DK-B-670	Braskalb	H.D	Branco	Semi Dentado
28	DK-E-5601	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dentado
29	DK-E-5602	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dentado
30	EX-7801	União	H.S.	Amarelo	Semi Dentado
31	Dina-03	Dinamilho	H.S.	Amarelo	Semi Dentado
32	Dina-08	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dentado
33	Dina-09	Dinamilho	H.D	Amarelo	Semi Dentado
34	Dina-10	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dentado
35	Dina-11	Dinamilho	H.D	Amarelo	Semi Dentado
36	ESALQ-PB-I	ESALQ	V.	Amarelo	Semi Dentado
37	Hmd 7974	IAC	H.D	Amarelo	Semi Dentado
38	Maya XVI	IAC	V.	Amarelo	Dentado
39	Phoenyx anão	IAC	H.I.V	Laranja	Semi Dentado
40	Phoenyx-B	IAC	H.I.V	Laranja	Semi Dentado

Continua ...

Cont. TABELA 1

Número	Código	Nome da firma	Tipo de cultivar	Cor dos grãos	Tipo de grãos
41	Phoenyx-Lte. 9487	IAC	H.I.V	Amarelo	Semi Dentado
42	Phoenyx 1615	IAC	H.I.V	Amarelo	Semi Dentado
43	X-307	Pioneer	H.D	Amarelo	Dentado
44	X-313	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
45	6836	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
46	6872	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
47	6874	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
48	6874-A	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
49	6877	Pioneer	H.D	Amarelo	Semi Dentado
50	Piranão VD-1	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
51	Piranão VD-2 (Sel. prolífica)	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
52	Prolífico 100	Unicamp	-	-	-
53	R.O. -66	Reis de ouro	H.I.V	Amarelo	Semi Dentado
54	R.O. -69	Reis de ouro	H.I.V	Amarelo	Semi Dentado
55	R.O. -99	Reis de ouro	H.I.V	Amarelo	Semi Dentado

V : Variedade

H.S.: Híbrido Simples

H.D.: Híbrido Duplo

H.I.V.: Híbrido Intervarietal

A avaliação das famílias correspondentes ao segundo ciclo de seleção foi realizada por Pacheco (1987) no ano agrícola 1985/86 nas localidades de Ijaci e Sete Lagoas, MG. Em 1988, em Sete Lagoas, MG, procedeu-se a recombinação das 40 melhores famílias anteriormente selecionadas. Por ocasião da colheita deste campo realizou-se a seleção dentro de famílias, concluindo assim o segundo ciclo de seleção.

É necessário fazer uma observação, referente às densidades de semeadura utilizadas nos dois ciclos iniciais de seleção. Exceto na etapa de recombinação do segundo ciclo de seleção, a qual foi realizada na densidade de 25.000 plantas/ha, todas as demais etapas foram realizadas utilizando-se a densidade de semeadura de 50.000 plantas/ha.

Morello (1992) utilizou as sementes do segundo ciclo de seleção, e fez seu trabalho em duas etapas. Inicialmente no ano agrícola 1989/90, realizou-se a seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes densidades de semeadura, sendo que a etapa seguinte consistiu na avaliação dos genótipos selecionados.

Nos demais ciclos, II, III, IV e V de seleção, continuou-se a realizar a seleção massal em diferentes densidades de semeadura, sem a avaliação dos respectivos ciclos .

O presente trabalho consistiu na avaliação dos genótipos selecionados do I, III e V ciclos, através da seleção massal com controle biparental para prolificidade. Os ensaios foram conduzidos nas seguintes localidades :

- Lavras -MG- No Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras DAG - UFLA. Situado à uma altitude de 900 m, a $21^{\circ} 14'$ de latitude S e $45^{\circ} 00'$ de longitude W.

- Sete Lagoas -MG- No Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA). Situado a uma altitude de 732 m, a $19^{\circ} 18'$ de latitude S e a $44^{\circ} 51'$ de longitude W.

- Ponta Grossa -P.R.- No Serviço de Produção de Sementes Básicas da EMBRAPA. Situado a uma altitude de 850 m , com $25^{\circ} 06'$ de latitude S e a $50^{\circ} 10'$ de longitude W.

3. 2. Delineamento experimental

Em todos os locais em que foram conduzidos os ensaios utilizou-se o delineamento Blocos Casualizados, com três repetições.

Os tratamentos foram constituídos de um esquema fatorial 3^3 , com 3 tratamentos adicionais. Os tratamentos do fatorial foram formados pelos fatores ciclos de seleção (CS), densidade de semeadura na seleção (DSS) e densidade de semeadura na avaliação (DSA), cada um dos fatores com três níveis (25 , 37,5 e 50.000 plantas/ha). Os tratamentos adicionais corresponderam ao ciclo original (CO) da população CMS - 39, avaliado nas três densidades de semeadura.

A parcela experimental foi formada por quatro linhas de cinco metros, espaçadas de um metro, perfazendo uma área total de $20m^2$, e uma área útil de $10m^2$, representada pelas duas linhas centrais. As outras duas linhas foram tomadas como bordadura.

3. 2. 1. Características avaliadas

Os seguintes dados foram coletados na área útil das parcelas :

a) Florescimento masculino (FM) número, em dias, contados a partir da semeadura até que 50% das plantas na parcela, apresentaram abertura dos pendões ;

b) Estande final (EF) número de plantas por ocasião da colheita;

c) Altura de plantas (AP) obtida a altura média das plantas de cada parcela, que corresponde à distância do solo até a inserção da última folha (folha bandeira), tomada após o florescimento;

d) Altura de inserção de espigas (AE) obtida a altura média de inserção de espigas, que corresponde à distância do solo até a inserção da espiga superior no colmo, tomada anteriormente à colheita;

e) Número de espigas (NE) por ocasião da colheita, foram contadas as espigas de cada parcela. Foram consideradas como espiga, aquelas que apresentaram mais de 50% dos grãos, quando despalhadas;

f) Peso de espigas despalhadas (PD) foi obtido o peso das espigas em kg por hectare;

g) Peso de grãos (PG): estabelecido após o debulhamento das espigas, em kg por hectare;

h) Plantas acamadas (AC) anteriormente à colheita, contou-se as plantas que se apresentaram acamadas, ou seja, as plantas com ângulo de inclinação próximo a 30° com a vertical, expresso em porcentagem;

i) Plantas quebradas (AQ) anteriormente à colheita, contou-se as plantas que se apresentaram quebradas, abaixo da espiga superior;

j) Espigas doentes (ED) posteriormente à colheita, quando foram contadas as espigas de cada parcela, verificou-se o número de espigas doentes.

k) Umidade de grãos (U) por ocasião da pesagem, foram retiradas amostras de cada parcela para determinar o teor de umidade dos grãos;

3. 2. 2. Análise dos dados

Os dados referentes ao peso de grãos foram corrigidos para 14,5% de umidade. As correções em questão obedeceram ao seguinte método:

$$P_{c_{14,5\%}} = \frac{P_0(1-U)}{0,8855}$$

em que:

$P_{c_{14,5\%}}$ peso de grãos corrigido para o teor de umidade de 14,5%

P_0 peso de grãos observado.

U teor de umidade determinado nas amostras de grãos referentes à cada parcela:

0,8855 fator relacionado à correção do teor de umidade para o padrão de 14,5%.

Obteve-se a prolificidade por planta (I.E.), para cada parcela individualmente, a partir da seguinte expressão:

$$IE = \frac{NE}{EF}$$

em que:

NE : Número de Espigas

EF : Estande Final

Realizou-se inicialmente, as análises de variância para cada característica, e local individualmente, a partir do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{dijk} = m + b_j + t_{dik} + e_{ijk} \quad , \quad \text{em que:}$$

Y_{dijk} : valor observado no tratamento dik do j-ésimo bloco;

m : média geral;

b_j : efeito do j-ésimo bloco ($j = 1, 2, 3$);

t_{dik} : efeito do tratamento dik ($i = 1, 2, 3$; $d = 1, 2, 3$; $k = 1, 2, 3$);

e_{dijk} : efeito aleatório do erro experimental associado a observação Y_{dijk} .

O efeito t_{dik} envolve t_{dik} ($i = 1, 2, 3$; $d = 1, 2, 3$ e $k = 1, 2, 3$), que são os efeitos dos tratamentos regulares, e t_{0d} ($k = 1, 2, 3$), que são os efeitos dos tratamentos adicionais. O efeito dos tratamentos regulares pode ser decomposto em :

$$t_{dik} = s_i + p_k + n_d + (sp)_{ik} + (sn)_{di} + (pn)_{dk} + e_{dik}, \text{ em que:}$$

s_i : efeito do i -ésimo ciclo de seleção ($i = 1, 2, 3$) ;

p_k : efeito da k -ésima densidade de semente na seleção ($k = 1, 2, 3$);

n_d : efeito da d -ésima densidade de semente na avaliação ($d = 1, 2, 3$);

$(sp)_{ik}$: efeito da interação entre o i -ésimo ciclo de seleção com a k -ésima densidade de semente na seleção;

$(sn)_{di}$: efeito da interação entre o i -ésimo ciclo de seleção com a d -ésima densidade de semente na avaliação;

$(pn)_{dk}$: efeito da interação entre a k -ésima densidade de semente na seleção com a d -ésima densidade de semente na avaliação;

$(spn)_{dik}$, ou, e_{dik} : efeito do i -ésimo ciclo de seleção, com a k -ésima densidade de seleção, com a d -ésima densidade de avaliação, ou seja, a interação tripla.

Dessa forma, o modelo estatístico pode ser apresentado da seguinte maneira:

$$Y_{dijk} = m + b_j + s_i + p_k + n_d + (sp)_{ik} + (sn)_{di} + (pn)_{dk} + (spn)_{dik}$$

Posteriormente, realizou-se as análises de variância conjunta, considerando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{dijkl} = m + b_{j(l)} + a_l + t_{dik} + (at)_{dikl} + e_{dijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{dijkl} : valor observado no tratamento dik do j -ésimo bloco, no l -ésimo local;

m : média geral;

$b_{j(l)}$: efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, 3$), dentro de cada local;

a_l : efeito do l -ésimo local ($l = 1, 2, 3, 4$);

t_{dik} : efeito do tratamento dik ($i = 1, 2, 3$; $d = 1, 2, 3$; $k = 1, 2, 3$);

$(at)_{dikl}$: efeito da interação entre o l -ésimo local com o tratamento dik ;

e_{dijkl} : efeito aleatório do erro experimental associado à observação Y_{dijkl} .

O efeito de t_{dik} envolve t_{dik} ($i = 1, 2, 3$; $d = 1, 2, 3$ e $k = 1, 2, 3$), e t_{0d} que são os efeitos dos tratamentos regulares e adicionais, respectivamente. O efeito dos tratamentos regulares pode ser decomposto em:

$$t_{dik} : s_i + p_k + n_d + (sp)_{ik} + (sn)_{di} + (pn)_{dk} + (spn)_{dik}$$

O efeito da interação $(at)_{dikl}$, pode ser decomposto em:

$$(at)_{dikl} : (as)_{il} + (ap)_{lk} + (an)_{dl} + (aspn)_{dikl} + (at_0)_{lk} \quad , \text{ em que:}$$

$(as)_{il}$: efeito da interação entre o l -ésimo local com o i -ésimo ciclo de seleção;

$(ap)_{lk}$: efeito da interação entre o l -ésimo local com a k -ésima densidade de semeadura na seleção;

$(an)_{dl}$: efeito da interação entre o l -ésimo local com a d -ésima densidade de semeadura na avaliação;

$(aspn)_{dikl}$: efeito da interação entre o l -ésimo local, com o i -ésimo ciclo de seleção, com a k -ésima densidade de semeadura na seleção e com a d -ésima densidade de semeadura na avaliação;

$(at_0)_{lk}$: efeito da interação entre o l -ésimo local com o k -ésimo tratamento adicional;

Desse modo, o modelo estatístico torna-se:

$$Y_{dijkl} = m + b_{j(l)} + a_i + s_i + p_k + n_d + (sp)_{ik} + (sn)_{di} + (pn)_{dk} + (as)_{il} + (ap)_{kl} + (an)_{di} + (aspn)_{dikl} + (at_0)_{kl} + e_{dijkl}$$

Quando os efeitos testados nas análises de variância apresentaram-se significativos, foram estabelecidas equações de regressão.

O programa estatístico utilizado foi o SAS (Statistical Analysis System).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos problemas básicos na análise e interpretação dos dados experimentais, refere-se ao número de plantas por parcela no ato da colheita. Durante o desenvolvimento dos experimentos ocorrem perdas de plantas na maioria das parcelas, por causas estranhas e/ou incontroláveis. De acordo com Moraes, Oliveira e Cruz (1986), questiona-se até que ponto os resultados observados são influenciados pelas plantas ausentes e se há necessidade de algum ajuste prévio aos dados. Eles fizeram um trabalho com o objetivo de comparar os vários métodos existentes para a correção da produção de grãos de milho em parcelas experimentais. Os autores concluíram que não há uma fórmula única para correção da produção de grãos de milho, e sugeriram que se faça um fator de correção específico para cada experimento. Sendo assim, para a correção da produção de grãos optou-se por utilizar o método da covariância, conforme recomendam Steel e Torrie (1980).

4. 1. Efeito da densidade de semeadura nos ciclos de seleção.

4. 1. 1. Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resumos das análises de variância individuais para prolificidade e produtividade corrigida, respectivamente, referentes aos experimentos de Lavras e Sete Lagoas, MG, e Ponta Grossa, PR.

TABELA 2- Resumo das análises de variância individuais para prolificidade (espigas/planta).
 Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa - PR em 1995/96.
 UFLA, Lavras - MG, 1997.

Causas de Variação Prolificidade	G.L.	Quadrados Médios		
		Lavras	Ponta Grossa	Sete Lagoas
Cov.	1	0,601534 **	0,201538 **	0,291980 **
Bloco	2	0,017855	0,000985	0,069256
Trat.	29	0,147906 **	0,056855 **	0,098721 **
Adicional Vs Fatorial	1	0,801946 **	0,195858 **	0,663075 **
Entre Adicionais	2	0,015002	0,038050 *	0,032482 ns
Ciclos (C)	2	0,472488 **	0,146052 **	0,202115 **
Linear	1	0,690167 **	0,286109 **	0,398851 **
DSS	2	0,081411	0,029147	0,024300
Linear	1	0,000358	0,031712	0,047637
(C x DSS)	4	0,083208	0,004055	0,031660
DSA	2	0,767980 **	0,397692 **	0,774108 **
Linear	1	1,497931 **	0,783021 **	1,537843 **
(C x DSA)	4	0,029110	0,008859	0,005718
(DSS x DSA)	4	0,041300	0,013817	0,013754
(C x DSS x DSA)	8	0,044995	0,026274 *	0,010183
Erro	57	0,034738	0,010685	0,021797
C(DSS1(DSA1))	2	-----	0,058617 **	-----
Linear	1	-----	0,117187 **	-----
C(DSS1(DSA2))	2	-----	0,072024 **	-----
Linear	1	-----	0,117960 **	-----
C(DSS2(DSA1))	2	-----	0,050760 *	-----
Linear	1	-----	0,072194 *	-----
C(DSS2(DSA3))	2	-----	0,042253 *	-----
Linear	1	-----	0,037422	-----
CV (%)		12,60	8,50	11,12

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

Pode-se verificar que os efeitos correspondentes aos ciclos de seleção foram significativos ao nível de 1% pelo teste F para todos os locais avaliados, ou seja, ocorreu ganho com a seleção. Este ganho, no que se refere a prolificidade por ciclo de seleção, em média, foi de 57 espigas/1000 plantas para Lavras-MG, o que representa progresso aproximado de 4,75%; 44 espigas/1000 plantas para Sete Lagoas-MG representando um aumento de 4,16% em relação à população original do composto CMS-39; e 38 espigas/1000 plantas para Ponta Grossa-PR, que por sua vez apresentou um progresso de 3,55%. Na seleção indireta para a produção, via prolificidade, houve um ganho por ciclo

de seleção de 8,126 kg/ha para Lavras, 9,404 kg/ha para Sete Lagoas, e 6,926 kg/ha para Ponta Grossa, o que representa aumentos em relação a população original de 1,12% , 1,53% e 1,31% em Lavras, Sete Lagoas e Ponta Grossa, respectivamente.

TABELA 3 - Resumo das análises de variância individuais para produtividade corrigida (kg/ha).
Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas-MG e Ponta Grossa-PR em 1995/96.
UFLA, Lavras-MG, 1997.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Lavras	Ponta Grossa	Sete Lagoas
Produtividade corrigida				
Cov.	1	32134270,0000 **	1350513,2000 *	4207829,0000 **
Bloco	2	2917895,0000	200735,6000	1415188,8000
Trat. (T)	29	5360325,8966 **	796697,1172 **	1902731,4897 **
Adicional Vs Fatorial	1	4130921,5000 **	1273092,5700 *	3760076,4000 **
Entre Adicionais	2	13162828,8000 **	2092674,9000 **	1310956,4000 *
Cielos (C)	2	2016954,6000 *	919890,8100 *	1344399,9500 *
Linear	1	1413651,8733	1035452,6604 *	1799229,7635 *
DSS	2	2477848,4000 *	6264,6950	790022,4500
Linear	1	862500,3307	3441,2839	1579410,7313
(C x DSS)	4	1776242,1500 *	203912,0700	558021,0250
DSA	2	36252600,2500 **	3572536,5450 **	13048189,4000 **
Linear	1	72496090,3031 **	7134546,2123 **	25687933,7998 **
(C x DSA)	4	823774,7500	124781,9100	661514,0750
(DSS x DSA)	4	978290,1750	145420,0550	1066297,9500 *
(C x DSS x DSA)	8	2157706,2250 **	551575,2750 *	468676,4250
Erro	57	544405,4386	224197,5509	396505,7719
C(DSS2)	2	1925194,1000 *	-----	-----
Linear	1	3328633,3165 *	-----	-----
C(DSS3)	2	2040277,9000 *	-----	-----
Linear	1	419726,6114	-----	-----
C(DSS1(DSA1))	2	330349,8500	1501773,6850 **	-----
Linear	1	128335,6635	2555843,1603 **	-----
C(DSS1(DSA3))	2	1733583,1000 *	257429,6200	-----
C(DSS2(DSA2))	2	4574021,7000 **	124128,0050	-----
Linear	1	6535325,2228 **	232225,0327	-----
C(DSS2(DSA3))	2	-----	751217,7200 *	-----
Linear	1	-----	1118458,9674 *	-----
C(DSS2(DSA2))	2	6302381,4000 **	-----	-----
Linear	1	9004791,5879 **	-----	-----
DSS(DSA3)	2	-----	-----	2267321,8500 **
Linear	1	-----	-----	3791955,2402 **
CV (%)		9,35	8,39	9,30

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

Os resumos das análises de variância conjunta para prolificidade e produtividade corrigida estão apresentados na Tabela 4. Para a prolificidade o efeito dos ciclos de seleção foi significativo ao nível de 1% pelo teste F, ajustando-se a um comportamento linear e demonstrando com isso que os ciclos de seleção massal para prolificidade promoveram um acréscimo na prolificidade, ou seja, com o decorrer dos ciclos de seleção houve um incremento no número de espigas/planta. Após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, o ganho obtido foi de 46,5 espigas/1000 plantas, com um coeficiente de determinação de 94,12%.

Quanto à produtividade corrigida, o efeito dos ciclos de seleção também foi significativo a 1% de pelo teste F, e se ajustou a um comportamento linear ao nível de 5% , indicando com isso que através dos ciclos de seleção massal para prolificidade também houve ganho, ou mais especificamente, aumento na produtividade de grãos, e este caráter também comportou-se linearmente .

TABELA 4 - Resumo das análises de variância conjunta para produtividade corrigida (kg/ha) e prolificidade (espigas/planta). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa - PR em 1995/96. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Produtividade corrigida	Prolificidade
Bloco (Locais)	6	1511273,1333	0,02937
Locais	2	113359759,3333 **	1,56353 **
Trat (T)	29	8507655,3207 **	1,27514 **
Adicional Vs Fatorial	1	8701829,7000 **	1,55005 **
Entre Adicionais	2	13063941,0000 **	0,08539 *
Ciclos (C)	2	2635289,2500 **	0,74284 **
Linear	1	4306656,0703 **	1,39841 **
DSS	2	1522034,8500 *	0,04286
Linear	1	1771810,5390 *	0,06092
(C x DSS)	4	710402,8500	0,08378 **
DSA	2	92965114,3500 **	4,18716 **
Linear	1	185807617,5746 **	8,25275 **
(C x DSA)	4	267329,4000	0,01340
(DSS x DSA)	4	1163257,4250 *	0,00878
(C x DSS x DSA)	8	1135432,0875 **	0,02950
Int. (L x T)	58	1230378,8793 **	0,02613
Int. (L x C)	4	873902,1667	0,05499 *
Continua...			

Causas de Variação		G.L.		Quadrados Médios	
Int. (L x DSS)	4	915500,4167	0,04784	Produtividade corrigida	
Int. (L x C x DSS)	8	955533,3333 *	0,02024	Produtividade	
Int. (L x DSA)	4	56157251,8333 *	0,01543		
Int. (L x C x DSA)	8	683911,9167	0,01528		
Int. (L x DSS x DSA)	8	519321,7083	0,03067		
Int. (L x C x DSS x DSA)	16	1032382,0208 **	0,07999 **		
Erro	171	388369,5871	0,02241		
C (DSS1)	2	-----	0,30209 **		
Linear	1	-----	0,48259 **		
Linear	1	-----	0,73092 **		
C (DSS3)	2	-----	0,21084 **		
Linear	1	-----	0,24860 **		
C (DSS1(DSA1))	2	2381923,0000 **	-----		
Linear	1	-----	-----		
C (DSS2(DSA2))	2	4519779,6610 **	-----		
Linear	1	1309135,3333 *	-----		
Linear	1	2128155,8777 *	-----		
C (DSS2(DSA2))	2	3054797,1667 **	-----		
Linear	1	4965937,7300 **	-----		
DSS(DSA3)	2	3290314,8333 **	-----		
Linear	1	5765853,5640 **	-----		
Total	269				
C (L1)	2	-----	0,47559 **		
Linear	1	-----	0,69470 **		
C (L2)	2	-----	0,16059 **		
Linear	1	-----	0,31458 **		
C (L3)	2	-----	0,21665 **		
Linear	1	-----	0,42754 **		
C x DSS (L1)	4	1854090,5833 **	-----		
Linear	2	65048556,6667 **	-----		
Linear	1	130080766,7774 **	-----		
DSA (L2)	2	11978195,2500 **	-----		
Linear	1	23921095,4105 **	-----		
DSA (L3)	2	27169532,8333 **	-----		
Linear	1	53488582,9290 **	-----		
C (DSS1(L1))	2	1665220,3333 *	-----		
Linear	2	1956062,6667 **	-----		
C (DSS2(L1))	2	3382004,6308 **	-----		
Linear	1	2121903,1667 **	-----		
C (DSS3(L1))	2	-----	11,17		

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

O ganho obtido após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade foi de 8.152 Kg/ha, com um coeficiente de determinação de 81,71%.

Na Tabela 4 pode-se verificar a existência da interação entre ciclos de seleção e locais, no que refere-se à prolificidade, a um nível de 5% pelo teste F. Com o desdobramento desta interação, constata-se que os locais separadamente e os ciclos de seleção foram significativos nível de 1% pelo teste F, todos se ajustando a um padrão de comportamento linear. Isto confirma as análises de variância individuais, onde os efeitos dos ciclos foram significativos nível de 1% pelo teste F, para todos os locais avaliados. Contudo, a interação entre ciclos de seleção e locais, para a produção de grãos, não foi estatisticamente significativa, ou seja, não mostrou um padrão de comportamento diferenciado para nenhum dos locais avaliados.

Verificando o efeito da interação entre ciclos e densidades de seleção, nas análises de variância individuais, pode-se constatar, a partir dos resultados da Tabela 2, que indicam o efeito das densidades sobre a produtividade corrigida, sendo significativo somente para Lavras, MG a um nível de 5% pelo teste F. Quanto à prolificidade, esta não mostrou comportamento diferenciado nas análises de variância individuais. Na análise de variância conjunta (Tabela 4), o padrão de comportamento referente à produção de grãos está de acordo com as análises de variância individuais para Lavras, MG, isto é, também apresentaram significância ao nível de 5% pelo teste F. Gebauer (1979), Thompson (1983) e Arriel (1991) relataram constatação semelhante, enquanto que Singh, Khehra e Dhillon (1986) e Morello (1992), não obtiveram significância para o efeito das densidades de semeadura.

No que concerne ao ganho obtido com a seleção após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, o efeito dos ciclos sobre a densidade de 25.000 plantas/ha, foi de 47,3 espigas/1000 plantas, com um coeficiente de determinação de 79,87%, o que representa um progresso de 3,89% em relação à população original; para a densidade de 37.500 plantas/ha o ganho foi de 58,17 espigas/1000 plantas com um coeficiente de determinação de 91,94%, o que significa um aumento de 5,26% e por último, a densidade de 50.000 plantas/ha exerceu um efeito de 33,92 espigas/1000 plantas, com um coeficiente de determinação de 58,96%, significando um progresso de 3,33% .

Por sua vez, para o caráter prolificidade, na análise de variância conjunta (Tabela 4), pode-se verificar que os efeitos referentes à interação entre ciclos e densidade de semeadura na seleção, foram significativos ao nível de 1% pelo teste F. Através do desdobramento da referida interação pode-se constatar (Tabela 4), que os efeitos apresentavam essa mesma significância para as três densidades selecionadas (25.000 ; 37.500 e 50.000 plantas/ha).

Quanto à interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação, para a prolificidade, constatou-se significância ao nível de 5% pelo teste F, para Ponta Grossa, PR. A ocorrência da interação tripla neste local provavelmente seja devida a problemas aleatórios, ou seja, erro experimental. Ou ainda, por ser a primeira vez que Ponta Grossa foi incluída no ensaio, pode estar ocorrendo uma maior interação entre locais de avaliação e demais fontes de variação, já que a seleção foi efetuada em Sete Lagoas, MG, com diferentes características edafoclimáticas. Observa-se que também na análise de variância conjunta para prolificidade (Tabela 4), não ocorreu interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação.

Para a produtividade corrigida, a interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação, os resultados obtidos nas análises de variância individuais (Tabela 3), foram significativos a 1% pelo teste F, para Lavras, MG, e significativos ao nível de 5%, para Ponta Grossa, PR, mas não houve significância para Sete Lagoas, MG. Na análise de variância conjunta (Tabela 4), por sua vez, a interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação foi significativa a 1% pelo teste F. Através do desdobramento dessa interação pode-se verificar que a interação foi significativa nível de 1% pelo teste F, entre as densidades de seleção e avaliação para 37.500 plantas/ha. O ganho obtido com a seleção neste contraste foi de 1.719,2 kg/ha, com um coeficiente de determinação de 81,28%. Houve também interação entre os efeitos de densidades de seleção de 37.500 plantas/ha e avaliação a 50.000 plantas/ha, sendo esta significativa nível de 1% pelo teste F. Neste caso, o ganho obtido com a seleção foi de 422,95 kg/ha, e um coeficiente de determinação de 21,08%. Esse valor foi baixo porque, em Lavras, MG, o ganho foi negativo nesta situação e, provavelmente como consequência, tenha contribuído para abaixar a média na análise de variância conjunta.

O ganho obtido após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade foi de 8.152 Kg/ha, com um coeficiente de determinação de 81,71%.

Na Tabela 4 pode-se verificar a existência da interação entre ciclos de seleção e locais, no que refere-se à prolificidade, a um nível de 5% pelo teste F. Com o desdobramento desta interação, constata-se que os locais separadamente e os ciclos de seleção foram significativos nível de 1% pelo teste F, todos se ajustando a um padrão de comportamento linear. Isto confirma as análises de variância individuais, onde os efeitos dos ciclos foram significativos nível de 1% pelo teste F, para todos os locais avaliados. Contudo, a interação entre ciclos de seleção e locais, para a produção de grãos, não foi estatisticamente significativa, ou seja, não mostrou um padrão de comportamento diferenciado para nenhum dos locais avaliados.

Verificando o efeito da interação entre ciclos e densidades de seleção, nas análises de variância individuais, pode-se constatar, a partir dos resultados da Tabela 2, que indicam o efeito das densidades sobre a produtividade corrigida, sendo significativo somente para Lavras, MG a um nível de 5% pelo teste F. Quanto à prolificidade, esta não mostrou comportamento diferenciado nas análises de variância individuais. Na análise de variância conjunta (Tabela 4), o padrão de comportamento referente à produção de grãos está de acordo com as análises de variância individuais para Lavras, MG, isto é, também apresentaram significância ao nível de 5% pelo teste F. Gebauer (1979), Thompson (1983) e Arriel (1991) relataram constatação semelhante, enquanto que Singh, Khehra e Dhillon (1986) e Morello (1992), não obtiveram significância para o efeito das densidades de semeadura.

No que concerne ao ganho obtido com a seleção após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, o efeito dos ciclos sobre a densidade de 25.000 plantas/ha, foi de 47,3 espigas/1000 plantas, com um coeficiente de determinação de 79,87%, o que representa um progresso de 3,89% em relação à população original; para a densidade de 37.500 plantas/ha o ganho foi de 58,17 espigas/1000 plantas com um coeficiente de determinação de 91,94%, o que significa um aumento de 5,26% e por último, a densidade de 50.000 plantas/ha exerceu um efeito de 33,92 espigas/1000 plantas, com um coeficiente de determinação de 58,96%, significando um progresso de 3,33%.

Por sua vez, para o caráter prolificidade, na análise de variância conjunta (Tabela 4), pode-se verificar que os efeitos referentes à interação entre ciclos e densidade de semeadura na seleção, foram significativos ao nível de 1% pelo teste F. Através do desdobramento da referida interação pode-se constatar (Tabela 4), que os efeitos apresentavam essa mesma significância para as três densidades selecionadas (25.000 ; 37.500 e 50.000 plantas/ha).

Quanto à interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação, para a prolificidade, constatou-se significância ao nível de 5% pelo teste F, para Ponta Grossa, PR. A ocorrência da interação tripla neste local provavelmente seja devida a problemas aleatórios, ou seja, erro experimental. Ou ainda, por ser a primeira vez que Ponta Grossa foi incluída no ensaio, pode estar ocorrendo uma maior interação entre locais de avaliação e demais fontes de variação, já que a seleção foi efetuada em Sete Lagoas, MG, com diferentes características edafoclimáticas. Observa-se que também na análise de variância conjunta para prolificidade (Tabela 4), não ocorreu interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação.

Para a produtividade corrigida, a interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação, os resultados obtidos nas análises de variância individuais (Tabela 3), foram significativos a 1% pelo teste F, para Lavras, MG, e significativos ao nível de 5%, para Ponta Grossa, PR, mas não houve significância para Sete Lagoas, MG. Na análise de variância conjunta (Tabela 4), por sua vez, a interação entre ciclos, densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação foi significativa a 1% pelo teste F. Através do desdobramento dessa interação pode-se verificar que a interação foi significativa nível de 1% pelo teste F, entre as densidades de seleção e avaliação para 37.500 plantas/ha. O ganho obtido com a seleção neste contraste foi de 1.719,2 kg/ha, com um coeficiente de determinação de 81,28%. Houve também interação entre os efeitos de densidades de seleção de 37.500 plantas/ha e avaliação a 50.000 plantas/ha, sendo esta significativa nível de 1% pelo teste F. Neste caso, o ganho obtido com a seleção foi de 422,95 kg/ha, e um coeficiente de determinação de 21,08%. Esse valor foi baixo porque, em Lavras, MG, o ganho foi negativo nesta situação e, provavelmente como consequência, tenha contribuído para abaixar a média na análise de variância conjunta.

Esses fatos evidenciam que a manifestação da prolificidade foi influenciada pela interação entre os três fatores.

Na Tabela 4, para a produtividade corrigida, também verifica-se que o efeito da interação entre densidades de semeadura na seleção e locais foi significativo. Através do desdobramento da referida interação pode-se verificar que para Lavras, MG o efeito das três densidades avaliadas foram significativas. A 25.000 plantas/ha o nível de significância foi de 5% pelo teste F, mas a 37.500 e 50.000 plantas/ha, a significância foi de 1%, pelo mesmo teste. Verificou-se ainda que somente para a densidade de 37.500 plantas/ha o comportamento foi linear. Em Ponta Grossa, PR o efeito dos ciclos sobre as densidades de semeadura na seleção foi significativo a 1% para 25.000 plantas/ha, ajustando-se a um padrão de comportamento linear significativo a esse mesmo nível. Já, para Sete Lagoas, MG, não houve comportamento diferenciado entre os ciclos e as densidades de semeadura na seleção.

Nos resumos das análises de variância conjunta (Tabela 4), pode-se verificar que os efeitos dos locais sobre os ciclos e sobre as densidades de semeadura na seleção e avaliação, tanto para o caráter prolificidade quanto para a produção de grãos (kg/ha), foram significativos ao nível de 1% pelo teste F.

4. 2. Efeito da densidade de semeadura nos lotes de seleção

4. 2. 1. Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos

Para a prolificidade e produtividade corrigida, nas Tabela 2 e 3 são apresentados os resumos das análises de variância individuais referentes aos experimentos realizados em Lavras e Sete Lagoas, MG, e Ponta Grossa, PR. No que se refere aos efeitos das densidades de semeadura utilizadas na seleção sobre a prolificidade, estes não foram estatisticamente significativos, ou seja, estes resultados mostram que a manifestação da prolificidade não foi dependente das densidades de semeadura. Já na seleção indireta para produção de grãos, em

Lavras, MG, o efeito correspondente ao peso de grãos foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Isto demonstra que houve um comportamento diferenciado, em Lavras com relação às demais localidades, e que as diferentes densidades de semeadura comportaram-se diferentemente em relação aos ciclos de seleção. O maior ganho ocorreu na densidade de semeadura de 37.500 plantas/ha. Já na seleção a 50.000 plantas/ha o ganho foi negativo, ou seja, devido ao maior adensamento, a prolificidade não pode se manifestar adequadamente, compensando a redução na produtividade devido a ausência de plantas estéreis. Considerações a este respeito também foram apresentadas por Coors e Mardones (1989), Biasutti e Peiretti (1992) e Esteves e Rushel (1994).

À nível de local, outra importante informação é quanto aos coeficientes de variação (C.V.). Para a prolificidade, a estimativa do coeficiente de variação de maior magnitude foi em torno de 12,5%, referente ao experimento conduzido em Lavras, MG. Por sua vez, para a produtividade corrigida, a maior estimativa foi em torno de 9,0%, referente aos experimentos conduzidos em Lavras e Sete Lagoas, MG. Coeficientes de variação desta magnitude podem ser considerados como médios e baixos, respectivamente, e de acordo com Pimentel Gomes (1987), refletem boa precisão experimental.

Na Tabela 4 são apresentados os resumos das análises de variância conjunta para prolificidade e produtividade corrigida. Para a prolificidade, os resultados foram não significativos, e estão de acordo com as análises de variância individuais, ou seja, não houve padrão de comportamento diferenciado na seleção direta para prolificidade. Na seleção indireta para produção de grãos, por sua vez, apresentou significância ao nível de 5% pelo teste F, e ajusta-se adequadamente a um comportamento linear ao nível também de 5%, pelo mesmo teste. Isso está de acordo com o que foi observado para Lavras nas análises de variância individuais, e concordam também com resultados os encontrados por Gebauer (1979), Thompson (1983), Singh, Khehra e Dhillon (1986), Arriel (1991) e Morello (1992), onde as densidades de semeadura utilizadas na seleção influenciaram diferentemente a expressão da prolificidade.

Quanto à interação entre os ciclos e as densidades de semeadura utilizadas na seleção, verificou-se significância para a prolificidade, fator este que aparentemente pode estar relacionado com a significância para Lavras, MG. No que se refere à

produtividade corrigida, este parâmetro não foi estatisticamente significativo para todos os locais avaliados, ou seja, não houve um padrão de comportamento diferenciado.

Com relação à seleção de genótipos prolíficos em diferentes densidades de semeadura um aspecto a ser considerado refere-se a expressão dos caracteres quando os genótipos selecionados são utilizados em densidades de semeadura diferentes daquela na qual efetuou-se a seleção. A este respeito, nas análises de variância individuais (Tabelas 2 e 3), e conjunta (Tabela 4), para a prolificidade e produtividade corrigida, pode-se verificar que os efeitos das interações entre densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação (D. S. S. x D. S. A.), foram não significativos nos três locais. Então, para a prolificidade, considera-se que tenha apresentado um padrão comportamento independente da densidade de semeadura na seleção. Já para a produtividade de grãos, a interação entre densidade de semeadura na seleção e densidade de semeadura na avaliação foi significativa ao nível de 5% pelo teste F para Sete Lagoas, MG.

O contraste entre tratamentos adicionais e tratamentos do fatorial (Adicional vs. Fatorial) corresponde ao contraste entre a população melhorada e o ciclo original. Este pode ser relacionado com alguma alteração a partir dos ciclos de seleção. Para a prolificidade pode-se verificar que o efeito foi significativo a 1% pelo teste F, para todos os locais avaliados. Já para a produtividade corrigida o contraste (Adicional vs. Fatorial), foi significativo a 1% pelo teste F para Lavras e Sete Lagoas, MG, e significativo a 5% para Ponta Grossa, PR. Isto demonstra que ocorreram alterações na frequência de alelos relacionados tanto à prolificidade quanto ao peso de grãos a partir dos ciclos de seleção.

4. 3. Efeito da densidade de semeadura na avaliação

4. 3. 1. Efeitos sobre a prolificidade e produção de grãos

Para a prolificidade, nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os resumos das análises de variância individuais e conjunta, respectivamente. Pode-se verificar que os efeitos referentes

às densidades de semeadura na avaliação foram significativos ao nível de 1% pelo teste F, tanto à nível de local como na análise de variância conjunta. Resultados como esses indicam que a manifestação da prolificidade foi influenciada pelos diferentes adensamentos, em todos os locais avaliados, e estes ajustaram-se a um padrão de comportamento linear.

Os tratamentos adicionais, no que se refere à prolificidade, tiveram efeitos significativos ao nível de 5% pelo teste F para Ponta Grossa, PR (Tabela 2). Os tratamentos adicionais referem-se ao ciclo original da população CMS - 39, avaliado nas três densidades de semeadura. Então, a diferença entre tratamentos adicionais pode ser relacionada com o efeito das densidades de semeadura, mesmo que o efeito referente a prolificidade não tenha sido constatado para os experimentos realizados em Lavras e Sete Lagoas, MG.

Na análise de variância conjunta (Tabela 4), para os tratamentos adicionais, referente a prolificidade, verificou-se o efeito significativo a 5% pelo teste F, confirmando a hipótese de que o efeito das densidades de semeadura é o fator que desencadeou a referida interação.

Comparando a prolificidade entre as densidades de semeadura na avaliação, através das Figuras 1, 2, 3 e 4 verifica-se, que os maiores valores foram obtidos na densidade de 25.000 plantas/ha, sendo superior em média 32,08 % em Lavras, 40,45 % em Ponta Grossa, e 40,38 % em Sete Lagoas em relação à densidade de 50.000 plantas/ha; para a densidade de 37.500 plantas/ha 18,10 % em Lavras, 20,19 % em Ponta Grossa, e 19,90 % em Sete Lagoas, e sendo para os três locais 19,57% e 37,28%, para 37.500 e 50.000 plantas./ha, respectivamente. A maior manifestação da prolificidade em menores densidades de semeadura foi amplamente pesquisada por Prior e Russell (1975), Moll e Kamprath (1977), Cruz, Ramalho e Salles (1987), Arriel (1991) e Morello (1992), sendo que a menor competição por água, luz e nutrientes é relatada como responsável pela maior manifestação do caráter nas menores densidades de semeadura.

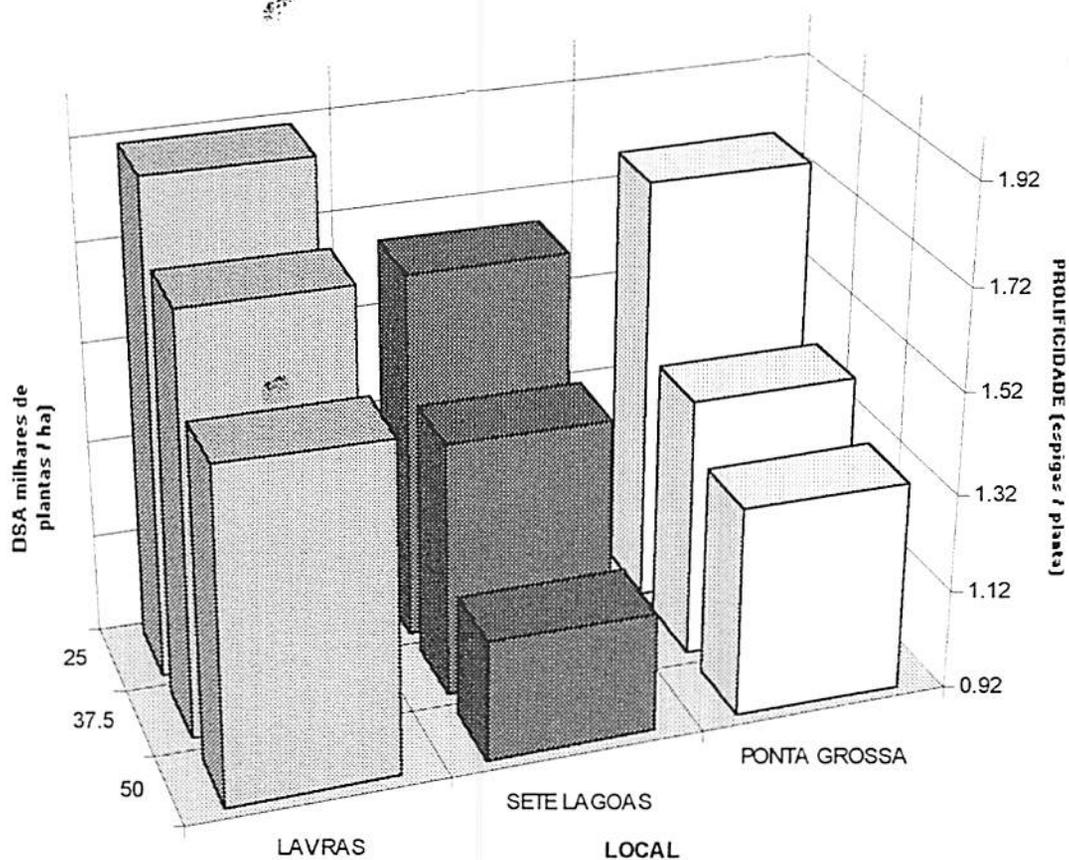


FIGURA 1- Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA), em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa - PR, 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

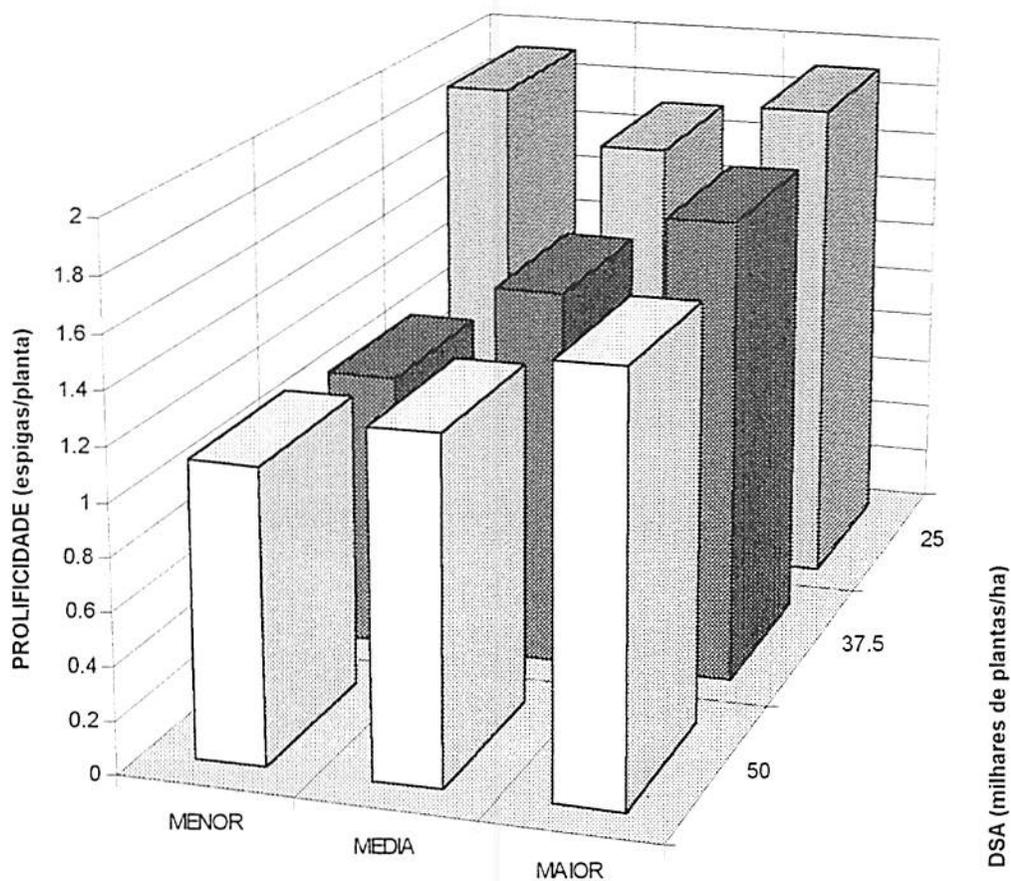


FIGURA 2 - Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA). Dados obtidos em Lavras, 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

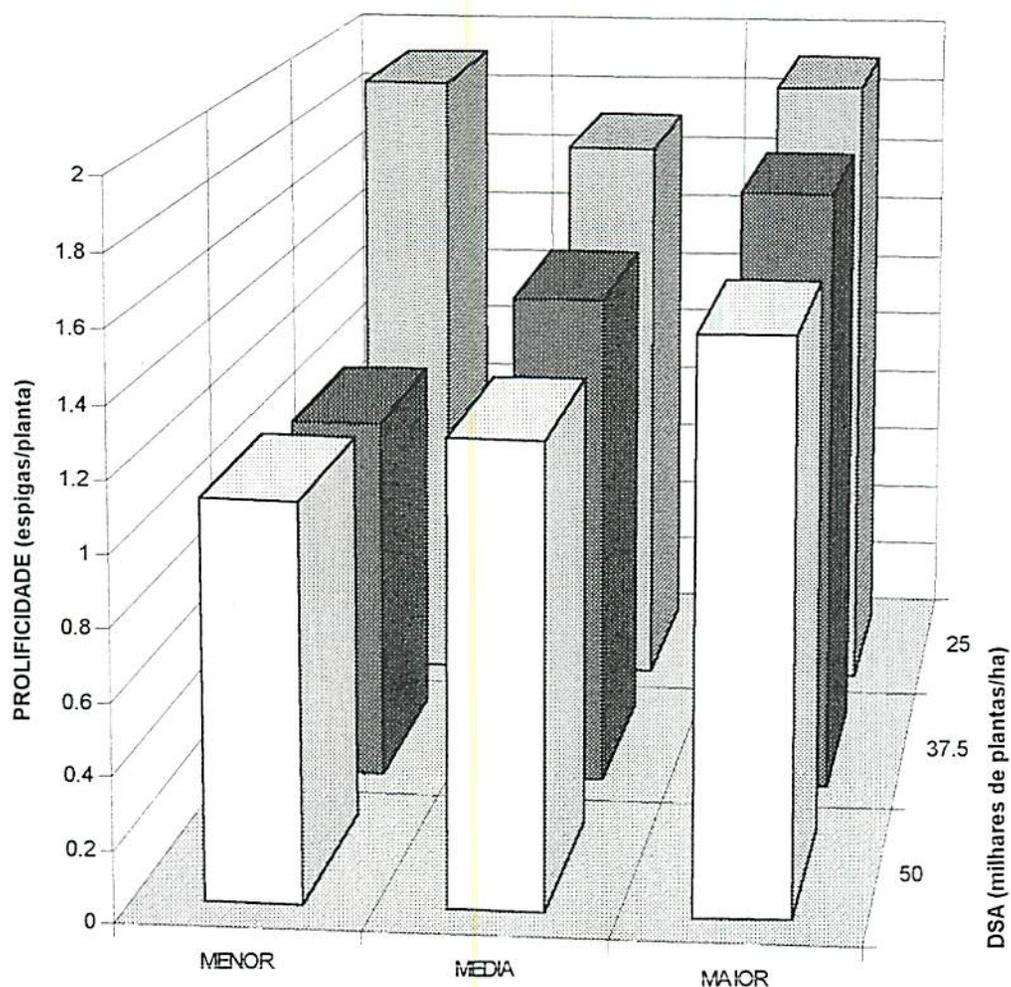


FIGURA 3 - Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA). Dados obtidos em Sete Lagoas, MG. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

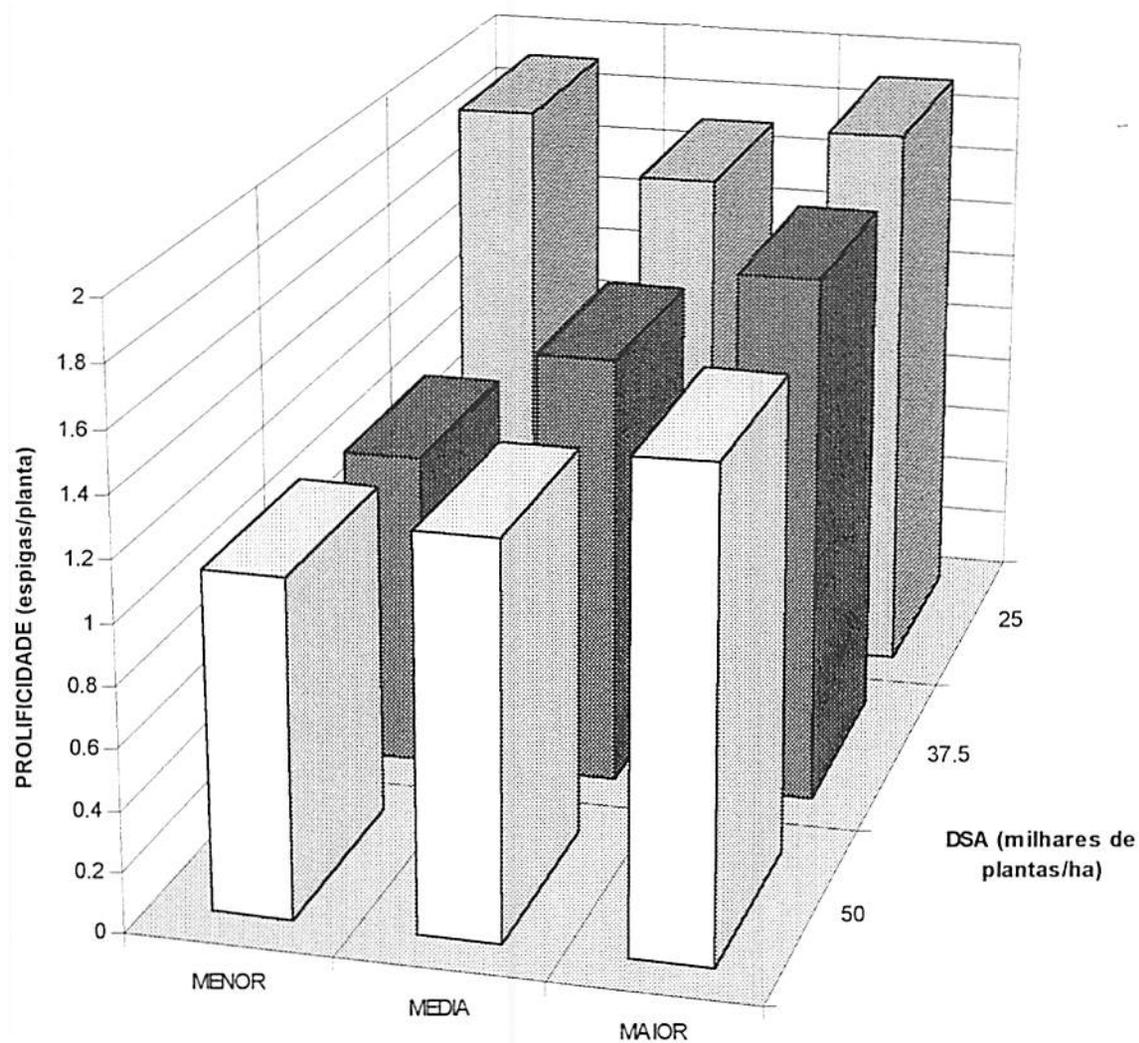


FIGURA 4 - Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolifidade realizados em função de três densidades de semeadura nas avaliações (DSA). Dados obtidos em Ponta Grossa - PR. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

Para a produtividade corrigida, os resumos das análises de variância individuais e conjunta são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Verifica-se que as densidades de semeadura na avaliação apresentaram seus efeitos significativos nível de 1% pelo teste F em Lavras, MG e Ponta Grossa, PR e significativos ao nível de 5%, pelo mesmo teste, para Sete Lagoas, MG, o que indica que houveram diferentes produtividades de grãos entre as densidades de semeadura.

Pode-se constatar também, na análise de variância conjunta (Tabela 4), o efeito da interação entre locais e densidade de semeadura na avaliação, para o caráter produção de grãos foi significativo a 1% pelo teste F. Desdobrando-se esta interação, verifica-se que em todos os três locais em que foram realizadas as avaliações, o efeito entre locais e densidade de semeadura na avaliação foi também significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 5 mostra o comportamento do caráter produção de grãos para cada local separadamente, bem como na Figura 6, onde observa-se o comportamento na seleção indireta para produção de grãos, após os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, considerando as densidades de semeadura na avaliação de 25.000, 37.500 e 50.000 plantas/ha em ambas as figuras, respectivamente. Pode-se observar, dentre as densidades, que as maiores produtividades de grãos foram obtidas com a densidade de 50.000 plantas/ha, sendo esta superior em 51,25 % em relação à densidade de 25.000 plantas/ha ; 27,63 % e 32,76 % em Lavras, Ponta Grossa e Sete Lagoas, respectivamente. Para a densidade de 37.500 plantas/ha, obteve-se 19,57 ; 11,91 e 17,37 % para os mesmos locais na ordem citada anteriormente. O maior desempenho na densidade de semeadura a 50.000 plantas/ha está de acordo com a recomendação genérica de densidade de semeadura para a cultura do milho. No entanto, a diferença de produtividade em relação às demais densidades de semeadura pode ser considerada pouco acentuada, destacando-se a diferença no número de plantas por área. A este respeito, a maior manifestação da prolificidade nas menores densidades de semeadura, proporcionaram uma certa compensação em relação ao menor número de plantas. Considerações a este respeito também foram apresentadas por Prior e Russell (1975), Moll e Kamprath (1977), Cruz, Ramalho e Salles (1987), Arriel (1991) e Morello (1992).

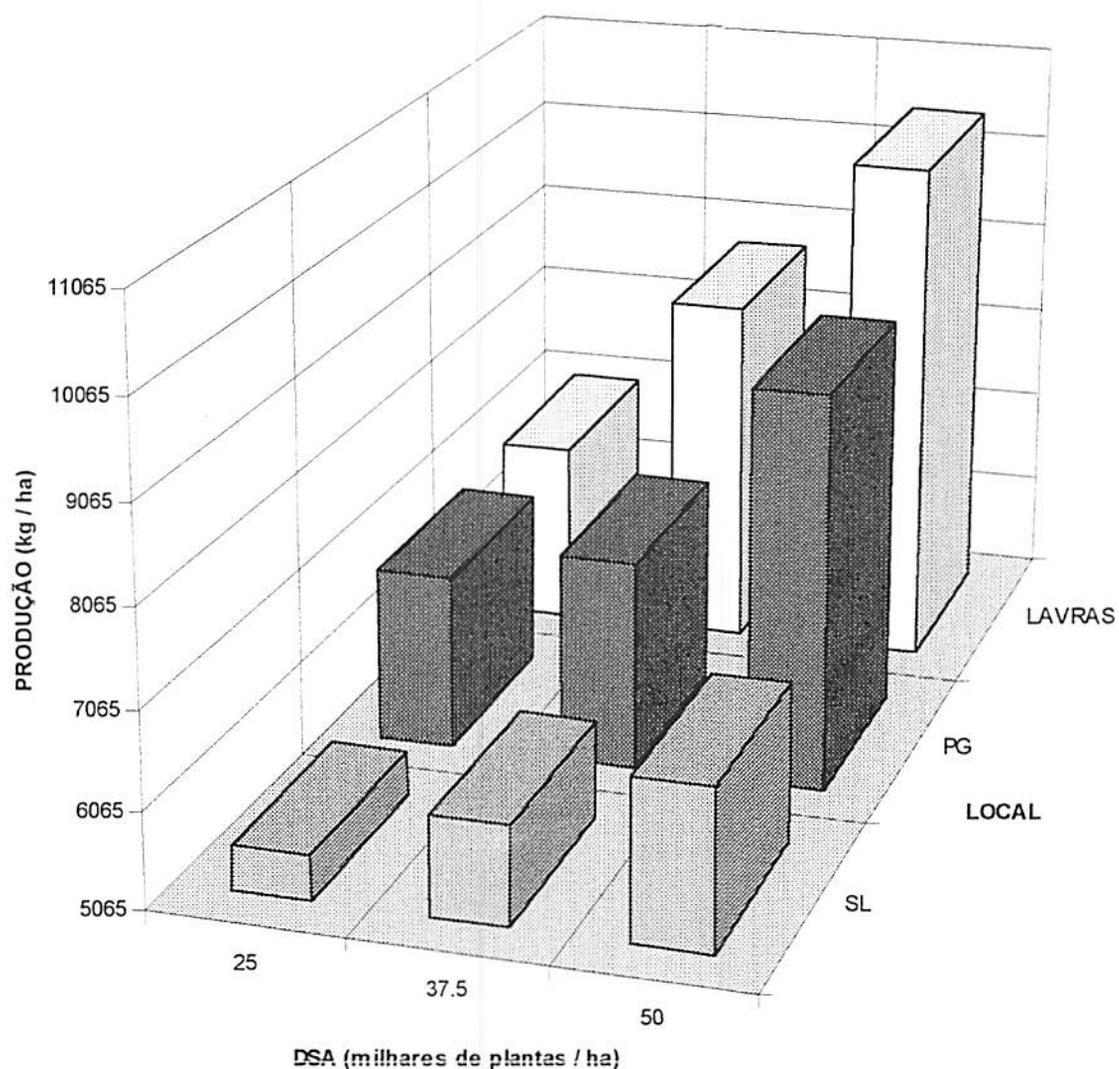


FIGURA 5 - Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, quanto à produtividade corrigida (kg/ha) em função de três densidades de semeadura nas avaliações em Lavras e Sete Lagoas, MG (SL) e Ponta Grossa - PR (PG), 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

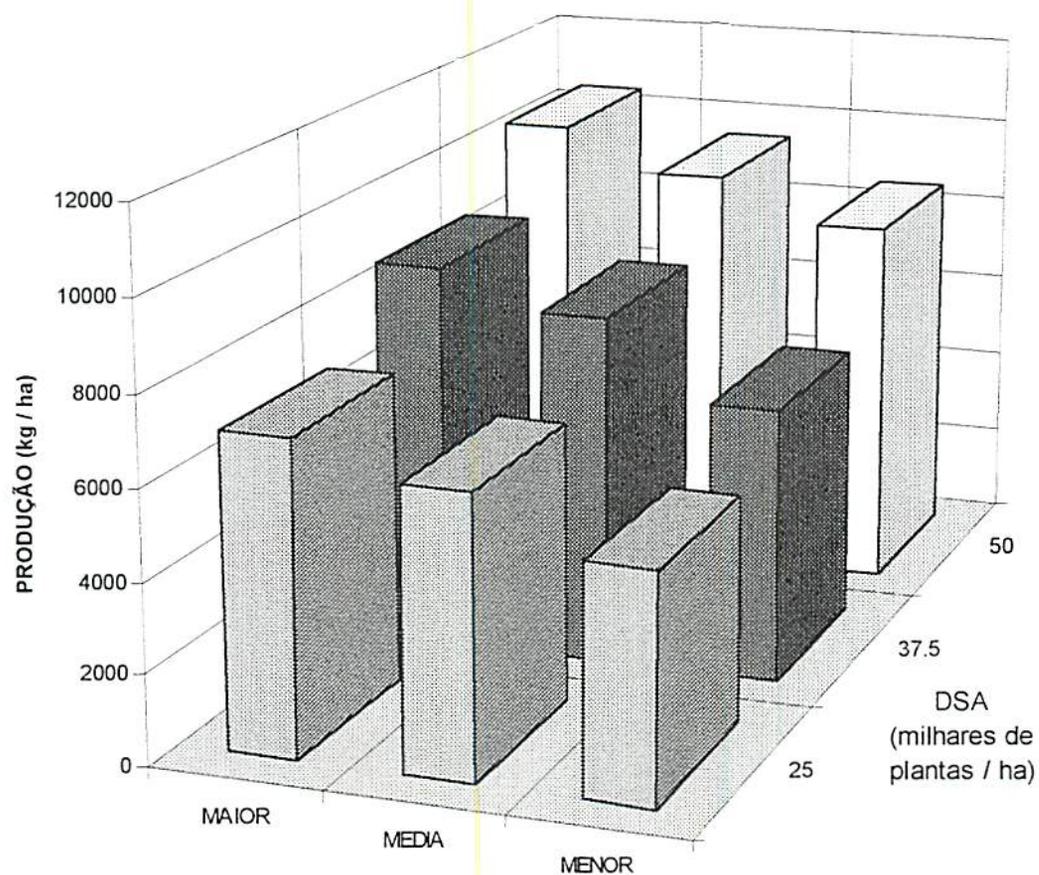


FIGURA 6 - Comportamento da população CMS - 39 após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, quanto à produtividade corrigida, realizados em três densidades de semeadura na avaliação (DSA). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa. 1995/96. UFLA, Lavras, 1997.

5. CONCLUSÕES

1) Os cinco ciclos de seleção massal para prolificidade promoveram acréscimos de 3,89% , 5,26% e 3,33 % sobre as densidades de 25.000, 37.500 e 50.000 plantas/ha em relação à população original;

2) A densidade de semeadura na avaliação que proporcionou o maior ganho para a prolificidade foi 25.000 plantas/ha, superando em média 19,57% a densidade intermediária e 37,28% a maior densidade de semeadura.

3) A maior produtividade foi obtida na avaliação a 50.000 plantas/ha, superando em 38,05% a densidade 25.000 plantas/ha e 16,70% para 37.500 plantas/ha. Conclui-se portanto, que maiores densidades de semeadura proporcionam maiores produtividades e menores densidades levam à maior expressão da característica prolífica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAANSE, F. G.; HUMAN, J. J. A nitrogen response comparison between semi-prolific and nonprolific maize hybrids with regard to grain yield and plant nitrogen concentrations. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.30, n.112, p.53 -61, 1992.
- AGUIAR, P. A. de. **Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente**. Lavras: ESAL, 1986. 68p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- AL-NAGGAR, A.M.M. Divergent mass selection for prolificacy, ear length and density tolerance in maize and stability of resulting populations. **Bulletin of Faculty of Agriculture**, University of Cairo, v.42, n.2, p.451-465, 1991.
- ANDERSON, I. C. Plant characteristics than affect yield. In: ANNUAL HYBRID CORN AND SORGHUM IND. RESEARCH CONFERENCE, 12., Chicago, 1967. **Proceedings...** Washington: American Seed Trade Association, 1967. v.22, p.71-73.
- ANDERSON, E. L. ; KAMPRATH, E. J. ; MOLL, R. H. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.3, p.397-404, May/June 1984.
- ANDRADE, F.H. ; UHART, S. A. ; FRUGONE, M. I. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize : shade versus plant density effects. **Crop Science**, Madison, v.33, n.3, p.482-485, May/June 1993.
- ANGELOV, K. ; LALOVA, E. Growth period, moisture content in the grain and yield in many-eared inbred lines of maize. **Rasteniev dni Nauki**, v.24, n.2, p.3-9, 1987. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, v.3, n. 6, p.876, Nov./Dez.1987. (Abst.3108).
- ARBOLEDA-RIVERA, F. ; COMPTON, W. A. Differential response of maize (*Zea mays* L.) to mass selection in diverse environments. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.44, n.1, p.77-81, 1974.

- ARRIEL, E. F. **Avaliação de famílias de meios irmãos da população CMS-39 em duas densidades de semeadura**. Lavras: ESAL, 1991. 121p. (Dissertação -Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BIASUTTI, C. A. ; PEIRETTI, D. A. Asociacion de caracteres morfologicos en poblaciones de maiz (*Zea mays* L.) en condiciones de estres y no estres hidrico. **Agriscientia**, Cordoba, v.9, n.2, p.59-64, 1992.
- BEJARANO, M. A. R. ; SEGOVIA, V. ; MORENO, H. Evaluacion del rendimiento 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. ; MARTÍNEZ, L. Mejoramiento para tolerancia a sequía en maiz tropical: la experiencia del CIMMYT. In : CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, Vitória, 1990. **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 1990. p.1-23.
- BREWBAKER, J. L. **Genética na agricultura**. São Paulo: Polígono, 1969. 217p.
- BROTSLAW, D. J. ; DARRAH, L. L. ; ZUBER, M. S. ; KRAUSE, G. F. Effect of prolificacy on grain yield and root and stalk strength in maize. **Crop Science**, Madison, v.28, n.5, p.750-755, Sept./Oct. 1988.
- BUREN, L. L. ; MOCK, J. J. ; ANDERSON, C. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. **Crop Science**, Madison, v.14, n.3, p.426-429, May/June 1974.
- CASSNOFF, D. M. Nitrogen. Its effect on the expression of prolificacy and its utilization by prolific genotypes of maize. **Dissertation Abstracts International, B (Sciences and Engineering)**, Michigan, v. 449, p.2621-2622, Sept. 1984.
- COMPTON, W. A. ; MUMM, R. F.; MATHEMA, B. Progress from adaptative mass selection in incompletely adapted maize populations. **Crop Science**, Madison, v.19, n.4, p.531-533, July/Aug. 1979.
- COORS, J. ; MARDONES, M. C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize. I. Direct and correlated responses. **Crop Science**, Madison, v.29, n.2, p.262-266, Mar./Apr. 1989.
- CRUZ, J. C. ; RAMALHO, M. A. P. ; SALLES, L. T. C. Utilização de cultivares de milho prolíficos no consórcio milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.203-211, fev. 1987.

- DURIEUX, R. P. ; KAMPRATH, E. J. ; JACKSON, W. A.; MOLL, R. H. Root distribution of corn : the effect of nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.6, p.958-962, Nov./Dec. 1994.
- DURIEUX, R. P. ; KAMPRATH, E. J. ; MOLL, R. H. Yield contribution of apical and subapical ears in prolific and nonprolific corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.3, p.606-610, May/June 1993.
- DUVICK, D. N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. **Crop Science**, Madison, v.14, n.1, p.69-71, Jan./Feb. 1974.
- EARLEY, E. B. ; LYONS, J. C. ; INSELBERG, E. ; MAIER, R. H. ; LENGH, E. R. **Earshoot development of mid west dent corn (*Zea mays* L.)**. Urbana: University of Illinois, 1974. 44p. (Bulletin, 747).
- EARLEY, E. B. ; MILLER, R. S. ; REICHERT, G. L. ; HAGEMAN, R. H. ; SEIF, R. D. Effects of shade on maize production under field conditions. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.1-7, Jan./Feb. 1966.
- ELLSWORTH, R. L. ; PELOQUIN, S. J. The influence of the cytoplasm on the ear number expression in corn. **Crop Science**, Madison, v.12, n.3, p.388-389, May/June 1972.
- ESTEVEES, A. ; RUSCHEL, R. Prolificidade de cultivares de milho plantadas em diferentes densidades. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, Goiânia, 1994. **Anais...** Goiânia: ABMS/ENGOPA, 1994. p.37.
- EYHERABIDE, G. H. ; HALLAUER, A. R. Reciprocal full-sib recurrent selection in maize. II. contributions of additive, dominance and genetic drift effects. **Crop Science**, Madison, v.31, n.6, p.1142-1148, Nov./Dec. 1991.
- FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**, Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FISHER, K. S. ; JOHNSON, E. C. ; EDMEADES, G. O. **Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a la sequia**. El Batán: CIMMYT, 1984. 20p. (Bulletin).
- GARDNER, C. O. An evaluation of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield corn. **Crop Science**, Madison, v.1, n.4, p.241-245, July/Aug. 1961 .
- GARDNER, C. O. Population improvement in maize . In: WALDEN, D. B. (ed.). **Maize breeding and genetics**. New York: J. Willey ,1978 . p.207-228.
- GARDNER, J. C. ; SCHATZ, B. G. ; OLSON, H. M. Performance of a prolific and a non-prolific corn hybrid in central North Dakota. **North Dakota Farm Research**, Bismarck, v.44, n.6, p.21-24, 1987.

- 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.
- GERAGE, A. C. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1991. 217p.
- GRANT, R. F. Simulation of carbon assimilation and partitioning in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.4, p.563-571, July/Aug. 1989.
- GUO, P. Z.; GARDNER, C. O. ; OBAIDI, M. Genetic variation and effects controlling prolificacy and other traits in maize (*Zea mays L.*). **Acta Genetica Sinica**, v.13, n.1, p.35-42, 1986. In: **PLANT BREEDING ABSTRACTS**, Cambridge, v.57, n.2, p.116, Feb.1987. (Abst.1095).
- HALLAUER, A. R. Heritability of prolificacy in maize. **The Journal of Heredity**, Washington, v.65, n 3, p.163-168, May/June 1974.
- HALLAUER, A. R ; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press. 1988. 486p.
- HALLAUER, A. R. ; TROYER, A. F. Prolific corn hybrids and minimizing risk of stress. In: **ANNUAL HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE**, v.27, Chicago, 1972. **Proceedings...** Washington: American Seed Trade Association, 1972. p.140-158.
- HARRIS, R. E. ; MOLL, R. H. ; STUBER, C. W. Control and inheritance of prolificacy in maize. **Crop Science**, Madison, v.16, n.6, p.843-850, Nov./Dec. 1976.
- HAWKINS, R. C. ; COOPER, P. J. M. Growth, development, and grain yield of maize. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.17, n.2, p.203- 207, Apr. 1981.
- JACOBS, B. C.; PEARSON, C. J. Potential yield of maize, determined by rates of growth and development of ears. **Fields Crop Research**, Amsterdam, v.27, n.2, p.281-288, 1991.
- JOSEPHSON, L. M. ; KINCER, H. C. Effects of male-sterile cytoplasm on yield and other agronomic characteristics of corn inbred and hybrids. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.41-43, Jan./Feb. 1962.
- KINCER, H. C. ; JOSEPHSON, L. M. Mass selection for prolificacy in maize. **Agronomy Abstracts**, Madison, v.55, 1976.
- KINIRY, J. R.; RITCHIE, J. T. Shade sensitive interval of kernel number in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.5, p.711-715, Oct./Nov. 1985.

- KLIMOV, E. A. The breeding value of the double-eared trait in producing early maize hybrids **Selecktsiye i semenovods two**, Ukrainian, v.59, p.13-19, 1985. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS, Cambridge, v.57, n.9, p.826, Sept. 1987. (Abst.7882).
- LAIBLE, C. A.; DIRKS, V. A. Genetic variance and selective value of ear number in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.8, n.5, p.540-543, Sept./Oct. 1968.
- LINDSEY, M. F. ; LONNQUIST, J. H. ; GARDNER, C. O. Estimates of genetic variance of open-pollinated varieties of corn. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.105-109, Mar./Apr. 1962.
- LONNQUIST, J. H. Mass selection for prolificacy in corn. **Der Zuchter (TAG)**, Berlin, v.37, n.4, p.185-188, 1966.
- MARECK, J. H. ; GARDNER, C. O. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn populations. **Crop Science**, Madison, v.19, n.6, p.779-783, Nov./Dec. 1979.
- MARTINEZ, O. ; ARAMENDIS, H. ; TORREGROZA, C. M. Seleccion masal divergente por prolificidad en maiz y sus efectos en los caracteristicas de la espiga. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.9, n.1, p.40-48, 1992.
- MARTINIELLO, P. Outline of the major components of maize breeding programs for semi-arid regions (Capitanata plain, southern Italy). **Genetica Agraria**, Roma, v.37, n.2, p.361-390, 1983.
- MOCK, J. J. ; PEARCE, R. B. An ideotype of maize. **Euphytica**, Wageningen, v.24, n.3, p.613-623, Sept./Dec. 1975.
- MOLL, R. H. ; KAMPRATH, E. J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.1, p.81-84, Jan./Feb. 1977.
- MOLL, R. H. ; KAMPRATH, E. J. ; JACKSON, W. A. Development of nitrogen efficient prolific hybrids of maize. **Crop Science**, Madison, v.27, n.2, p.181-186, Mar./Apr. 1987.
- MOLL, R. H. ; STUBER, C. W. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 11, n.5, p.706-711, Sept./Oct. 1971.
- MORAIS, A. R. ; OLIVEIRA, A. C ; CRUZ, J. C. Correções de produções de grãos de milho em parcelas experimentais. In :EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1980-1984. Sete Lagoas. 1986. p.130-131.

- MORELLO, C. L. **Efeito da densidade de sementeira na seleção massal com controle biparental para prolificidade em milho (*Zea mays* L.)**. Lavras: ESAL, 1992. 76p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MOSS, G. I. ; DOWNEY, L. A. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. **Crop Science**, Madison, v.11, n.3, p.368-372, May/June 1971.
- MOTTO, M. ; MOLL, R. H. Prolificacy in maize: a review. **Maydica**, Bergamo, v.28, n.1, p.53-76, Jan./Mar. 1983.
- MULEBA, N. ; HART, T. G. ; PAULSEN, G. M. Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L.) yield under tropical and temperate conditions. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v.60, n.1, p.3-10, Jan. 1983.
- NISHIKAWA, H. ; KUDO, M. Explicational studies on the sterile ear as appeared on mechanized cultivation of the corn plant (*Zea mays* L.) In: Japanese English Summary. Tohaku: Agricultural Experiment. Station Research Report, v.44, p.45-51, 1973.
- OCHIENG, J. A. W. ; KAMIDI, R. E. Response to eight cycles of reciprocal recurrent selection in Kitale Synthetic II, Ecuador 573 and their variety cross. **Journal of Genetics and Breeding**, Roma, v.46, n.4, p.315-319, Sept. 1992.
- OLSON, R. A. ; SANDER, R. H. Corn production. In : SPRAGUE, G. F. ; DUDLEY, J. W. (eds.). **Corn and corn improvement**. 3.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1988. Cap.11, p.639- 687.
- 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, Nov./Dec. 1977.
- OTTMAN, M. J. ; WELCH, L. F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients and yield of field-grown corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.4, p.619-626, July/Aug. 1988.
- PACHECO, C. A. P. **Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente - 2^o ciclo de seleção**. Lavras: ESAL, 1987. 109p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- PAN, W. L. ; CAMBERATO, J. J. ; MOLL, R. H. ; KAMPRATH, E. J. ; JACKSON, W. A. Altering source-sink relationships in prolific maize hybrids: consequences for Nitrogen uptake and remobilization. **Crop Science**, Madison, v.35, n.3, p.836-845, May/June 1995.

- PAN, W. L. ; KAMPRATH, E. J. ; MOLL, R. H. ; JACKSON, W. A. Prolificacy in corn : its effects on nitrate and ammonium uptake and utilization. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.48, n.5, p.1101-1106, Sept./Oct. 1984.
- PATERNIANI, E. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize. **Maydica**, Bergamo, v.23, n.1, p.29-34, Jan./Mar. 1978.
- PATERNIANI, E. Seleção massal com controle biparental para prolificidade em milho. **Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética**. Piracicaba: ESALQ, 1980. p.69-76.
- PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: BÜLL, L. T. (ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993, Cap.3, p.23-43.
- PATERNIANI, E. ; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap.6, v.1, p.216-274.
- PENDLETON, J. W. ; EGLI, D. B. ; PETERS, D. B. Response of *Zea mays* L. to a "light rich" field environment. **Agronomy Journal**, Madison, v.59, n.5, p.395-397, Sept./Oct. 1967.
- PENNY, L. H. ; EBERHART, S. A. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.900-903, Nov./Dec. 1971.
- PEREIRA, R. S. B. **Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético do milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 99p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- PEREIRA FILHO, I. A. ; CRUZ, J. C. ; RAMALHO, M. A.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 1991.
- PHILLIPS, I. D. J. Apical dominance. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.26, p.341-367, 1975.
- PIMENTEL GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.
- PRINE, G. M. A critical period for ear development in maize. **Crop Science**, Madison, v.11, n.4, p.782-786, July/Aug. 1971.

- PRIOR, C. L. ; RUSSELL, W. A. Yield performance of nonprolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, Madison, v.15, n.4, p.482- 486, July/Aug. 1975.
- ROBINSON, H. ; COMSTOCK, R. ; HARVEY, P. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, n.6, p.282-287, June 1951.
- RUBINSTEIN, B. ; NAGAO, M. A. Lateral brid outgrowth and its controle by the apex. **Botanical Review**, New York, v.42, p.83-113, 1976.
- RUSSELL, W. A. Testcrosses of one and two-ear types of Corn Belt maize inbreds. I. Performance of four plant stand densities. **Crop Science**, Madison, v.8, n.3, p.244-247, May/June 1968.
- RUSSELL, W. A. ; EBERHART, S. A. Testcrosses of one and two-ear types of Corn Belt maize inbreds. II. Stability of performance in different environments. **Crop Science**, Madison, v.8, n.3, p.248-251, May/June 1968.
- SASS, J. E. ; LOEFEL, F. A. Development of auxiliary buds in maize to relation bareness. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.484-486, 1959.
- SEGOVIA, V. F. S. **Avaliação da seleção massal em ambos os sexos para prolificidade em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1983. 91p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SEGOVIA, V. F. S. ; PATERNIANI, E. Evaluacion de la selección massal con control biparental para prolificidad en maiz (*Zea mays* L.). **Agronomía Tropical**, Maracay, v.33, n.1/6, p.367- 382, ene./jun. 1986.
- SHAW, R. H. Climatic requirement. In : SPRAGUE, G. F. ; DUDLEY, J. W.(eds.). **Corn and corn improvement**. 3.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1988. Cap.10, p.609-638.
- SHEVARDNADZE, G. A. Genetic analysis of prolificacy in maize in a diallel cross system. **Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR**, v.115, n.3, p.617-620, 1984. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS. Cambridge, v.56, n.11, p.10, Nov. 1986. (Abst.9530).
- SHEVARDNADZE, G. A. ; GOGINASHVILLI, K. A. Correlations between some phenotypic characters in prolific maize. **Soobshcheniya AkademiiNauk Gruzinskoi SSR**, v.131, n.3, p.597-599, 1988. In: PLANT BREEDING ABSTRACTS. Cambridge, v. 60, n.4, p.375, Apr.1990. (Abst.3138).

- 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.
- 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.
- SOARES FILHO, W. dos S. **Características fenotípicas e genéticas das populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico Piranão - VD2B e Piranão -VF1B.** Piracicaba: ESALQ, 1987. 185p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SORRELS, M. E. ; HARRIS, R. E. ; LONNQUIST, J. H. Response of prolific and nonprolific maize to growth-regulation chemicals. *Crop Science*, Madison, v.18, n.5, p.783-787, Sept./Oct. 1978.
- SORRELS, M. E. ; LONNQUIST, J. H. ; HARRIS, R. E. Inheritance of prolificacy in maize *Crop Science*, Madison, v.19, n.3, p.301- 306, May/June 1979.
- SOUZA JÚNIOR, C. L.; GERALDI, I. O.; ZINSLY, J. R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, v.30, n.4, p.321-328, Oct./Dec. 1985.
- SPRAGUE, G. F.; EBERHART, S. A. Corn breeding. In: SPRAGUE, G. F. (ed.). **Corn and corn improvement.** 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1977. Cap.6, p. 305-354.
- STEEL, R. G.; TORRIE, J. K. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.
- 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, p.153-159, 1974.
- THOMISON, P. R. ; JORDAN, D. M. Plant population effects on corn hybrids differing in ear growth habit and prolificacy. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.8, n.3, p.394-400, May/June 1995.
- 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.
- TOLEDO, J. F. F. **The inheritance of prolificacy in corn (*Zea mays* L.).** Raleigh: North Carolina State University, 1978. 53p. (Dissertação - Mestrado).

- TOLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. **Maydica**, Bergamo, v.22, n.1, p.49-75, Jan./Mar. 1977.
- TOLENAAR, M. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. **Crop Science**, Madison, v.29, n.6, p.1325-1371, Nov./Dec. 1989.
- TOLENAAR, M.; DWYER, L. M. ; STEWART, D. W. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. **Crop Science**, Madison, v.32, n.2, p.432-438, Mar./Apr. 1992.
- TYAGI, A. P. Correlation and path coefficient analysis for yield components and maturity traits and maize. In: **PLANT BREEDING ABSTRACTS**, Cambridge, v.58, n.11, p.1030, Nov.1988. (Abst.9373).
- UNDERSANDER, D. J. Yield and yield component response of maize to water stress in hybrids with different sources of stress tolerance. **Maydica**, Bergamo, v.32, n.1, p.49-60, Jan./Mar. 1987.
- WILLIAMS, J. C. ; PENNY, L. H. ; SPRAGUE, G. F. Full sib and half stimatives of genetic variance in an open pollinated variety of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.5, n.2, p.125-129, Mar./Apr. 1965.

APÊNDICES

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1A	Ganhos genéticos observados, referentes à prolificidade, após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.....	63
2A	Ganhos genéticos observados referentes à produção de grãos, após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em diferentes densidades de semeadura . Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG , e Ponta Grossa, PR. 1995/96.....	64
3A	Médias referentes à prolificidade (espigas/planta), após cinco ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade, realizado em diferentes densidades de semeadura . Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.....	65
4A	Médias referentes à produção de grãos (kg/ha), após cinco ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.....	66

- 5A Ganhos genéticos observados, referentes à prolificidade (espigas/planta), e produtividade de grãos (kg/ha), após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, realizado em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.....

TABELA 1A - Ganhos genéticos observados, referentes à prolificidade, após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.

Ciclos	Média		
	Lavras	Sete Lagoas	Ponta Grossa
1	1,44	1,26	1,16
3	1,43	1,37	1,22
5	1,66	1,44	1,31
Valor do ganho	0,056	0,044	0,038
r ²	0,730	0,987	0,979
Densidade de Seleção (plantas/ha)			
25.000	1,54	1,39	1,25
37.500	1,45	1,35	1,26
50.000	1,53	1,33	1,19
Linear (b)	0,0002	-0,0025	-0,0019
Linear (a)	1,52	1,449	1,305
r ²	0,0022	0,9801	0,5439
Densidade de Avaliação (plantas/ha)			
25.000	1,75	1,60	1,46
37.500	1,47	1,33	1,19
50.000	1,31	1,13	1,03
Linear (b)	0,0177	0,019	0,0173
Linear (a)	2,176	2,071	1,881
r ²	0,975	0,9933	0,9844

TABELA 2A - Ganhos genéticos observados referentes à produção de grãos, após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade em diferentes densidades de semeadura . Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG , e Ponta Grossa, PR. 1995/96.

Ciclos	Média		
	Lavras	Sete Lagoas	Ponta Grossa
1	7927,20	6729,65	5476,46
3	7706,48	6688,67	5826,49
5	8252,24	7105,82	5753,54
Valor do ganho	81,26	94,04	69,27
r ²	0,3504	0,6691	0,5628
Densidade de Seleção (kg/ha)			
25.000	7994,55	6664,15	5699,90
37.500	7644,04	6837,23	5700,59
50.000	8247,34	7022,76	5685,99
Linear (b)	10,111	14,344	0,64369
Linear (a)	7582,80	6303,47	5661,36
r ²	0,1704	0,9995	0,27465
Densidade de Avaliação (kg/ha)			
25.000	6399,87	5918,58	5005,17
37.500	7982,06	6696,47	5715,02
50.000	9503,99	7909,09	6336,31
Linear (b)	124,16	79,62	53,24
Linear (a)	3305,78	3855,62	3688,78
r ²	0,3029	0,9843	0,9985

TABELA 3A - Médias referentes à prolificidade (espigas/planta), após cinco ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade, realizado em diferentes densidades de semeadura . Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.

Tratamento	Média
01.	1,54
02.	1,32
03.	1,12
04.	1,45
05.	1,17
06.	1,02
07.	1,55
08.	1,29
09.	1,11
10.	1,58
11.	1,32
12.	1,11
13.	1,59
14.	1,36
15.	1,22
16.	1,65
17.	1,18
18.	1,04
19.	1,74
20.	1,50
21.	1,30
22.	1,72
23.	1,42
24.	1,20
25.	1,64
26.	1,45
27.	1,27
28.	1,21
29.	1,11
30.	1,02
Média	1,34

TABELA 4A - Médias referentes à produção de grãos (kg/ha), após cinco ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.

Trat.	Média
01.	5364,39
02.	6945,76
03.	7436,84
04.	5549,26
05.	6333,08
06.	7688,53
07.	5889,22
08.	6999,90
09.	8193,06
10.	5663,79
11.	6693,49
12.	7485,14
13.	5470,36
14.	6962,67
15.	7928,67
16.	6083,41
17.	6086,09
18.	8291,29
19.	6366,58
20.	6969,95
21.	8059,87
22.	5885,72
23.	7020,70
24.	7706,67
25.	5698,13
26.	7169,08
27.	8458,10
28.	5022,71
29.	6238,63
30.	7432,28
Média	6769,78

TABELA 5A - Ganhos genéticos observados, referentes à prolificidade (espigas/planta), e produtividade de grãos (kg/ha), após cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, realizado em diferentes densidades de semeadura. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Ponta Grossa, PR. 1995/96.

Ciclos	Média	
	Prolificidade	Produtividade
1	1,28	6711,11
3	1,34	6740,55
5	1,47	7037,20
Valor do ganho	0,0464	81,52
r^2	0,9412	0,8171
Densidade de Seleção		
(plantas/ha)		
25.000	1,39	6776,20
37.500	1,35	6727,29
50.000	1,35	6985,36
Linear (b)	-0,0015	8,37
Linear(a)	1,423	6515,88
r^2	0,711	0,5820
Densidade de Avaliação		
(plantas/ha)		
25.000	1,61	5774,54
37.500	1,33	6797,85
50.000	1,15	7916,46
Linear (b)	-0,0180	85,677
Linear (a)	2,042	3616,7318
r^2	0,985	0,9993