CAMILO DE LELIS MORELLO

EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS NA SELEÇÃO MASSAL COM CONTROLE BIPARENTAL PARA EXPRESSÃO DA PROLIFICIDADE DE MILHO (*Zea mays* L.)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em [illegible]mia, área de concentração [illegible]Melhoramento de Plantas, [illegible] grau de "MESTRE"

LAVRAS - MINAS GERAIS
1992

EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS NA SELEÇÃO MASSAL COM CONTROLE BIPARENTAL PARA EXPRESSÃO DA PROLIFICIDADE EM MILHO (*Zea mays* L.)

APROVADA EM 29-07-92

Manoel Xavier dos Santos

Dr. Manoel Xavier dos Santos
Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA

Ramalho

Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Professor do DBI/ESAL

Oliveira

Dr. Antonio Carlos de Oliveira
Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA

À todas as pessoas, que direta ou indiretamente, participaram deste trabalho,

OFEREÇO

À minha esposa Nádia e filha Mayara, que com carinho e compreensão souberam acompanhar a evolução desta etapa,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

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

Ao pesquisador Dr. Manoel Xavier dos Santos pela confiança, amizade e orientação durante o curso e realização do presente trabalho.

Aos professores do Curso de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas, em especial ao professor Dr. Magno A. Patto Ramalho pela orientação e ensinamentos, bem como pelo exemplo de dedicação científica.

Ao pesquisador Dr. Antonio Carlos de Oliveira por sua disponibilidade e orientação no procedimento estatístico.

Ao Sr. José Arriel pela concessão de área em sua propriedade para que intalassemos um dos experimentos.

Aos pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA, Dr. Paulo E. de Oliveira Guimarães, Dr. Cleso A. Patto Pacheco, Dr. Altair Toledo Machado, Dr. Elto E. Gomes e Gama e Dr. Fernando Valicente, pelo estímulo e amizade.

Às bibliotecárias do CNPMS/EMBRAPA, Vânia, Maria Tereza e Conceição pela amizade e auxílio durante as atividades.

À secretária do CNPMS/EMBRAPA, Vânia Reis pelo grande auxílio na digitação do presente trabalho.

Aos colegas Joaquim Adelino, Nair, Éder, Takeda, Fernando, Andréia, Walter Rodrigues, Ronan, Renil, Eurides, Sérgio, Guilherme, Claudio, Walter Mewes, Alberto, Marlucia, Paulo, Edson e Joseane pelo convívio e amizade.

De forma especial, aos meus familiares que em momento algum deixaram de acreditar na importância da realização deste curso, condição imprescindível para que atingissemos nosso objetivo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO

O milho é cultivado em grande parte do território brasileiro, em propriedades e lavouras com área variável, empregando-se diferentes sistemas de produção, os quais estão atrelados às condições sócio-econômicas destas regiões. Suas principais formas de utilização relacionam-se, direta ou indiretamente, com a alimentação humana, fazendo com que este produto ocupe uma posição das mais relevantes no plano social e econômico deste país.

Tanto o crescimento populacional quanto o crescimento econômico, exigem níveis crescentes de produção de milho, os quais podem ser obtidos com a expansão da área de cultivo ou pela conquista de maiores produtividades. De ambas as formas, para obtenção de maiores patamares de produção tem-se a necesssidade de tecnologias agrícolas adequadas às condições de cultivo. Neste sentido, instituições de pesquisas agrícolas, através de seus programas de melhoramento genético, têm desenvolvido variedades e híbridos de milho, com atributos agronômicos desejáveis, para as mais diversificadas condições ambientais, sendo estes progressos refletidos na produção.

Independente do objetivo final do programa de melhoramento genético de milho, o melhoramento de populações é indispensável. Nesta etapa, através de diversos métodos de

seleção, tem-se como objetivo o aumento da frequência de alelos relacionados favorávelmente com os caracteres de interesse. Em se tratando de aumentar a frequência de alelos relacionados com a produção, a seleção pode ser realizada de forma direta, tendo-se como alvo os caracteres de peso de grãos e de forma indireta, praticando-se a seleção em caracteres correlacionados positivamente com a produção.

Em decorrência da correlação genética positiva entre prolificidade e produção, com a obtenção de populações prolíficas é possivel conquistar progressos na produtividade. Visando incrementar a prolificidade em populações de milho, foram propostos alguns métodos de seleção intrapopulacionais e interpopulacionais (LONNQUIST, 1967; PATERNIANI, 1971 e 1978 e SINGH, et alii, 1986), sendo que dentre estes a seleção massal tem recebido grande destaque, sobretudo pela grande facilidade de execução.

A seleção massal para prolificidade, tem seu primeiro relato datado de 1868 (SPRAGUE & EBERHART, 1977), entretanto, este procedimento passou a ser amplamente conhecido a partir dos resultados obtidos por LONNQUIST (1967). Em anos mais recentes, PATERNIANI (1978 e 1980) procurando atribuir maior eficiência ao método, propôs algumas modificações, denominando-a de seleção massal com controle biparental para prolificidade.

Um aspecto de importância na seleção para prolificidade se refere à densidade de plantas em que esta é realizada. Devido a menor competição entre plantas favorecer a manifestação da prolificidade, a seleção em baixa densidade

de plantas tem se constituido numa das opções (SUBANDI & COMPTON, 1974b e SINGH et alii, 1986). Uma outra alternativa é a seleção em maiores adensamentos, sendo que nesta condição, as plantas que manifestam a prolificidade são relacionadas a genótipos superiores para este caráter (GEBAUER, 1979 e THOMPSON, 1983).

Através da realização de um ciclo de seleção massal com controle biparental para prolificidade em três diferentes densidades de plantas, o presente trabalho objetivou verificar o efeito das respectivas densidades sobre a expressão da prolificidade, além de acrescentar informações sobre o efeito de densidades na avaliação de alguns caracteres.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Prolificidade em milho

A prolificidade em milho tem sido definida como o potencial das plantas em produzirem mais de uma espiga por colmo. A presença de gemas axilares, a partir de seis a sete nós abaixo do ápice da planta, cujas superiores originam primórdios de espigas numa sequência basipetal, comprova o potencial prolífico desta espécie (SASS & LOEFFEL, 1959 e MOTTO & MOLL, 1983).

Por este caráter apresentar estimativas de herdabilidade, normalmente, superiores àquelas para rendimento de grãos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988 e MOTTO & MOLL, 1983), bem como, pela reconhecida existência de correlação genética positiva com a produção (ROBINSON et alii, 1951; SUBANDI & COMPTON, 1974b; MOTTO & MOLL, 1983; SOARES FILHO, 1987; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988 e COORS & MARDONES, 1989), muitos melhoristas de milho têm demonstrado interesse por sua exploração em seus respectivos programas de melhoramento (LONNQUIST, 1967; TORREGROZA & HARPSTEAD, 1967; PATERNIANI, 1970 e 1980; SINGH et alii, 1986 e GOMEZ, 1990). Devido ao interesse na exploração deste caráter, nas ultimas décadas foram realizados diversos estudos abordando questões genéticas e ambientais relacionadas a ele.

2.1.1. Controle genético

Nos diversos estudos que tratam do controle genético da prolificidade um dos aspectos mais abordados se refere ao número de genes envolvidos no controle deste caráter (DUVICK, 1974; HALLAUER, 1974; HARRIS et alii, 1972 e 1976 e TOLEDO, 1978).

DUVICK (1974), após realizar quatro gerações de retrocruzamentos obteve êxito incorporando a prolificidade em um material considerado não prolífico, a partir de um material prolífico. Este fato foi relacionado à existência de um número relativamente pequeno de genes envolvidos no controle do caráter (MOTTO & MOLL, 1983). Já HARRIS et alii (1976) foram além desta proposição, sugerindo que híbridos prolíficos e não prolíficos diferem, genotipicamente, devido a ação de dois genes com efeitos pronunciados. Estes autores propuseram um modelo onde um gene denominado A, interfere na sincronia de desenvolvimento de gemas axilares, e um outro gene denominado B, atua promovendo o aborto nos primórdios das espigas inferiores, após a fertilização. Quando ambos os genes estivessem em homozigose para os alelos recessivos, obter-se-ia, então, a sincronia e o não aborto.

Outras sugestões quanto a um número limitado de genes controlando a prolificidade, foram apresentadas por Ellworth (1971) citado por MOTTO & MOLL (1983), SORRELLS et alii (1979) e MOLL et alii (1981), dentre outros.

Embora a prolificidade apresente uma distribuição fenotípica descontínua, HALLAUER (1974) sugeriu

um controle poligênico para este caráter. De acordo com FALCONER (1987), caracteres desta natureza são denominados de "limiar ou umbral", os quais necessitam de um grande acúmulo de alelos favoráveis para que ocorra alteração na expressão fenotípica.

Dentre os trabalhos consultados, verificou-se uma concordância quanto a predominância da ação gênica aditiva para o caráter prolificidade (ROBINSON et alii, 1951; LINDSEY et alii, 1962; COMPTON et alii, 1965; LAIBLE & DIRCKS, 1968; DUVICK,1974; HALLAUER, 1974; SUBANDI & COMPTON, 1974a e SHEVARDNADZE, 1986), entretanto, alguns destes trabalhos atribuem a prolificidade à alelos com dominância parcial a dominância completa (ROBINSON et alii, 1951 e LAIBLE & DIRCKS, 1968); enquanto outros sugerem que a tendência prolífica está relacionada a alelos recessivos (HALLAUER, 1974; DUVICK, 1974 e HARRIS et alii, 1976).

As divergências entre resultados obtidos nos estudos sobre o controle genético da prolificidade, conforme MOTTO & MOLL (1983), devem-se, provavelmente, à variação genética entre os materiais avaliados e às diferenças nas condições ambientais onde foram realizadas estas avaliações.

2.1.2. Prolificidade X fatores ambientais

Dentre os fatores ambientais que influenciam a expressão da prolificidade, a irradiação, a temperatura, a disponibilidade de água e a adubação nitrogenada, são

apontados como os de maior relevância (PENDLETON et alii, 1967; MOSS & DOWNEY, 1971; EARLEY et alii, 1974 e KAMPRATH et alii, 1982).

Verificando os efeitos da irradiação na performance de plantas de milho, PENDLETON et alii (1967) constataram que a incidência de luz artificial em folhas intermediárias e inferiores proporcionou substanciais aumentos no rendimento de grãos e no número de espigas por planta. Estas observações foram relacionadas com a deficiente interceptação de luz nas partes inferiores da planta, em decorrência da utilização de semeaduras adensadas.

A expressão da prolificidade apresenta estreita relação com o fenômeno da protândria, sendo que a expressão do caráter torna-se mais provável a medida que o período referente a protândria é reduzido (EARLEY et alii, 1974; HARRIS et alii, 1976 e Bertin et alii, 1976 citado por MOTTO & MOLL, 1983). Considerando este aspecto, EARLEY et alii (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 protândria de quatro a cinco dias, o qual foi acompanhado de acentuada redução na prolificidade.

Outro fator essencialmente limitante ao desenvolvimento dos primórdios das espigas inferiores é o estresse hídrico (EARLEY et alii, 1974 e SORRELLS et alii, 1979). A ocorrência deste tipo de estresse durante o início do desenvolvimento do saco embrionário e do "embonecamento",

promove a inibição na formação das estruturas da flor feminina e um lento desenvolvimento dos estilo-estigmas (MOSS & DOWNEY, 1971). Entretanto, Damptey et alii (1978) citado por MOTTO & MOLL (1983), relataram que o deficit hídrico no início do florescimento masculino favoreceu o desenvolvimento dos primórdios das espigas inferiores, uma vez que atuou contra o mecanismo de dominância apical.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o de maior expressão na influência exercida para a formação de mais de uma espiga por planta (BALKO & RUSSELL, 1980; PENGPHOL, 1982; KAMPRATH et alii, 1982 e GARDNER, 1988). Um dos relatos desta influência é o de Krantz & Chandler (1954) citado por PENGPHOL (1982), onde foram obtidos aumentos no tamanho da espiga e no numero de espigas por planta de 11% e 41%, respectivamente, com o aumento na dose de nitrogênio de 22 Kg/ha para 191 Kg/ha. KAMPRATH et alii (1982) e ANDERSON et alii (1984) também comentaram que o uso da adubação nitrogenada em doses elevadas proporciona um desenvolvimento mais uniforme entre o primórdio da espiga superior e o primórdio da espiga inferior, tendo-se a exteriorização dos estilo-estigmas dos respectivos primórdios praticamente ao mesmo tempo.

Com a utilização de certa densidade de plantas, caracterizada por um espaçamento entre linhas e por um número de plantas dentro de cada linha, promove-se um nível de competição entre plantas por fatores ambientais como água, luz e nutrientes. Portanto, ao se reduzir a área da planta, em função desta competição, tem-se uma redução proporcional no tamanho e no número de espigas por planta (BUREN et alii,

1974; MOLL & KAMPRATH, 1977; CRUZ et alii, 1987; COORS & MARDONES, 1989 e GERAGE, 1991).

PRIOR & RUSSELL (1975) caracterizaram a manifestação da prolificidade em função de altas e baixas densidades de plantas. Em alta densidade, para a manifestação da prolificidade tem-se predominância de fotossintetizados prevenientes de folhas superiores, sendo que esta prolificidade contribui para a produtividade através da redução no número de plantas estéreis. Já em baixa densidade a manifestação da prolificidade deve-se, principalmente, a participação de fotossintetizados advindos de folhas intermediárias e inferiores, sendo esta manifestação hábil em maximizar a produtividade pelo desenvolvimento de mais de uma espiga por planta.

A utilização de densidades de plantas elevadas, de modo geral, promove efeitos como aumentos na protândria, 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 (SASS & LOEFFEL, 1959 e WOLLEY et alii, 1962). A falta de estilo-estigmas emergidos durante o período de liberação do pólen, de acordo com SASS & LOEFFEL (1959), é o fátor responsável pela não obtenção de segundas espigas, uma vez que a formação dos orgãos florais não é prejudicada.

Um outro fato de grande importância quando se utiliza altas densidades de plantas é o número de plantas que não chegam a produzir espigas. Neste sentido, uma das

principais vantagens atribuidas a materiais prolíficos é a capacidade em produzir espiga mesmo nesta condição (RUSSELL, 1968; RUSSELL & EBERHART, 1968 e DUVICK, 1974). Considerando este aspecto, RUSSELL (1968) ao avaliar híbridos não prolíficos e prolíficos, na densidade de 58,1 mil plantas/ha, obteve uma incidência de plantas estéreis de 11% e 3% respectivamente, culminando com uma maior produtividade de grãos por parte dos materiais prolíficos.

Um aspecto que permanece sem definição, embora relevante, é quanto à densidade de plantas a ser utilizada durante o processo de obtenção de materiais prolíficos. HALLAUER (1974), através de estimativas de herdabilidade obtidas em três densidades, procurou evidências a este respeito, entretanto, as estimativas não apresentaram tendência definida.

Utilizando-se de estimativas de progresso genético com a seleção massal para rendimento de grãos, SUBANDI & COMPTON (1974b) relataram que os melhores resultados, tanto para rendimento de grãos quanto para prolificidade, foram obtidos com a seleção na densidade de 17,2 mil plantas/ha. Já ORDAS & STUCKER (1977), considerando estimativas de variância genética e de correlações genotípicas para os caracteres prolificidade e rendimento de grãos, sugeriram, para as populações por eles estudadas, que a seleção para ambos os caracteres fosse realizada numa densidade de plantas em torno de 49 mil plantas/ha.

Após avaliarem, respectivamente, quatro e oito ciclos de seleção massal para prolificidade, realizados nas

densidades de 36,9 e 73,8 mil plantas/ha, GEBAUER (1979) e THOMPSON (1983) verificaram que a seleção na maior densidade proporcionou maior progresso genético, tanto para o número de espigas quanto para o rendimento de grãos. Já SINGH et alii (1986), fazendo uso de famílias de irmãos germanos para discriminar progênies prolíficas, relataram maior êxito com a seleção direta na densidade de 44.444 plantas/ha do que na densidade de 166.666 plantas/ha. Na seleção indireta, para rendimento de grãos, não detectaram diferença entre densidades.

Ao avaliar 200 famílias de meios irmãos da população de milho CMS-39, nas densidades de 26 e 50 mil plantas/ha, ARRIEL (1991) constatou significância para a interação entre densidades de plantas e famílias, quanto ao rendimento de espigas, índice de espigas e contribuição da segunda espiga para o peso total. Devido a esta interação, as famílias selecionadas em uma densidade podem não ser coincidentes com as selecionadas na outra densidade, fato que leva a sugerir que a avaliação de famílias seja efetuada numa densidade de plantas correspondente àquela onde pretende-se utilizá-las posteriormente. Este autor ainda verificou, para a menor densidade de plantas, uma maior contribuição das segundas espigas para o peso total, fato que proporcionou uma diferença pouco acentuada na produtividade, entre as densidades.

2.1.3. Aspectos morfológicos e fisiológicos da prolificidade

A relação entre a posição do primórdio da espiga no colmo da planta de milho com o desenvolvimento deste primórdio, tem sido enfocada em diversos estudos (Freeman, 1940 e Lyons, 1952 citados por MOTTO & MOLL, 1983; BAUMAN, 1960; EARLEY et alii, 1974; HARRIS et alii, 1976 e SOUZA JUNIOR et alii, 1985), havendo concordância quanto a 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 esta dependente de fatores genéticos e ambientais (EARLEY et alii, 1974; MOCK & PEARCE, 1975 e SOUZA JUNIOR et alii, 1985). Com relação a natureza desta dominância, existem evidências a respeito de uma natureza tanto nutricional (EARLEY et alii, 1974 e MOCK & PEARCE, 1975), quanto hormonal (PHILLIPS, 1975 e RUBINSTEIN & NAGAO, 1976).

Em estudos realizados em alta densidade de plantas, onde praticou-se a emasculação ou utilizaram-se genótipos com menor número de ramificações no pendão, foram observados aumentos no rendimento de grãos e redução no número de plantas sem espigas (Anderson, 1972 citado por MOTTO & MOLL, 1983 e MOCK & PEARCE, 1975). Estes resultados

decorreram da ausência e redução, respectivamente, na competição por nutrientes entre a inflorescência masculina e o primórdio da espiga superior.

A competição por nutrientes é atribuida por EARLEY et alii (1974) como responsável pela dominância que o primórdio da espiga superior exerce sobre os primórdios inferiores. Esta preferência por nutrientes esta relacionada ao fato do primórdio da espiga superior ser o primeiro a se diferenciar.

Considerando uma base hormonal para a dominância apical, diversos estudos buscaram verificar quais substâncias estariam envolvidas neste fenômeno (PHILLIPS, 1975; RUBINSTEIN & NAGAO, 1976; HARRIS et alii, 1976: SORRELLS et alii, 1978 e SOUZA JUNIOR et alii, 1985). Dentre estes, HARRIS et alii (1976) analisaram as propriedades de alguns reguladores de crescimento, como o ácido abcíssico (AbA), ácido giberélico (GA_3) e o ácido indol-3-butírico (IBA), porém, não obtiveram evidências quanto a forma de participação destas substâncias. Já com relação ao ácido indolacético (AIA), os autores sugeriram que este hormônio estaria atuando como repressor do desenvolvimento de gemas laterais, sendo ele difundido a partir do ápice da planta.

Um possível mecanismo de atuação do ácido indolacético (AIA) foi proposto por SOUZA JUNIOR et alii (1985). Nesta proposição, o AIA formado na inflorescência masculina, através de difusão viria a inibir o desenvolvimento do primórdio da espiga superior, o qual só

passaria a se desenvolver com a redução na concentração de AIA no pendão. Fato semelhante, também ocorreria em relação a dominância exercida pelo primórdio da espiga superior sobre os primórdios das espigas inferiores.

Verificando a concentração de AIA em híbridos prolíficos e não prolíficos, Anderson (1967) citado por FLESCH (1978) constatou que os híbridos prolíficos apresentaram em torno da metade da concentração de AIA na inflorescência masculina, em relação aos híbridos não prolíficos. Quanto a este aspecto, SOUZA JUNIOR et alii (1985) comentam que a redução no tamanho da inflorescência masculina aumenta as possibilidades de expressão da prolificidade, em função da menor concentração de AIA.

Em uma revisão a respeito da dominância apical, PHILLIPS (1975) considera uma provável base hormonal para o fenômeno, entretanto, salienta que os níveis hormonais e a distribuição destes através da planta, apresentam-se dependentes da disponibilidade de nutrientes e água.

2.2. Seleção massal em milho

Dentre as modalidades de seleção utilizadas no melhoramento da cultura de milho, a seleção massal caracteriza-se por ser praticada desde a domesticação desta espécie e por ter proporcionado reconhecidas modificações em caracteres de planta e de espiga. É um método que tem se mostrado eficiente na adaptação de materiais a novas condições de ambiente, além de ter contribuido para a grande variação de

tipos e raças de milho atualmente existentes (SPRAGUE & EBERHART, 1977 e PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987).

Com a seleção massal praticada por agricultores, além de se modificar caracteres como textura de grão, ciclo, comprimento de espigas, dentre outros, promoveu-se também a adaptação de novas variedades, destacando-se, como um exemplo histórico, o desenvolvimento da variedade "Reid Yellow Dent" (SPRAGUE & EBERHART, 1977).

No final do século passado e no princípio deste, a seleção massal foi amplamente utilizada em programas de melhoramento de milho nos Estados Unidos, tendo-se como objetivo maximizar a produtividade de variedades já adaptadas. De modo geral, os resultados não foram satisfatórios, tendo-se atribuido, na ocasião, uma ineficiência por parte da seleção massal em proporcionar progresso genético para caracteres quantitativos (Hume, 1919; Kiesselbach, 1922 e Richey, 1922 citados por SILVA, 1978a e por PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987).

Durante este mesmo período, aspectos como a endogamia e hibridação apresentaram grandes progressos em seus conhecimentos, surgindo proposições a respeito da obtenção de linhagens puras (Shull, 1909 citado por SILVA, 1978a) e também quanto à obtenção de híbridos duplos comerciais a partir de híbridos simples de linhagens (Jones, 1918 citado por SILVA, 1978a). O advento destes conhecimentos, aliado à momentânea falta de prestígio pelos métodos de seleção até então praticados, fez com que a seleção massal, para fins de

melhorar produtividade, fosse temporariamente abandonada.

O insucesso com o uso da seleção massal, para o melhoramento da produtividade no milho, voltou a ser discutido algum tempo depois. Nesta ocasião, Hull (1945) citado por SPRAGUE & EBERHART (1977), sugeriu que a falta de êxito com a seleção foi em decorrência de um esgotamento na variabilidade genética, uma vez que as variedades utilizadas já haviam sido submetidas a um grande número de ciclos seletivos no passado. Entretanto, esta hipótese foi descartada a partir de resultados de trabalhos como o de ROBINSON et alii (1955), Moll et alii (1960) e Lonnquist & Gardner (1961) citados por SILVA (1978a), os quais constataram a existência de considerável variância genética aditiva para produção em muitas das variedades adaptadas do "Corn Belt".

Através de um re-exame mais crítico, a respeito da seleção massal e da seleção espiga por fileira, foram consideradas como causas principais do insucesso para o incremento da produtividade a falta de controle sobre as variações ambientais, a falta de informação quanto aos parentais masculinos, a falta de informação sobre a performance das progênies selecionadas, além de problemas de amostragem decorrentes de seleção muito rigorosa em populações pequenas (Sprague, 1955 citado por SPRAGUE & EBERHART, 1977; Lonnquist, 1964 citado por JUGENHEIMER, 1981; PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987 e HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

Com o objetivo de reduzir as limitações e tornar a seleção massal um método mais eficiente, foram sugeridos

procedimentos, como a estratificação da área de plantio (Molina, 1958 citado por SANCHEZ, 1985 e Lonnquist, 1960 citado por ZINSLY, 1968) e a estratificação genética, a partir do uso de testemunhas geneticamente uniformes (ZINSLY, s.d. citado por PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987).

Um dos principais trabalhos abordando a utilização da seleção massal estratificada, foi realizado por GARDNER (1961). Após realizar quatro ciclos de seleção para rendimento de grãos, na variedade "Hays Golden", este autor relatou um progresso de 3.9%, por ciclo de seleção. Após ter realizado dezenove ciclos de seleção, Gardner (1977) citado por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988), obteve uma resposta linear de 3.0%, por ciclo de seleção.

Em um estudo comparativo entre seleção massal estratificada e seleção massal estratificada genéticamente, MÔRO (1977) comenta que a seleção massal estratificada proporcionou maior resposta para o rendimento de grãos, porém, tanto a estratificação ambiental quanto a estratificação genética, incorporaram eficiência ao processo de seleção.

Um outro esquema de seleção massal, é a seleção massal para prolificidade, cuja característica principal, como a propria denominação indica, é a seleção de plantas com mais de uma espiga.

A seleção massal para prolificidade, na cultura do milho, tem seu primeiro relato datado de 1868 (SPRAGUE & EBERHART, 1977), entretanto, sua utilização tornou-se difundida em anos mais recentes, a partir do estudo realizado

por LONNQUIST (1967). Tendo conhecimento da correlação genética existente entre produção e prolificidade, este autor procurou verificar a resposta indireta para o rendimento de grãos, a partir da seleção de plantas prolíficas. Após ter realizado quatro ciclos de seleção, na variedade "Hays Golden", relatou uma resposta de 6,28% por ciclo de seleção. Ao confrontar esta resposta com a obtida por GARDNER (1961), verificou que o progresso obtido com cinco ciclos de seleção massal para prolificidade era correspondente a dez ciclos de seleção massal para rendimento de grãos.

TORREGROZA & HARPSTEAD (1967), relataram que a realização de dois ciclos de seleção massal para prolificidade, em uma variedade colombiana, resultou em um aumento de 14% no rendimento de grãos e 28% no número de espigas por planta. Constataram também, que o peso das espigas superiores não sofreu mudanças significativas, porém, tanto o peso quanto a frequência das espigas inferiores apresentaram grande associação com o aumento obtido no rendimento de grãos.

Após nove ciclos de seleção massal para rendimento de grãos na variedade de milho "Jellicorse", KINCER & JOSEPHSON (1976) observaram um acentuado aumento no número de espigas. A partir de então, passaram a realizar a seleção massal para o caráter prolificidade, verificando, após cinco ciclos de seleção, um aumento de 13,2% no número de espigas por planta. Quanto ao rendimento de grãos, constataram que a seleção massal para prolificidade proporcionou respostas semelhantes às obtidas com a seleção direta para o rendimento de grãos.

Considerando que a seleção para o caráter prolificidade pode ser realizada durante o florescimento e objetivando torná-la mais eficiente, PATERNIANI (1978) propôs um esquema onde somente os parentais selecionados participam com gametas na formação da descedência. Na ocasião, o autor denominou este esquema de seleção recorrente fenotípica para prolificidade, o qual é atualmente conhecido como seleção massal para prolificidade com controle em ambos os sexos.

O esquema proposto por PATERNIANI (1978), consiste da seguinte metodologia: a população a ser melhorada é semeada em um lote isolado, numa densidade de plantas de 33.333 plantas/ha. No início do florescimento, passa-se a visitar o lote de plantas diariamente, protegendo-se com sacos plásticos e antes da exteriorização dos estilo-estigmas, os segundos primórdios de espigas das plantas prolíficas. Num período de cinco a dez dias após o início do florescimento, dependendo da uniformidade de desenvolvimento das plantas, do número de segundos primórdios de espigas protegidos e do estágio de desenvolvimento dos pendões das plantas prolíficas, todas as plantas não prolíficas são despendoadas. Subsequentemente, todos os sacos plásticos são removidos e os segundos primórdios são então polinizados somente por plantas prolíficas. As sementes obtidas destas espigas serão utilizadas para realizar o próximo ciclo, repetindo-se o mesmo procedimento. O autor atribuiu ao método uma grande facilidade de execução, além da possibilidade de realizar um ciclo de seleção por ano.

Na avaliação de três ciclos de seleção, PATERNIANI (1980) obteve para as populações braquíticas "Piranão VD-2" e "Piranão VF-1", para o rendimento de grãos, progressos médios por ciclo de 2,3% e 6,1%, respectivamente. Para o número de espigas por planta, os progressos médios foram de 1,7% e 5,6%, para as respectivas populações.

Utilizando-se das mesmas populações, SEGOVIA (1983) avaliou três ciclos de seleção massal com controle biparental para prolificidade. Para a população "Piranão VF-1" constatou um aumento de 15,4% no rendimento de grãos e 22,5% na prolificidade, sendo que para a população "Piranão VD-2" os aumentos foram de 1,5% para rendimento de grãos e 11,5% para prolificidade.

Ao avaliar doze ciclos de seleção massal para prolificidade, com controle em ambos os sexos e na variedade "Golden Glow", COORS & MARDONES (1989) relataram um progresso médio por ciclo de seleção de 2,4% e 3,3% para o número de espigas por planta, referentes as avaliações nos anos de 1985 e 1986, respectivamente. Para o rendimento de grãos, o progresso médio por ciclo de seleção foi de 2,0% e 2,8%, para as respectivas avaliações. Segundo os autores, a seleção promoveu redução na umidade de grãos, no ciclo, na protândria e no intervalo entre a exteriorização dos estilo-estigmas do primórdio da espiga superior e do primórdio da espiga inferior.

Após dez ciclos de seleção massal para prolificidade em um composto de milho, SUBANDI (1992) obteve uma resposta de 2,6% por ciclo para o rendimento de grãos e

2,8% por ciclo para o número de espigas por planta. Constatou também aumentos na altura de espigas e altura de plantas de aproximadamente 2,7 cm por ciclo, além de um aumento no número de dias para o florescimento feminino de 0,4% por ciclo.

Efetuando a seleção espiga por fileira para prolificidade, GOMEZ (1990) após avaliar dois ciclos de seleção relatou uma resposta linear de 6,7% e 8,15% para o rendimento de grãos e para prolificidade, respectivamente. Considerando a altura de plantas e a altura de espigas, o autor ainda comenta que a seleção não levou a alterações significativas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Utilizou-se, como material genético, a população de milho CMS-39. Esta população, também denominada de Composto Nacional, foi obtida pelo cruzamento e quatro recombinações, de 55 materiais identificados como promissores pelo Ensaio Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA. Sua constituição foi a partir de híbridos simples, duplos, intervarietais e variedades, conforme pode ser visto na tabela 01 (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-MG, Lavras-MG e Sete Lagoas-MG. Em 1985, utilizando as 40 melhores famílias selecionadas por Aguiar, PACHECO (1987) realizou em Sete Lagoas, 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. Em 1988, em Sete Lagoas, procedeu-se a recombinação das 40

TABELA 01. 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).

Nr.	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 Dent.
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 Dent.
10	Ag-452-B	Agroceres	H.D.	Amarelo	Duro
11	Ag-791	Agroceres	H.D.	Amarelo	Duro
12	C-111-S	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
13	C-111-X	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
14	C-115	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
15	C-121	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
16	C-125	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
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 Dent.
23	DK-002	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
24	DK-A-670	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
25	DK-A-670-B	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
26	DK-A-670-C	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
27	DK-B-670	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
28	DK-E-5601	Braskalb	V.	Branco	Semi Dent.
29	DK-E-5602	Braskalb	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
30	EX-7801	Uniao	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
31	Dina-03	Dinamilho	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
32	Dina-08	Dinamilho	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
33	Dina-09	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
34	Dina-10	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
35	Dina-11	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
36	ESALQ-PB-1	ESALQ	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
37	Hmd 7974	IAC	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
38	Maya XVI	IAC	H.D.	Amarelo	Dentado
39	Phoenyx Anão	IAC	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
40	Phoenyx-B	IAC	H.I.V.	Laranja	Semi Dent.
41	Phoenyx-Ltc. 9487	IAC	H.I.V.	Laranja	Semi Dent.
42	Phoenyx 1615	IAC	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
43	X-307	Pioneer	H.D.	Amarelo	Dentado
44	X-313	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
45	6836	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
46	6872	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
47	6874	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
48	6874-A	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
49	6877	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
50	Piranão VD-1	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
51	Piranão VD-2(Sel. Prolífica)	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
52	Prolífico 100	Unicamp	-	Amarelo	-
53	R.O.-66	Reis de Ouro	H.I.V.	-	Semi Dent.
54	R.O.-69	Reis de Ouro	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
55	R.O.-99	Reis de Ouro	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.

V. Variedade
H.S.: Híbrido Simples
H.D.: Híbrido Duplo
H.I.V.: Híbrido Intervarietal

melhores famílias anteriormente selecionadas. Por ocasião da colheita deste campo realizou-se a seleção dentro de famílias, concluindo o segundo ciclo de seleção.

Uma observação necessária, se refere às densidades de plantas 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 mil plantas/ha, todas as demais etapas foram realizadas utilizando-se a densidade de plantas de 50 mil plantas/ha.

Para a realização deste trabalho, utilizou-se sementes provenientes do segundo ciclo de seleção.

3.2. Métodos

O presente trabalho foi realizado em duas etapas. Inicialmente, realizou-se a seleção massal com controle biparental para prolificidade em diferentes densidades de plantas, sendo que a etapa seguinte consistiu na avaliação dos genótipos selecionados. Os procedimentos adotados são descritos a seguir.

3.2.1. Locais

A seleção na população CMS-39, foi realizada no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA, situado no município de Sete Lagoas-MG, a uma altitude de 732 m, a 19° 18' de latitude S e a 44° 51' de longitude W.

A área experimental onde se efetuou a seleção corresponde a um solo aluvial, com classificação textural argila-siltosa, tendo sua vegetação natural representada por campos subtropicais. Suas características químicas são apresentadas na tabela 02.

TABELA 02. Características químicas do solo onde implantou-se a população CMS-39 para fins de seleção. Sete Lagoas (MG), 1990 [1/].

Al+++	Ca++	Mg++	K	P	M.O. (%)	pH
(meq/100 cc)			(ppm)			
0.00	7.13	0.83	84,83	6.50	2,52	6,06

1/ Laboratório de Análise do Solo do CNPMS - EMBRAPA, Sete Lagoas (MG).

Os experimentos de avaliação foram conduzidos nos municípios de Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO, nas áreas experimentais da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA e Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA, respectivamente.

Lavras situa-se a uma altitude de 900 m, com 21° 14' de latitude S e 45° 00' de longitude W, enquanto Goiânia situa-se a uma altitude de 729 m, com 16° 41'de latitude S e 49° 06' de longitude W.

3.2.2. Instalação e condução dos campos de seleção

Os lotes com a população CMS-39 foram instalados no mês de maio de 1990. Semeou-se três lotes contíguos, utilizando-se, respectivamente, as densidades de semeadura de 5; 3,75 e 2,5 plantas/metro linear, correspondentes às densidades de plantas de 50; 37,5 e 25 mil plantas/ha. As áreas dos respectivos lotes foram de 200, 300 e 400 m^2 possuindo, cada um, em torno de 1000 plantas.

Em cada lote de plantas, empregou-se o método de seleção massal com controle biparental para prolificidade, conforme metodologia proposta por PATERNIANI (1978), com algumas alterações. Estas alterações referem-se à instalação dos lotes em áreas não isoladas e ao não despendoamento das plantas não prolíficas. Assim sendo, quando cada lote atingiu 50% de florescimento feminino procedeu-se o isolamento, de um mínimo, de 50 pendões das plantas prolíficas. No dia seguinte, esses pendões foram coletados para se fazer uma mistura de pólen, que serviu para polinizar os primórdios das segundas espigas, sendo, então, protegidos todos os primórdios polinizados.

As condições ambientais, em termos de precipitação e temperatura, referentes ao período de condução dos lotes para seleção, podem ser observadas nas figuras 01 e 02, respectivamente.

3.2.3. Delineamento experimental

Nos locais onde foram instalados os experimentos de avaliação, utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados, com três repetições. A parcela experimental foi formada por seis linhas com cinco metros, espaçadas de um metro, perfazendo uma área total de 30 m^2 e uma área útil de 20 m^2, representada pelas quatro linhas centrais.

Os tratamentos constituiram-se de um fatorial 3^2, com 3 tratamentos adicionais. Os tratamentos do fatorial foram formados pelos fatores densidade de plantas na seleção (D.P.S) e densidade de plantas na avaliação (D.P.A), cada um com três niveis (25; 37,5 e 50 mil plantas/ha). Os tratamentos adicionais corresponderam ao ciclo original (C.O) da população CMS-39, avaliado nos três níveis de densidade de plantas.

3.2.4. Instalação e condução dos experimentos

O experimento em Lavras foi instalado no mês de outubro e os experimentos de Sete Lagoas e Goiânia no mês de novembro do ano agrícola 1990/91. Na semeadura utilizaram-se duas sementes por cova, sendo que, posteriormente, em torno de 20 dias, realizou-se o desbaste, de modo a obter, na área útil das parcelas, os estandes de 100 , 75 e 50 plantas, correspondentes às densidades de plantas de 50; 37,5 e 25 mil plantas/ha, respectivamente.

A adubação foi realizada no sulco de plantio,

aplicando-se 400 kg/ha da formulação 4-14-8 de N, P_2O_5 e K_2O. Em torno de 40 dias, após a emergência, realizou-se a adubação em cobertura com 40 kg/ha de nitrogênio na forma de sulfato de amônio.

Os demais tratos culturais e fitossanitários foram realizados todas as vezes que se fizeram necessários.

As condições ambientais, com relação a precipitação e temperatura, durante o período de condução dos experimentos, nos referidos locais, podem ser observadas nas figuras 03 e 04, respectivamente.

3.2.5. Coleta de dados

Foram coletados os seguintes dados na área útil das parcelas experimentais:

a) Estande final: número de plantas por ocasião da colheita;

b) Número de espigas: na colheita contaram-se as espigas de cada parcela. Em Lavras, fez-se essa contagem para as espigas superiores e inferiores separadamente , obtendo-se, posteriormente, o número total. Foi considerada como espiga aquela que apresentou mais de 50% de grãos;

c) Peso de espigas despalhadas: foi obtido o peso de espigas em Kg por parcela. Em Lavras, fez-se a pesagem separadamente, para as espigas superiores e inferiores, obtendo-se, posteriormente, o peso total;

d) Umidade de grãos: por ocasião da pesagem,

foram retiradas amostras de cada parcela para determinar a percentagem de umidade dos grãos;

e) Altura de plantas: após o florescimento obteve-se a altura média das plantas da parcela, medindo-se do solo até a inserção da última folha (folha bandeira);

g) Altura de espigas: obteve-se a distância do nível do solo até a inserção da espiga superior no colmo;

3.2.6. Análise dos dados

Os dados referentes ao peso de espigas despalhadas, foram corrigidos para 14,5% de umidade de grãos, utilizando-se da seguinte expressão:

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

$P_{14,5\%}$: peso de campo corrigido para 14,5% de umidade;

PC : peso de campo observado;

U: umidade observada em cada parcela;

Com os dados de peso de espigas, referentes ao experimento em Lavras, estimou-se a contribuição das espigas inferiores para produção total (CEIPT), a partir da seguinte expressão:

$$CEIPT(\%) = \frac{\text{Peso de espigas inferiores}}{\text{Peso total de espigas}} \times 100$$

Foi obtido o índice de espigas por planta, para cada parcela, a partir da seguinte expressão:

$$IE = \frac{\text{Número de espigas}}{\text{Estande final}}$$

Foram analisados os dados das variáveis referentes ao peso de espigas despalhadas (Kg/ha), CEIPT (%), índice de espigas (espigas/planta), altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm).

Realizou-se, inicialmente, a análise de variância para cada local individualmente, a partir do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + b_i + t_{jk} + e_{ijk} \quad , \quad \text{onde}$$

Y_{ijk} : é o valor observado no tratamento jk do i-ésimo bloco;

m : é a média geral;

b_i : é o efeito do i-ésimo bloco (i = 1,2,3);

t_{jk} : é o efeito do tratamento jk (j = 0,1,2,3 ; k = 1,2,3);

e_{ijk} : é o efeito aleatório do erro experimental associado à Y_{ijk};

O efeito t_{jk} envolve t_{jk} (j = 1,2,3 e k = 1,2,3) e t_{0k} (k = 1,2,3), que são os efeitos dos tratamentos regulares e adicionais, respectivamente. O efeito dos tratamentos regulares pode ser decomposto em:

$$t_{jk} = s_j + p_k + (sp)_{jk} \quad , \text{ onde}$$

s_j : é o efeito da j-ésima densidade de plantas na seleção (j = 1,2,3);

p_k : é o efeito da k-ésima densidade de plantas na avaliação (k = 1,2,3);

$(sp)_{jk}$: é o efeito da interação entre a j-ésima densidade de plantas na seleção com a k-ésima densidade de plantas na avaliação;

Logo o modelo matemático pode ser apresentado da seguinte forma:

$$Y_{ijk} = m + b_i + s_j + p_k + (sp)_{jk} + t_{0k} + e_{ijk} .$$

Posteriormente, foram realizadas as análises de varância conjunta, considerando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + b_{i(l)} + a_l + t_{jk} + (at)_{ljk} + e_{ijkl} \quad , \text{ onde}$$

Y_{ijkl} : é o valor observado no tratamento jk do i-ésimo bloco no l-ésimo local;

m : é a média geral;

$b_{i(l)}$: é o efeito do i-ésimo bloco (i = 1,2,3) dentro do l-ésimo local;

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

t_{jk} : é o efeito do tratamento jk (j = 1,2,3 ; k = 1,2,3);

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

e_{ijkl} : é o efeito aleatório do erro experimental associado à observação Y_{ijkl};

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

$$t_{jk} = s_j + p_k + (sp)_{jk}$$

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

$$(at)_{ljk} = (as)_{lj} + (ap)_{lk} + (asp)_{ljk} + (at_0)_{lk}$$, onde

$(as)_{lj}$: é o efeito da interação entre o l-ésimo local com a j-ésima densidade de plantas na seleção;

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

$(asp)_{ljk}$: é o efeito da interação entre o l-ésimo local com a j-ésima densidade de plantas na seleção e com a k-ésima densidade de plantas na avaliação;

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

Logo o modelo pode ser apresentado na seguinte forma:

$$Y_{ijkl} = m + b_{i(l)} + a_{l} + s_{j} + p_{k} + (sp)_{jk} + (as)_{lj} + (ap)_{lk} + (asp)_{ljk} + (at_{0})_{lk} + e_{ijkl}$$

Para os efeitos que apresentaram significância estatística, foram estabelecidas as equações de regressão.

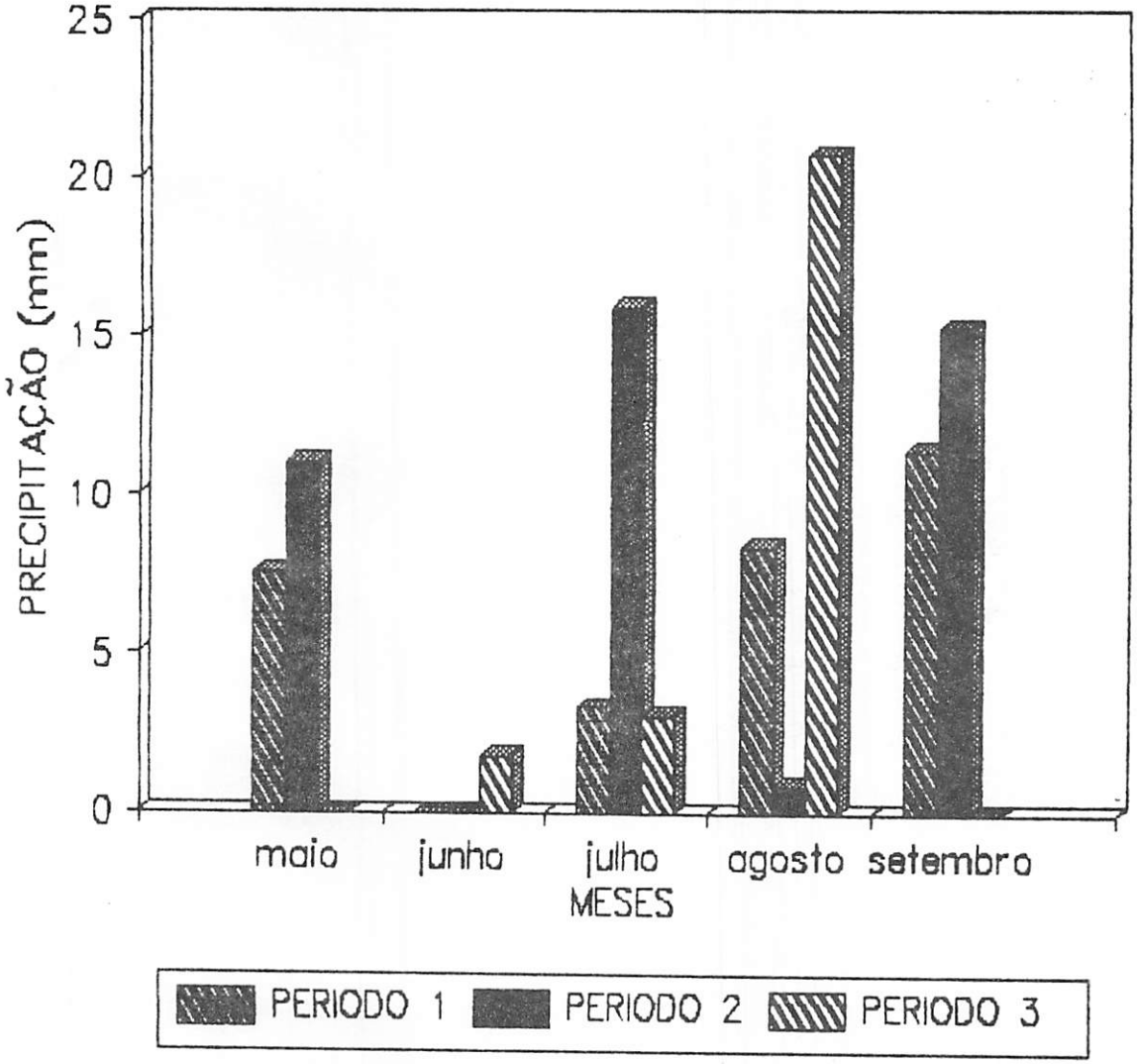

FIGURA 01. Precipitação pluviométrica acumulada, por decêndio, ocorrida no periodo de maio a setembro do ano de 1990. Sete Lagoas, MG.

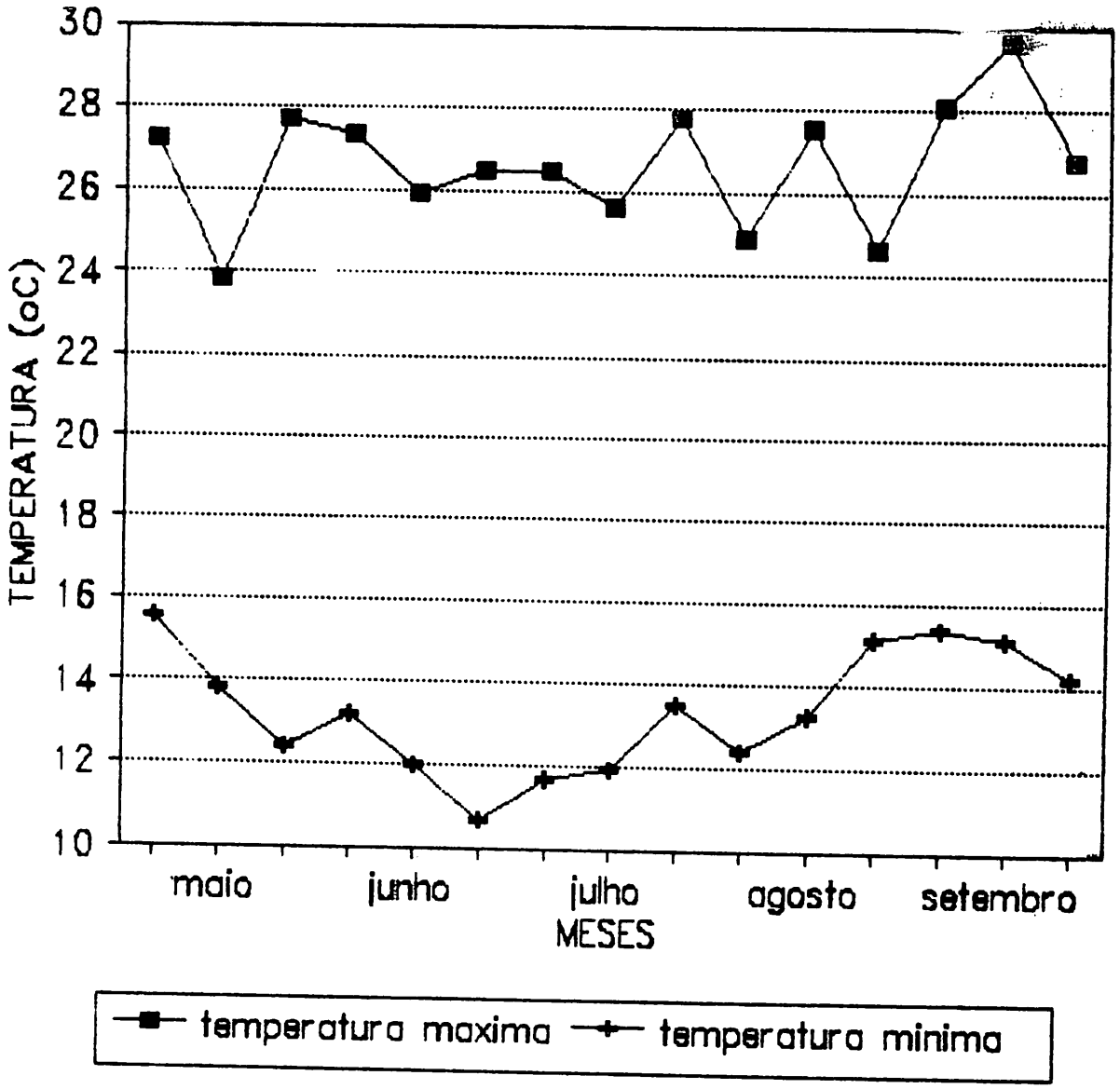

FIGURA 02. Média das temperaturas máximas e mínimas, por decêndio, ocorridas no período de maio a setembro do ano de 1990. Sete Lagoas, MG.

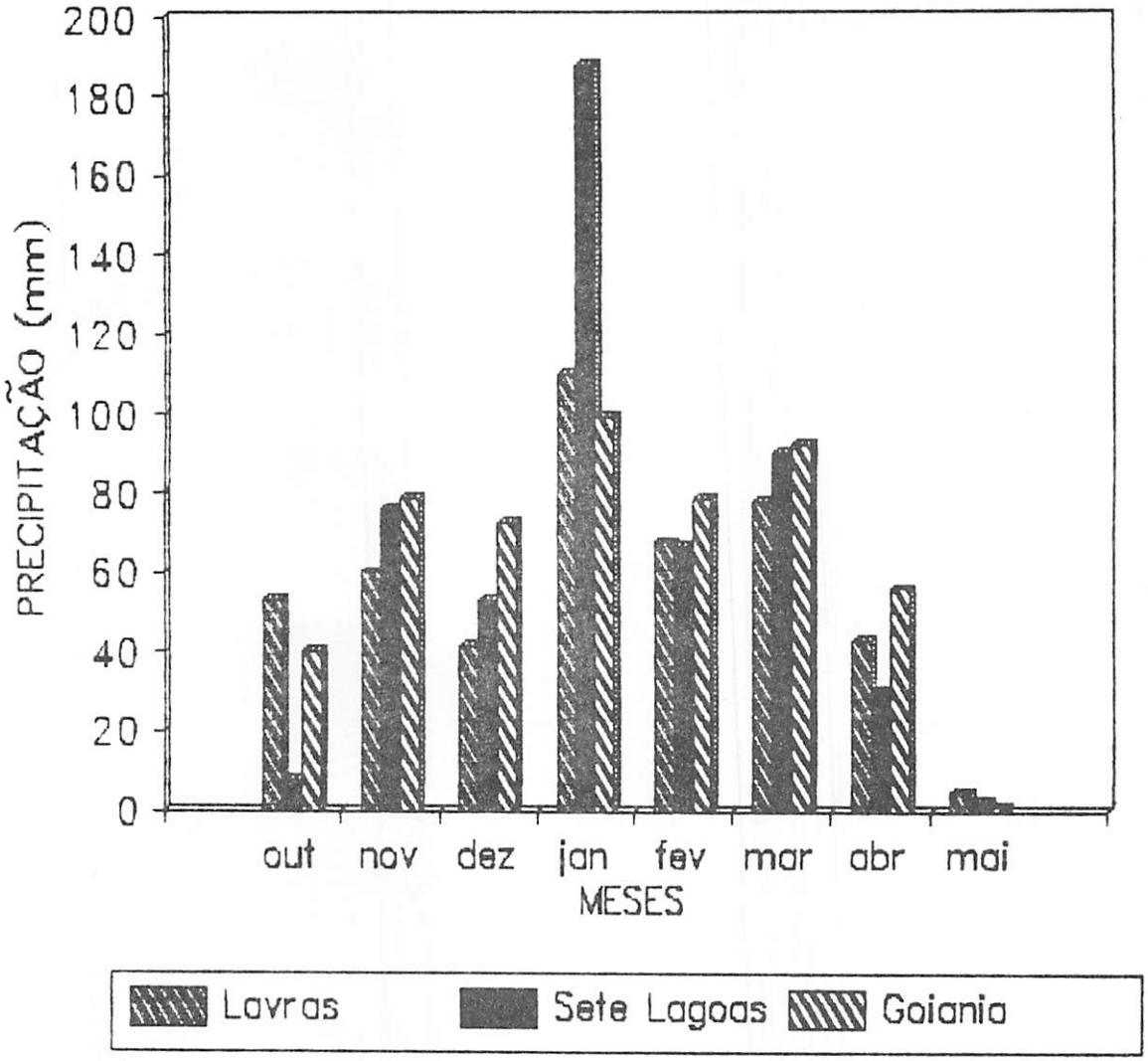

FIGURA 03. Precipitação pluviométrica acumulada, mensal, ocorrida no período de outubro a maio do ano agrícola 1990/91. Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO.

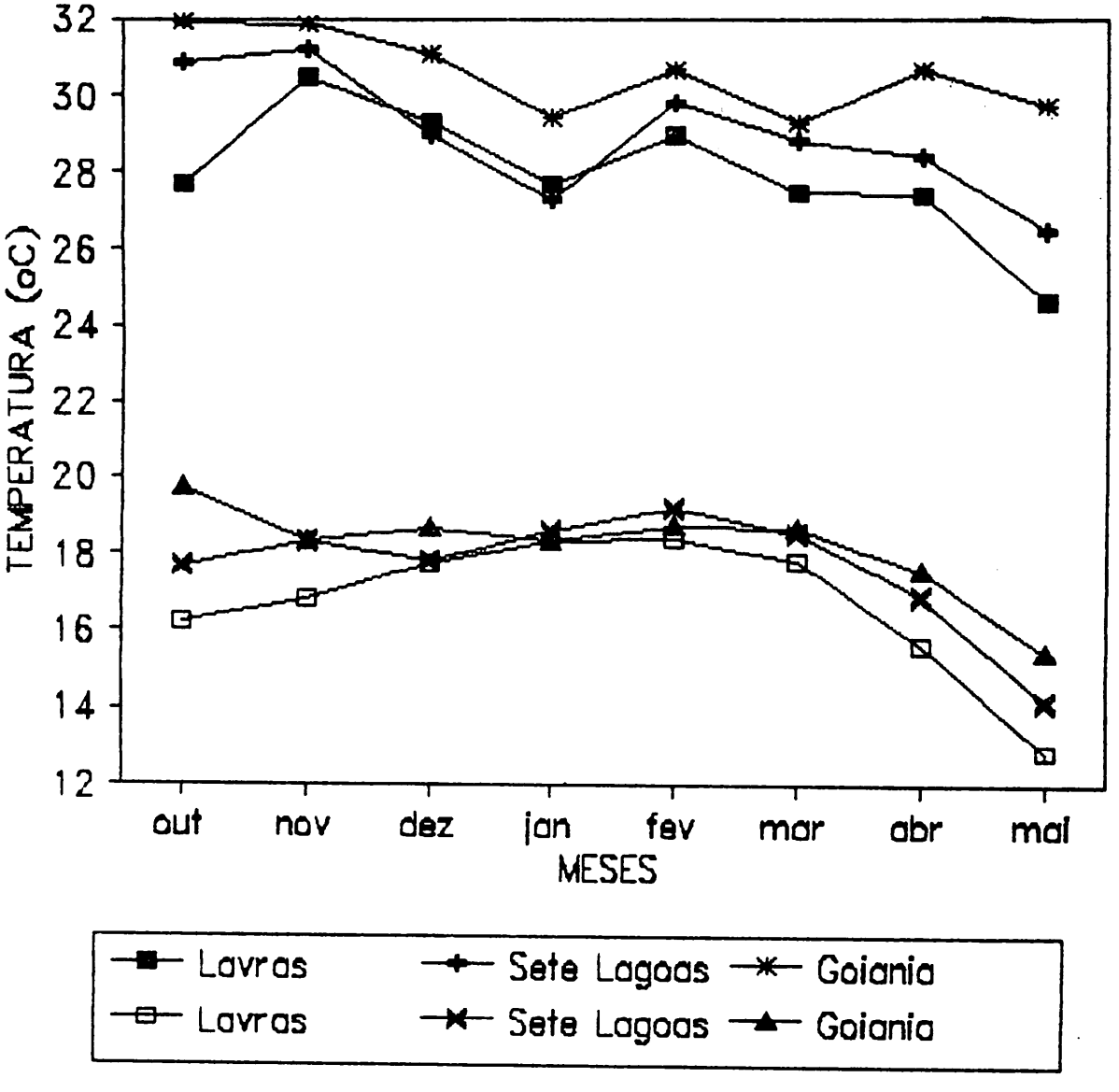

FIGURA 04. Média das temperaturas máximas e mínimas, mensal, ocorridas no período de outubro a maio do ano agrícola 1990/91. Lavras e Sete Lagoas. Goiânia,GO.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito da densidade de plantas no lote de seleção

4.1.1. Efeito sobre a prolificidade e peso de espigas

Na tabela 03 são apresentados os resumos das análises de variância individuais para o índice de espigas e peso de espigas, referentes aos experimentos conduzidos em Lavras, Sete Lagoas e Goiânia.

Pode-se verificar, que os efeitos correspondentes às densidades de plantas utilizadas na seleção, não foram estatísticamente significativos. Estes resultados mostram que as densidades de plantas, tanto na seleção direta para prolificidade quanto na seleção indireta para produtividade de espigas, não apresentaram comportamento diferenciado.

A nível de local, outra importante informação é quanto aos coeficientes de variação (C.V.). Para o índice de espigas a estimativa do coeficiente de variação de maior magnitude foi em torno de 10%, referente ao experimento conduzido em Goiânia. Já para o peso de espigas a maior estimativa foi em torno de 14%, obtido para o experimento em Sete Lagoas. Coeficientes de variação desta magnitude podem

ser considerados baixos e médios, respectivamente, e refletem boa precisão experimental (GOMES, 1987).

Os resumos das análises de variância conjunta para o índice de espigas e peso de espigas estão apresentados na tabela 04. Para o índice de espigas, as densidades de plantas na seleção apresentaram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade. Estes resultados foram coerentes com os encontrados por GEBAUER (1979), THOMPSON (1983), SINGH et alii (1986) e ARRIEL (1991), onde as densidades de plantas utilizadas na seleção influenciaram diferentemente a expressão da prolificidade.

Através do gráfico de regressão apresentado na figura 05, pode-se verificar as diferentes respostas para o índice de espigas em função das densidades de plantas na seleção. No intervalo entre 25 mil plantas/ha a aproximadamente 42 mil plantas/ha observa-se um comportamento crescente do índice de espigas, atingindo nesta densidade um valor máximo em torno 1,168. Para a seleção no intervalo entre aproximadamente 42 mil plantas/ha e 50 mil plantas/ha o índice de espigas apresenta comportamento decrescente.

Analisando-se os percentuais de índice de espigas em relação ao ciclo original, obtidos para cada densidade de plantas na seleção (Tabela 05), verifica-se uma tendência de melhores resultados nas seleções a 37,5 e 50 mil plantas/ha, sendo estes bastante próximos. Comparando-se os percentuais obtidos com alguns apresentados pela literatura, constata-se semelhança com os obtidos por PATERNIANI (1980) e SEGOVIA (1983) quando a seleção para prolificidade foi a 33,33

plantas/ha, porém, mostram-se superiores aos percentuais relatados por COORS & MARDONES (1989) quando selecionaram na densidade de 17.778 plantas/ha.

A tendência de uma maior eficiência na seleção para prolificidade, quando esta ocorre numa densidade próxima de 42 mil plantas/ha, pode estar relacionada com o fato de que a 25 mil plantas/ha o número de plantas prolíficas tende a ser maior, porém, dentre os fenótipos prolíficos alguns podem corresponder a genótipos superiores dentro da classe prolífica, outros a genótipos de menor potencial dentro desta mesma classe e ainda outros cujo potencial genotípico por si só não se enquadrariam dentro da classe prolífica, pois exibiram o caráter devido a condição ambiental favorável. Esta condição, de certa forma, estimula a manifestação do caráter, entretanto, de acordo com FALCONER (1987) o estímulo deve ser aplicado a caracteres cuja manifestação, a princípio, não ocorre espontâneamente.

Em densidades de plantas próximas a 42 mil plantas/ha, a possibilidade de que os fenótipos prolíficos correspondam a genótipos superiores dentro da classe prolífica deve ser maior, devido a menor participação do ambiente na manifestação do caráter. Considerando este aspecto, juntamente com o fato de que em cada densidade foram selecionadas todas as plantas pertencentes a classe prolífica, pode-se atribuir a identificação de genótipos prolíficos, a partir dos fenótipos expressados, como sendo o fator responsável pelo resultado obtido.

Ainda com relação à seleção de genótipos

prolíficos em diferentes densidades de plantas, um outro aspecto a considerar se refere a expressão dos caracteres quando os genótipos selecionados são utilizados em densidades de plantas diferentes daquela em que se fez a seleção. A este respeito, nas análises de variância individuais (Tabela 03) e conjunta (Tabela 04) para o índice de espigas e peso de espigas, pode-se verificar que os efeitos das interações entre densidade de plantas na seleção e densidade de plantas na avaliação (D.P.S. x D.P.A.) foram não significativos. Por estes resultados, considera-se que ambos os caracteres apresentaram um padrão de comportamento, independente da densidade de plantas na seleção.

Muito embora a interação D.P.S. x D.P.A., não tenha sido significativa para o índice de espigas, através das médias e dos percentuais em relação ao ciclo original (Tabela 05) pode-se verificar uma tendência no sentido de que a seleção a 50 mil plantas/ha proporcionou maior expressão da prolificidade quando a avaliação também foi realizada a 50 mil plantas/ha. Sendo assim, pode-se sugerir que a seleção massal para prolificidade seja efetuada na densidade de 50 mil plantas/ha quando se pretende utilizar o material selecionado em densidades de 50 mil plantas/ha. Entretanto, faz-se necessário novos estudos para averiguar a veracidade desta tendência.

Uma vez que o contraste envolvento tratamentos regulares e tratamentos adicionais (TR vs TA) corresponde ao contraste entre população melhorada e ciclo original, este

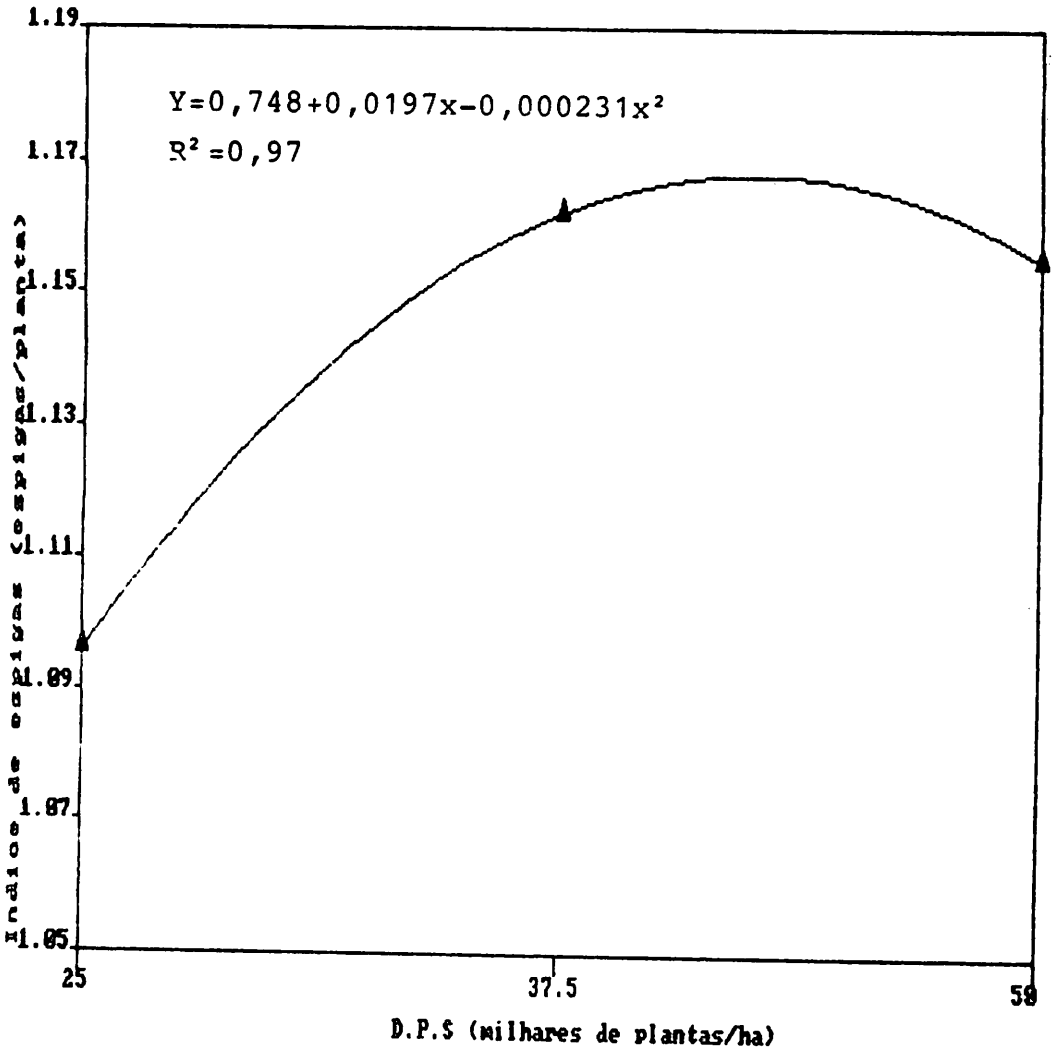

FIGURA 05. Comportamento do índice de espigas (espigas/planta) após um ciclo de seleção massál para prolificidade em três densidades de plantas (D.P.S). Dados obtidos pela média dos experimentos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

pode ser relacionado com alguma alteração a partir do ciclo de seleção. Para o índice de espigas pode-se verificar o efeito altamente significativo em relação ao experimento em Lavras (Tabela 03), obtendo-se também significância para a interação L x (TR vs TA) (Tabela 04). Uma vez que o ciclo de seleção foi realizado em Sete Lagoas e o contraste foi siginificativo apenas em Lavras, deve-se ter precaução quanto às alterações promovidas pelo ciclo de seleção quanto a este caráter.

Verificando os efeitos das densidades de plantas na seleção sobre o peso de espigas, os resultados obtidos nas análises de variância individuais (Tabela 03) e conjunta (Tabela 04) indicam que o efeito de densidades não foi significativo sobre esse caráter. SINGH et alii (1986) relataram constatação semelhante, enquanto GEBAUER (1979), THOMPSON (1983) e ARRIEL (1991) obtiveram significância para o efeito de densidades.

Com relação às alterações promovidas pelo ciclo de seleção sobre a produtividade de espigas, uma vez que o contraste (TR vs TA) foi não significativo (Tabela 03 e 04) e os percentuais em relação ao ciclo original foram baixos (Tabela 05), é provável que não tenha ocorrido alteração na frequência de alelos relacionados ao peso de espigas a partir do ciclo de seleção.

Em Lavras, além de se observar os efeitos de diferentes densidades de plantas na seleção sobre o índice de espigas e peso de espigas, verificou-se também esses efeitos sobre a contribuição das espigas inferiores para o peso total de espigas (CEIPT).

O resumo da análise de variância para a CEIPT é apresentado na tabela 06. Pode-se verificar que os efeitos das densidades de plantas utilizadas na seleção foram não significativos, tendo-se um resultado diferente daquele obtido por ARRIEL (1991) com a seleção entre famílias de meios irmãos da população CMS-39 em duas densidades de plantas. Quanto ao contraste envolvendo a população selecionada e o ciclo original (TR vs TA), este foi altamente significativo, indicando ter ocorrido alguma alteração neste caráter.

Comparando-se, através da tabela 07, as médias de CEIPT e seus percentuais em relação as médias do ciclo original, verifica-se que a seleção proporcionou alterações significativas nas médias originais. Considerando-se, porém, as médias entre densidades de plantas na seleção pode-se observar que as diferenças entre estas foram pouco acentuadas, caracterizando-se a não significância do efeito de densidades.

4.1.2. Efeito sobre a altura de plantas e altura de espigas

Em razão da prolificidade ser um caráter genéticamente correlacionado com a altura de planta e a altura de espiga (ROBINSON et alii, 1951; SUBANDI & COMPTON, 1974a e COORS & MARDONES, 1989), após a realização de um ciclo de seleção massal para prolificidade foi de interesse verificar as mudanças que esta seleção promoveu nestes caracteres. Uma

vez que a seleção foi realizada em três densidades de plantas, deu-se ênfase aos efeitos destas densidades.

Na tabela 08 são apresentados os resumos das análises de variância individuais para a altura de plantas e altura de espigas, referentes aos experimentos em Lavras, Sete Lagoas e Goiânia. Tanto para a altura de plantas quanto para a altura de espigas, verificou-se, em cada um dos locais, a não significância para os efeitos das densidades de plantas utilizadas na seleção. De modo semelhante, o contraste envolvendo a população selecionada e o ciclo original (TR vs TA) também não resultou em significância estatística.

Quanto às estimativas dos coeficientes de variação nos respectivos experimentos (Tabela 08), para a altura de plantas em Sete Lagoas o maior valor foi em torno de 6%, sendo que para os dados obtidos em Lavras, o coeficiente de variação foi de apenas 2,76%. Com relação à altura de espigas, a maior estimativa de coeficiente de variação foi em torno 13%, obtida para o experimento em Sete Lagoas, enquanto que a menor estimativa foi de 5,7%, referente ao experimento em Lavras. Coeficientes de variação com estas magnitudes são considerados baixos (GOMES, 1987), indicando, tanto para a altura de plantas quanto para altura de espigas, uma boa precisão experimental.

Na tabela 09 são apresentados os resumos das análises de variância conjunta para a altura de plantas e altura de espigas. De forma semelhante ao constatado nas análises individuais, para ambos os caracteres, as análises conjuntas também não detectaram siginificância para os efeitos

de densidades de plantas na seleção e para o contraste envolvendo a população selecionada e o ciclo original (TR vs TA).

Por estes resultados, considera-se que o ciclo de seleção massal para prolificidade não ocasionou alteração significativa na frequência de alelos relacionados com a altura de plantas e a altura de espigas, não havendo, portanto, possibilidade de se detectar os efeitos das densidades utilizadas na seleção. Este fato, é ilustrado pelos baixos percentuais referentes as médias da população selecionada em relação as médias do ciclo original (Tabela 10).

Como já havia sido constatado para o índice de espigas e para o peso de espigas, os efeitos das interações entre densidade de plantas na seleção e densidade de plantas na avaliação também foram não significativos para os caracteres altura de plantas e de espigas (Tabela 08 e 09).

Embora o ciclo de seleção não tenha proporcionado alteração na altura de plantas e na altura de espigas , KINCER & JOSEPHSON (1976), GEBAUER (1979), THOMPSON (1983) e SUBANDI (1992) relataram aumentos para estes caracteres com a realização da seleção massal para prolificidade.

A falta de significância para o efeito de densidades de plantas na seleção, bem como a pequena resposta obtida em relação ao ciclo original, pode ser relacionada a uma insuficiente alteração na frequência de alelos dos caracteres em questão, o que justifica-se tanto pela

realização de um primeiro ciclo de seleção quanto pela possibilidade de ocorrência de interações do tipo genótipo por época e genótipo por local as quais por seus efeitos mascaram a seleção visual.

4.2. Efeito da densidade de plantas na avaliação

Para o índice de espigas, nas tabelas 03 e 04 são apresentados os resumos das análises de variância individuais e conjunta, respectivamente. Tanto nas análises individuais quanto na análise conjunta, verifica-se que os efeitos das densidades de plantas na avaliação foram altamente significativos, indicando que a manifestação da prolificidade foi influenciada pelos diferentes adensamentos.

Os tratamentos adicionais tiveram seus efeitos significativos quanto ao índice de espigas , para os experimentos em Sete Lagoas e Goiânia (Tabela 03), obtendo-se, também, significância na análise conjunta para interação L x TA (Tabela 04). Uma vez que os tratamentos adicionais se referem ao ciclo original da população CMS-39 avaliado nas três densidades de plantas, a diferença entre tratamentos adicionais pode ser relacionada ao efeito de densidades, muito embora este efeito não tenha sido constatado para o experimento em Lavras.

Considerando os locais de avaliação, Lavras e Sete Lagoas apresentaram a mesma média de índice de espigas, sendo esta pouco superior à obtida em Goiânia, tendo-se, portanto, a não significância para o efeito de locais (Tabela

04).

Na tabela 04. para o índice de espigas, também verifica-se que a interação entre densidades de plantas na avaliação e locais foi significativa. Através da figura 06, observa-se que em Sete Lagoas o decréscimo no índice de espigas com a utilização de maior densidade de plantas foi menos acentuado em relação aos demais locais, fato que condicionou a referida interação.

Um dos fatores que pode ter contribuido para interação L x D.P.A é a precipitação pluviométrica. Em Sete Lagoas no período coincidente com o florescimento, houve intensa precipitação (Figura 03), sendo este fenômeno bastante prejudicial a polinização, ocasionando baixa fertilização e consequente falha na formação de grãos. Devido a maior tendência à manifestação da prolificidade na densidade de 25 mil plantas/ha, nesta condição os efeitos da intensa precipitação incidiram de forma mais acentuada sobre o índice de espigas.

Comparando-se os índices de espigas entre as densidades de plantas na avaliação, através da figuara 06 verifica-se que os maiores valores foram obtidos na densidade de 25 mil plantas/ha, sendo, com base na média dos três locais, em torno de 15% e 35% superior aos valores obtidos com as avaliações nas densidades de 37,5 e 50 mil plantas/ha. A maior manifestação da prolificidade em menores densidades de plantas tem sido amplamente relatada (PRIOR & RUSSELL, 1975; MOLL & KAMPRATH, 1977; IREMIREN & MILBOURN, 1980; CRUZ et

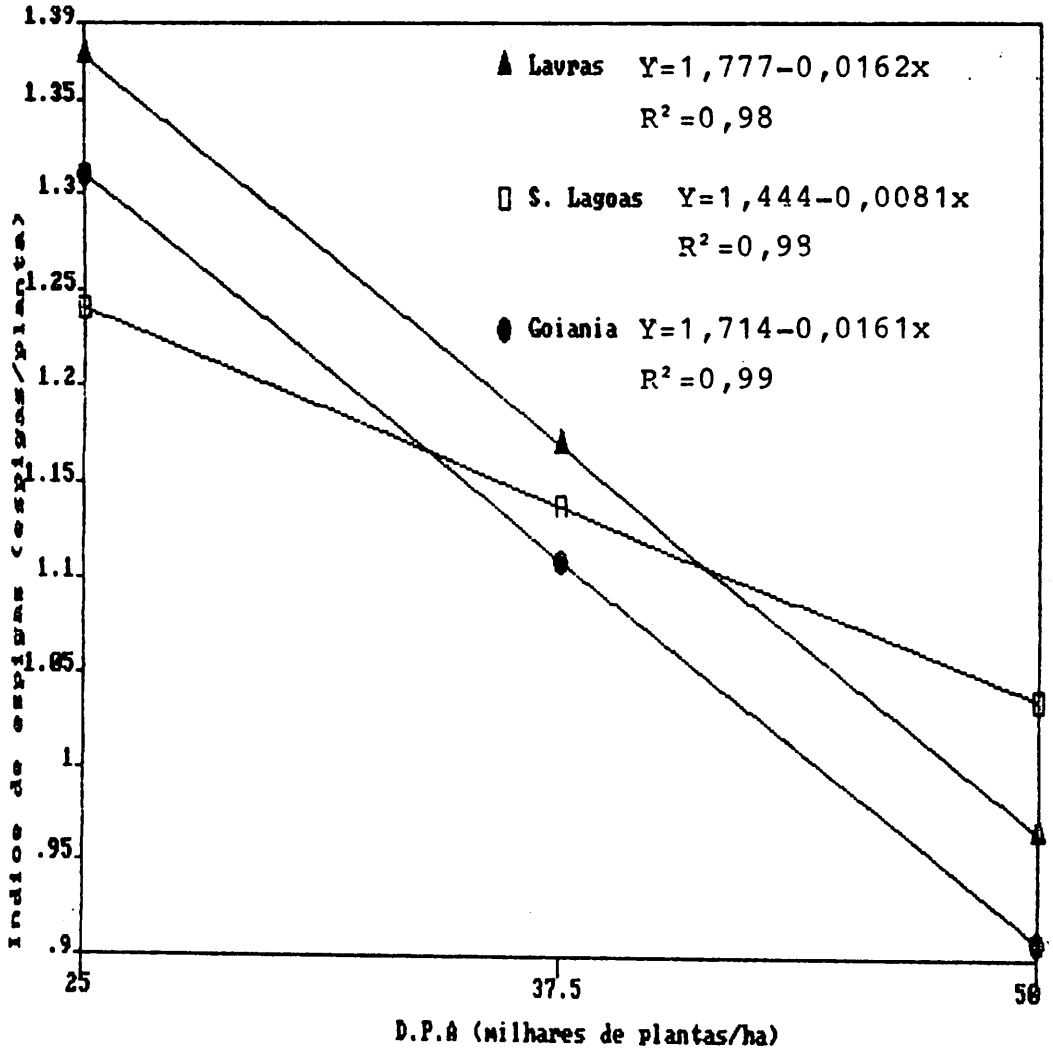

FIGURA 06. Comportamento da população CMS-39, quanto ao índice de espigas (espigas/planta), em função de três densidades de plantas nas avaliações em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

alii. 1987 e ARRIEL, 1991), sendo que a menor competição por luz, água e nutrientes é apontada como responsável por esta maior manifestação.

Para o peso de espigas, os resumos das análises de variância individuais e conjunta são apresentados nas tabelas 03 e 04, respectivamente. Verifica-se que as densidades de plantas na avaliação apresentaram efeitos significativos, indicando diferentes produtividades de espigas entre as densidades.

Dentre os locais onde foram realizadas as avaliações, verifica-se, na tabela 03, que a maior produtividade foi obtida no experimento em Lavras (7750,70 Kg/ha), seguida pela produtividade obtida em Goiânia (6237,50 Kg/ha) e finalmente a obtida em Sete Lagoas (5887,50 Kg/ha). Esta diferença na produtividade foi detectada pela análise de variância conjunta, uma vez que os locais apresentaram efeitos altamente significativos quanto à performance para o peso de espigas. O baixo rendimento do experimento em Sete Lagoas, pode estar relacionado, principalmente, com uma deficiente formação de grãos em decorrência de intensa precipitação no período de florescimento (Figura 03).

Através das estimativas dos coeficientes de regressão (b) das equações referentes às avaliações em Lavras, Sete Lagoas e Goiânia (Figura 07), pode-se verificar que a partir de 25 mil plantas/ha, a cada mil plantas adicionadas, dentro do intervalo de densidades de plantas estudado, obteve-se incrementos na produtividade de espigas de 62, 41 e 21 Kg/ha para os respectivos locais.

A figura 07 mostra o comportamento do caráter peso de espigas para cada local, considerando as densidades de plantas na avaliação de 25 ; 37,5 e 50 mil plantas/ha. Pode-se observar, dentre as densidades, que as maiores produtividades foram obtidas com a densidade de 50 mil plantas/ha, sendo esta, com base na média dos três locais, em torno de 17% e 8% superior às obtidas nas avaliações a 25 mil plantas/ha e 37,5 mil plantas/ha, respectivamente. O melhor desempenho na densidade de 50 mil plantas/ha foi concordante com a recomendação genérica de densidade de plantas para cultura do milho, entretanto, a diferença de produtividade em relação as demais densidades pode ser considerada pouco acentuada, destacando-se a diferença no número de plantas por área. A este respeito, a maior manifestaçào da prolificidade, bem como a maior contribuição de espigas inferiores para a produtividade total (CEIPT) nas menores densidades (Tabela 05 e 07, respectivamente), proporcionaram certa compensação em relação ao menor número de plantas. Considerações a este respeito também foram apresentadas por PRIOR & RUSSELL (1975), MOLL & KAMPRATH (1977), CRUZ et alii (1987) e ARRIEL (1991).

Para os caracteres altura de plantas e altura de espigas as tabelas 08 e 09 apresentam, respectivamente, os resumos das análises de variância individuais e conjunta. Nestas análises, tanto a altura de plantas quanto a altura de espigas não foram influenciadas pelas densidades de plantas na avaliação. Esta semelhança entre os efeitos das densidades de plantas na avaliação pode ser verificada através das médias

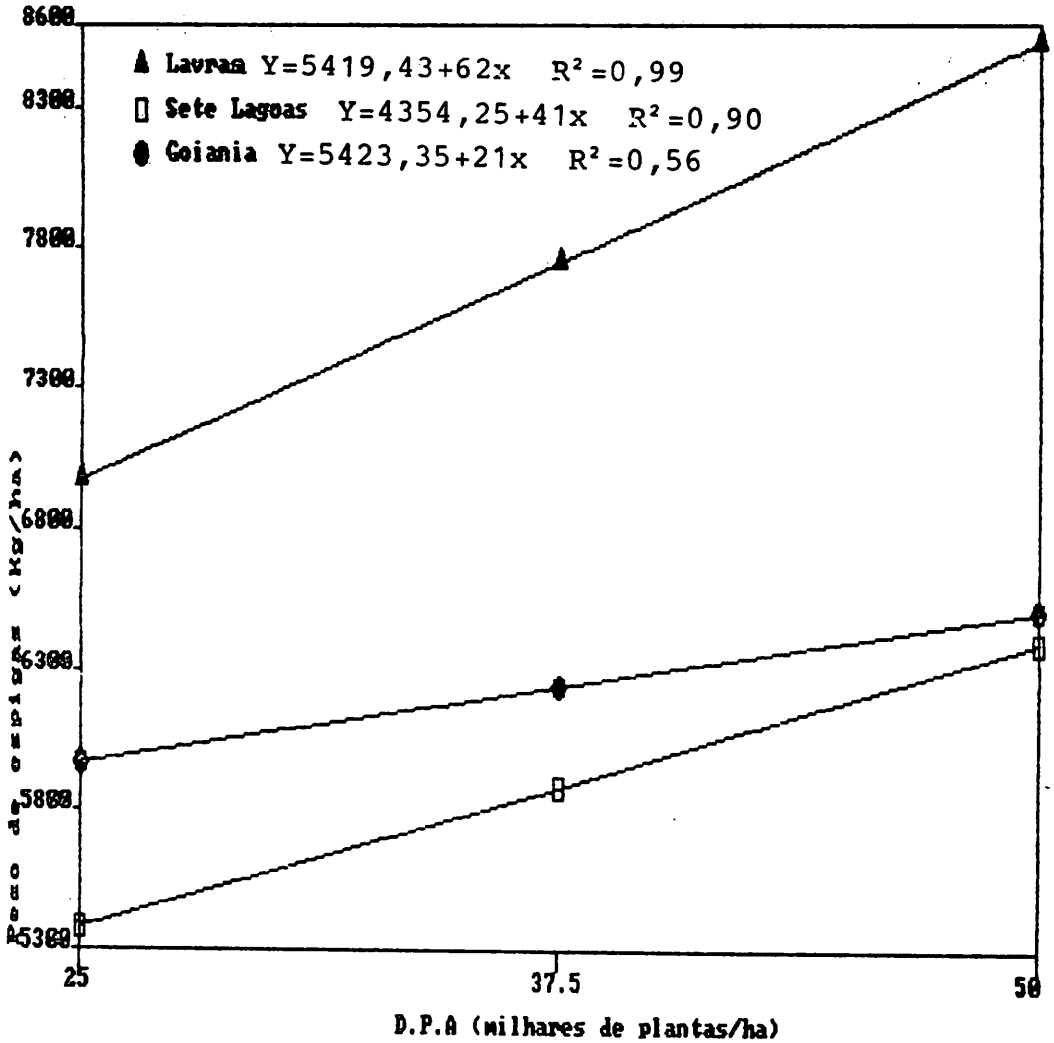

FIGURA 07. Comportamento da população CMS-39, quanto ao peso de espigas (Kg/ha), em função de três densidades de plantas nas avaliações em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO, 1990/91.

apresentadas na tabela 10.

De forma contrária a estes resultados, PEREIRA FILHO (1977) e BIANCHINI (1980) observaram uma redução na altura de plantas com o uso de maiores densidades, enquanto que EL-LAKANY & RUSSELL (1971) relataram aumento para este caráter. Em função de menores adensamentos, Mundstock & Carvalho (1970) citados por SILVA (1978b) também obtiveram redução na altura de espigas, enquanto que USBERTI FILHO (1972) havia relatado aumento para este caráter.

TABELA 03. Resumo das análises de variância para índice de espigas (espigas/planta) e peso de espigas (kg/ha). Os quadrados médios dos respectivos caracteres foram multiplicados por 10^2 e 10^{-4}. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MEDIOS					
		Lavras		Sete Lagoas		Goiânia	
		I.E.[1]	P.E.[2]	I.E.	P.E.	I.E.	P.E.
Blocos	2	1,00	78,16	0,70	43,39	1,50	356,68**
Tratamentos (T)	11	8,64**	155,36	3,00*	78,44	9,30**	53,09*
Tratamentos regulares (TR)	8	10,53**	162,65	3,15*	90,68	10,20**	63,23*
Densidade de plantas na seleção (D.P.S.)	2	1,00	7,59	0,70	8,06	2,80	51,95
Densidade de plantas na avaliação (D.P.A.)	2	38,10**	546,23**	9,50**	260,39*	37,00**	118,50*
D.P.S. x D.P.A.	4	1,50	48,38	1,20	47,13	0,50	41,24
Tratamentos adicionais (TA)	2	0,15	200,89	3,60*	67,11	10,20**	8,36
TR vs TA	1	10,40**	2,01	0,60	3,16	0,20	61,50
Resíduo	22	0,63	82,03	0,80	75,86	1,30	24,80
Total	35						
Média		1,13	7750,70	1,13	5887,50	1,10	6237,50
C.V. (%)		7,08	11,69	8,11	14,79	10,20	7,95

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

1/ Índice de espigas

2/ Peso de espigas

TABELA 04. Resumo das analises de variancia conjunta para indice de espigas (espigas/planta) e peso de espigas (kg/ha). Os quadrados médios dos respectivos caracteres foram multiplicados por 10^{2} e 10^{-4}. Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

F.V.	G.L.	Q.M.	
		INDICE DE ESPIGAS	PESO DE ESPIGAS
Locais (L)	2	1,30	3527,43**
Blocos d. locais	6	1,00	159,20*
Tratamentos	11	17,70**	197,58*
Tratamentos regulares(TR)	8	21,25**	228,11**
Densidade de plantas na seleção (D.P.S.)	2	3,50*	1,58
Densidade de plantas na avaliação (D.P.A.)	2	78,30**	847,47**
D.P.S. x D.P.A.	4	1,60	31,70
Tratamentos adicionais (TA)	2	9,40**	170,57
TR vs TA	1	5,80*	7,41
Interação L x T	22	16,00	65,61
Interação L x TR	16	1,40	73,25
L x D.P.S.	4	0,90	33,01
L x D.P.A.	4	3,10*	39,83
L x D.P.S. x D.P.A.	8	0,80	110,07
Interação L x TA	4	2,30*	53,12
Interação L x (TR vs TA)	2	2,80 +	29,53
Resíduo	66	0,90	60,81
TOTAL	107		
Media		1,12	6625,00
C.V. (%)		8,53	11,77

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

+, F significativo a 5,1% de probabilidade.

Tabela 05. Médias observadas para o índice de espigas (espigas/planta) e peso de espigas (kg/ha) e seus respectivos percentuais às correspondentes densidades de plantas na avaliação do ciclo original (C.O.), consideradas como 100%. Dados obtidos na média dos experimentos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

D.P.S. (plantas/ha)	D.P.A. (plantas/ha)	Índice de espigas		Peso de espigas	
		média	(% C.O.)	Média	(% C.O.)
25000	25000	1.27	106,72	6050,00	98,24
	37500	1,06	99,06	6816,60	104,02
	50000	0,95	96,93	6986,10	99,40
	$\bar{X}$	1,09	100,92	6617,56	100,57
37500	25000	1.38	115,96	6177,70	100,31
	37500	1.13	105,60	6583,30	100.46
	50000	0.96	97,95	7236.10	102,96
	$\bar{X}$	1,16	107,40	6665,70	101,31
50000	25000	1,29	108,40	5850,00	94,99
	37500	1.14	106.54	6913,80	105,51
	50000	1.02	104,08	7147,20	101,70
	$\bar{X}$	1,15	106,48	6637,00	100,87
C.O.	25000	1,19	-	6158,30	-
	37500	1,07	-	6552,70	-
	50000	0.98	-	7027,70	-
	$\bar{X}$	1.08	-	6579,50	-
Media	25000	1.28	-	6059,00	-
	37500	1.10	-	6716,60	-
	50000	0.97	-	7099,27	-

TABELA 06. Resumo da analise de variancia para a contribuição das espigas inferiores no peso total de espigas (CEIPT %). Dados obtidos em Lavras, MG. 1990/91.

F.V.	G.L.	Q.M.
Blocos	2	5,91
Tratamentos (T)	11	75,36*
Tratamentos regulares (TR)	8	84,84*
Densidade de plantas na seleção (D.P.S.)	2	11,53
Densidade de plantas na avaliação (D.P.A.)	2	327,69**
D.P.S. x D.P.A.	4	0,07
Tratamentos adicionais (TA)	2	0,27
TR vs TA	1	149,75**
Residuo	22	11,06
Total	35	
Media		9.56
C.V. (%)		34,70

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

Tabela 07. Médias observadas para a contribuição das espigas inferiores no peso total de espigas (CEIPT %) e seus respectivos percentuais às correspondentes densidades de plantas na avaliação do ciclo original (C.O.), consideradas como 100%. Dados obtidos na avaliação em Lavras, MG. 1990/91.

D.P.S. (plantas/ha)	D.P.A. (plantas/ha)	CEIPT Media	CEIPT (% C.O.)
25000	25000	15,40	151,27
	37500	8,47	175,72
	50000	3,97	79,40
	$\bar{X}$	9,28	139,33
37500	25000	15,57	172,59
	37500	10,33	214,31
	50000	4,46	89,20
	$\bar{X}$	10,78	161,86
50000	25000	17,68	173,67
	37500	10,62	220,33
	50000	6,20	124,00
	$\bar{X}$	11,50	172,67
C.O.	25000	10,18	-
	37500	4,82	-
	50000	5,00	-
	$\bar{X}$	6,66	-
Media	25000	15,20	-
	37500	8,56	-
	50000	4,90	-

TABELA 08. Resumo das análises de variância para altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		Lavras		Sete Lagoas		Goiânia	
		A.P.[1]	A.E.[2]	A.P.	A.E.	A.P.	A.E.
Blocos	2	0,60	3,00	0,80	2,20	5,70	23,70**
Tratamentos (T)	11	0,53	0,80	3,16	2,82	1,17	1,40
Tratamentos regulares (TR)	8	0,45	0,90	2,60	2,70	1,38	1,80
Densidade de plantas na seleção (D.P.S.)	2	0,90	2,10	0,40	3,10	1,60	0,90
Densidade de plantas na avaliação (D.P.A.)	2	0,50	0,10	1,20	0,10	0,10	3,50
D.P.S. x D.P.A.	4	0,20	0,70	4,40	3,80	1,90	1,40
Tratamentos adicionais (TA)	2	1,00	0,80	3,40	2,50	0,50	0,30
TR vs TA	1	0,30	0,10	7,20	4,50	0,80	0,10
Resíduo	22	0,40	0,60	2,10	2,50	2,00	1,30
Total	35						
Média		237,90	136,10	221,90	121,00	229,40	129,90
C.V. (%)		2,76	5,70	6,48	12,97	6,16	8,76

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

1/ Altura de plantas

2/ Altura de espigas

TABELA 09. Resumo das análises de variância conjunta para altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm). Dados obtidos em Lavras e Sete Lagoas,MG e Goiânia,GO. 1990/91.

F.V.	G.L.	Q.M.	
		Altura de plantas	Altura de espigas
Locais (L)	2	23,00**	20,80
Blocos d. locais	6	2,30	9,60*
Tratamentos (T)	11	1,10	1,80
Tratamentos regulares (TR)	8	0,32	2,08
Densidade de plantas na seleção (D.P.S.)	2	0,30	3,10
Densidade de plantas na avaliação (D.P.A.)	2	0,20	0,60
D.P.S. x D.P.A.	4	0,40	2,30
Tratamentos adicionais (TA)	2	3,60	1,10
TR vs TA	1	2,40	0,80
Interaçao L x T	22	1,85	1,62
Interação L x TR	16	2,08	1,65
L. x D.P.S.	4	1,30	1,50
L. x D.P.A.	4	0,80	1,50
L. x D.P.S. x D.P.A.	8	3,10	1,80
Interaçao L x TA	4	0,60	1,30
Interação L x (TR vs TA)	2	2,50	2,00
Resíduo	66	1,50	1,50
Total	107		
Media		229,80	129,00
C.V. (%)		5,33	9,34

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

TABELA 10. Médias observadas para a altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm) e seus respectivos percentuais às correspondentes densidades de plantas na avaliação do ciclo original (C.O.), consideradas como 100%. Dados obtidos na média dos experimentos em Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO. 1990/91.

D.P.S. (plantas/ha)	D.P.A. (plantas/ha)	Altura de plantas		Altura de espigas	
		média	(% C.O.)	média	(% C.O.)
25000	25000	233,40	104,66	123,91	100,73
	37500	226,70	96,50	127,90	100,70
	50000	229,90	102,17	124,00	94,65
	$\bar{X}$	230,00	101,05	125,20	98,58
37500	25000	231,40	103,76	134,00	108,94
	37500	230,90	98,29	134,90	106,22
	50000	228,90	101,73	125,00	95,41
	$\bar{X}$	230,40	101,23	131,30	103,38
50000	25000	230,90	103,54	134,00	108,94
	37500	231,90	98,72	126,90	99,92
	50000	232,00	103,11	134,00	102,29
	$\bar{X}$	231,60	101,75	131,60	103,62
C.O.	25000	223,00	-	123,00	-
	37500	234,90	-	127,00	-
	50000	225,00	-	131,00	-
	$\bar{X}$	227,60	-	127,00	-
Média	25000	229,67	-	128,72	-
	37500	231,10	-	129,17	-
	50000	228,95	-	128,50	-

5. CONCLUSÕES

1. O efeito do ciclo de seleção massal para prolificidade só foi constatado no índice de espigas e referente ao experimento em Lavras, tendo-se uma resposta em relação ao ciclo original em torno de 12%.

2. A densidade de plantas na seleção que proporcionou o índice máximo de espigas foi próxima de 42 mil plantas/ha.

3. Na avaliação a 50 mil plantas/ha a produtividade de espigas foi superior àquelas obtidas nas avaliações a 37,5 e 25 mil plantas/ha. A pequena diferença observada, inferior a 20%, pode ser atribuida ao maior índice de espigas e a maior CEIPT nas menores densidades de plantas.

Apesar de preliminares, os resultados obtidos com o primeiro ciclo de seleção massal com controle biparental foram satisfatórios, sugerindo-se, no entanto, a continuidade do programa para averiguar as tendências observadas.

6. RESUMO

Com o objetivo de verificar o efeito de diferentes densidades de plantas na seleção massal para expressão da 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 contíguos de plantas, correspondentes às densidades de 50; 37,5 e 25 mil plantas/ha. No ano agrícola 1990/91, nas localidades de Lavras e Sete Lagoas, MG e Goiânia, GO, empregando-se o delineamento experimental blocos casualizados, com três repetições, fez-se a avaliação deste ciclo de seleção. Nesta etapa, as densidades de plantas corresponderam às utilizadas na etapa de seleção, sendo que os tratamentos constituiram-se de um fatorial 3^2 com três tratamentos adicionais. Os tratamentos do fatorial foram formados pelos fatores densidade de plantas na seleção (D.P.S.) e densidade de plantas na avaliação (D.P.A.). Os tratamentos adicionais corresponderam ao ciclo original (C.O.) da população CMS-39, avaliado nos três níveis de densidade de plantas. Foram analisados os dados de índice de espigas, peso de espigas, altura de plantas e de espigas. Para o índice de espigas, as densidades de plantas na seleção tiveram seus efeitos estatísticamente significativos, sendo

que os melhores resultados com a seleção foram obtidos para densidades de plantas em torno de 42 mil plantas/ha. Para os caracteres peso de espigas, contribuição das espigas inferiores para o peso total de espigas (CEIPT), altura de plantas e de espigas, as densidades de plantas na seleção não exerceram efeitos diferenciados. O contraste envolvendo a população selecionada e o ciclo original foi significativo apenas para o índice de espigas e referente ao experimento na localidade de Lavras, tendo-se, portanto, um indício de alteração na frequência de alelos relacionados à expressão da prolificidade. Para as densidades de plantas utilizadas na avaliação, a população CMS-39 apresentou diferentes performances quanto ao índice de espigas, CEIPT e produtividade de espigas, sendo que a altura de plantas e de espigas não sofreram os efeitos de densidades. Na avaliação a 25 mil plantas/ha as médias de índice de espigas e CEIPT foram, respectivamente, em torno de 35% e 210% superiores àquelas obtidas a 50 mil plantas/ha. Entretanto, a 50 mil plantas/ha a média de peso de espigas foi em torno de 17% superior a obtida à 25 mil plantas/ha. Esta pequena diferença deve-se ao maior índice de espigas e a maior CEIPT nas menores densidades, fato que proporcionou alguma compensação no menor número de plantas por área.

[redacted]

7. SUMMARY

The objective of this work was to study the effect of different plant densities in the mass selection for the expression of prolificacy in maize. In 1990, at Sete Lagoas (MG), was realized the first cycle of mass selection for prolificacy with biparental control in the maize population CMS-39. The selection was carried out in three plant densities of 25000, 37500 e 50000 plants/ha. This cycle of selection was evaluated in Lavras and Sete Lagoas (MG) and Goiânia (GO) in 1990/91, using a randomized block design, with three replications, in a factorial 3^2 arrangement with three additional treatments. The factorial treatments were grouped in two factors: plant density in the selection (PDS) and plant density in the evaluation (PDE). The additional treatments corresponded to the original CMS-39 population (CO) in three plant density levels. Ear index, ear weight, contribution of the lowers ears for the total ear weight (CLETW) and plant and ear height data were analyzed. For the traits ear index, plant densities in the selection were statistically significant ($P<0,05$), and the best results with selection were achieved by about 42000 plants/ha. For ear weight, CLETW, plant height and ear heigth, the plant densities in the selection did not show differential effects. The mean square for the contrast of the selected and the

[redacted]

original populations showed to be statistically significant (P<0,01) only for ear index in Lavras (MG), indicating an alteration in the allele frequency related to the expression of prolificacy. In the plant densities used for evaluation, the population CMS-39 showed different performance for the traits ear index, CLETW and ear yield, but not for ear height and plant height. When using 25000 plants/ha the means for ear index, and CLETW were 35% and 210%, respectively, higher than those obttained with 50000 plants/ha. However, with 50000 plants/ha the mean ear yield was 17% higher than with 25000 plants/ha. This small difference is due to the higher values obttained for index and CLETW at lower densities, making up for the lower number of plants per area.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

01 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. (Tese MS).

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

03 ARRIEL, E.F. **Avaliação de famílias de meios irmãos da população de milho CMS-39 em duas densidades de semeadura**. Lavras, ESAL, 1991. 121p. (Tese MS).

04 BALKO, L.G. & RUSSELL, W.A. Effects of rates of nitrogen fertilizer on maize inbred lines and hybrid progeny. I. Prediction of yield responses. **Maydica**, Bergamo, 25: 65-79, 1980.

05 BAUMAN, L.I. Relaltive yields of first and second ears of semi-prolific southern corn hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, 52:220-2, 1960.

06 BIANCHINI, H.C. **Comportamento do cultivar de milho (*Zea mays* L.) Piranão, em níveis crescentes de adubação NPK-Zn em diferentes densidades de plantio**. Lavras, ESAL, 1980. 84p. (Tese MS).

07 BUREN, L.L.; MOCK, J.J. & ANDERSON, J.C. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. **Crop Science**, Madison, 14:426-9, 1974.

08 COMPTON, W.A.; GARDNER, C.O. & LONNQUIST, J.H. Genetic variability in two open pollinated varieties of corn (**Zea mays** L.) and their F1 progenies. **Crop Science**, Madison, 5:505-8, 1965.

09 COORS, J. & MARDONES, M.C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize. I. Direct and correlated responses. **Crop Science**, Madison, 29:262-6, 1989.

10 CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P. & SALLES, L.T.C.de. Utilização de cultivares de milho prolíficos no consórcio milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 22(2):203-11, Fev., 1987.

11 DUVICK, D. N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. **Crop Science**, Madison, 14:69-71, 1974.

12 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).

13 El-LAKANY, M.A. & RUSSELL, W.A. Relationships of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. **Crop Science**, Madison, 11: 698-701, 1971.

14 FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 2.ed. New York, Longman, 1987. 365p.

15 FLESCH, R.D. **Efeitos de duas populações de plantas sobre o desenvolvimento das espigas em três híbridos simples de milho (*Zea mays* L.)**. Porto Alegre, UFRGS, 1978. 98p. (Tese MS).

16 GARDNER, C.O. An evaluation of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, Madison, 1:241-5, 1961.

17 GARDNER, M.B. The effects of selection for grain yield and ear number on nitrogen use efficiency and prolificacy in maize. **Dissertation Abstracts International** B, 48:2200B, 1988. In: MAIZE ABSTRACTS. Cambridge, 4(6):344, Abst. 2833, Nov. 1988.

18 GEBAUER, J.E. Mass selection for prolificacy in maize grown at two plant densities. Saint Paul, University of Minnesota, 1978. 98p. In: **Dissertation Abstracts International**, B, Ann Arbor, 39:5696B, 1979.

19 GERAGE, A.C. Cultivares. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **A cultura do milho no Páraná**. Londrina, 1991. cap.5, p.71-84.

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

21 GOMEZ, L.G. Respuesta indirecta de incremento de rendimiento in seleccion recurrent por prolificidad. In: REUNION DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA, 14, e, REUNION SURAMERICANA DE MAICEROS, 1, Maracay, 1990. **Memoria**.

22 HALLAUER, A.R. Heritability of prolificacy in maize. **The Journal of Heredity**, Baltimore, **65**:163-8, 1974.

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

24 HARRIS, R.E.; GARDNER, C.O. & COMPTON, N.A. Effects of mass selection and irradiation in corn measured by random S1 lines and their test crosses. **Crop Science**, Madison **12**: 594-8, 1972.

25 --------; MOLL, R.H. & STUBER, C.W. Control and inheritance of prolificacy in maize. **Crop Science**, Madison, **16**: 843-50, 1976.

26 IREMIREN, G.O. & MILBOURN, G.M. Effects of plant density on ear barrenness in maize. **Experimental Agricultural**, Cambridge, **16**:321-6, 1980.

27 JUGENHEIMER, R.N. **Maiz - variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas**. México, Editorial Limusa, 1981. 841p.

28 KAMPRATH, E.; MOLL, R.H. & RODRIGUES, N. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid populations of corn. **Agronomy Journal**, Madison, 74:955-8, 1982.

29 KINCER, H.C. & JOSEPHSON, L.M. Mass selection for prolificacy in maize. **Agronomy abstracts**, Madison, 55, 1976.

30 LAIBLE, C.A. & DIRCKS, V.A. Genetic variance and selection value of ear number in corn (*Zea maiz* L.). **Crop Science**, Madison, **8**:540-3, 1968.

31 LINDSEY, M.F.; LONNQUIST, J.H. & GARDNER, C.O. Estimates of genetic variance in open-polinated varieties of corn. **Crop Science**, Madison, 2:105-8. 1962.

32 LONNQUIST, J.H. Mass selection for prolificacy in corn. **Der Zuchter**, Heidelberg, 37:185-8, 1967.

33 MOCK, J.J. & PEARCE, R.B. And ideotype of maize. **Euphytica**, Wageningen, **24**:613-23, 1975.

34 MOLL, R.H. & KAMPRATH, E. J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. **Agronomy Journal**, Madison, **69**: 81-4, 1977.

35 --------; MOTTO, M. & TOLEDO, J.F.F.de. Prediction and inheritance of prolific expression in maize hybrids. **Maydica**, Bergamo, **26**:273-85, 1981.

36 MÔRO, J.R. **Comparação entre seleção massal com testemunha em um composto de milho** *(Zea mays* L.). Piracicaba ESALQ, 1977. 53p. (Tese MS).

37 MOSS, G.I. & DOWNEY, L.A. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequente grain yield. **Crop Science**, Madison, 11: 368-72, 1971.

38 MOTTO, M. & MOLL, R.H. Prolificacy in maize: a review. **Maydica**, Bergamo, 28:53-76, 1983.

39 ORDAS, A. & STUCKER, R.E. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn populations. **Crop Science**, Madison, 17:926-9, 1977.

40 PACHECO, C.A.P. **Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente - 2 ciclo de seleção**. Lavras, ESAL, 1987. 109p. (Tese MS).

41 PATERNIANI, E. Esquemas modificados de seleção recorrente recíproca. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DO DEPARTAMENTO E INSTITUTO DE GENÉTICA. Piracicaba, ESALQ/USP, 1970. p.83-94.

42 --------. Seleção recorrente recíproca com plantas prolíficas. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DO DEPARTAMENTO E INSTITUTO DE GENÉTICA. Piracicaba, ESALQ/USP, 1971. p.129-32.

43 --------. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize. **Maydica**, Bergamo, 23:29-34, 1978.

44 --------. Seleção massal com controle biparental para prolificidade em milho. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DO DEPARTAMENTO E INSTITUTO DE GENÉTICA. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. p.69-76.

45 -------- & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. V.1, cap.6, p.215-74.

46 PENDLETON, J.W.; EGLI, D.B. & PETERS, D.B. Response of *Zea mays* L. to a "light rich" field enviroment. **Agronomy Journal**, Madison, 59:495-7, 1967.

47 PENGPHOL, S. **Performance of corn (*Zea mays* L.), Philippine Prolific DMR Composite, at different nitrogen levels and plant populations densities**. Los Baños, University of the Philippines, 1982. 91p. (Tese MS).

48 PEREIRA FILHO, I.A. **Comportamento dos cultivares de milho (*Zea mays* L.) "piranão" e "centralmex" em diferentes condições de ambientes, espaçamentos e níveis de nitrogênio.** Lavras, ESAL, 1977. 84p. (Tese MS).

49 PHILLIPS, I.D.J. Apical dominance. **Annual Review of Plant Physiology,**. Palo Alto, **26**:341-67, 1975.

50 PRIOR, C. & RUSSELL, W.A. Yield performance of nonprolific and prolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, Madison, 15:482-6, 1975.

51 ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. & HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, **43**:282-7, 1951.

52 --------;-------- & --------. Genetic variation in open-pollinated varieties of corn. **Genetics**. Austin, **40**:45-60, 1955.

53 RUBINSTEIN, B. & NAGAO, M.A. Lateral brid outgrowth and its controle by the apex. **Botanical Review**, New York, **42**:83-113, 1976.

54 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, 8:244-7, 1968.

55 -------- & 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, **8**:248-51, 1968.

56 SANCHEZ, F.M. **Genotecnia vegetal**. México, AGT Editor S.A., 1985. Tomo 1. 357p.

57 SASS, J.E. & LOEFFEL, F.A. Development of axillary buds in maize in relation to barrenness. **Agronomy Journal**, Madison, **51**:484-6, 1959.

58 SEGOVIA, V.F.S. **Avaliação da seleção massal em ambos os sexos para prolificidade em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1983. 91p. (Tese MS).

59 SHEVARDNADZE, G.A. Genetic analysis of prolificacy in maize in a diallell cross system. **Bulletin of the Academy of Science of the Georgian**, 15(3):617-20, 1984. In:PLANT BREEDING ABSTRACT, Cambridge, 56(11), Abst.5228, Jan. 1986.

60 SILVA, A.E.da. **Evaluation of mass selection for yield in a variety of maize (*Zea mays* L.)**. Ames, Iowa State University, 1978a. 97p. (Tese MS).

61 SILVA, P.R.F.da. **Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características agronômicas em seis cultivares de milho**. Porto Alegre, UFRGS, 1978b. 84p. (Tese MS).

62 SINGH, M.; KHEHRA, A.S. & DHILLON, B.S. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. **Crop Science**, Madison, 26:275-8, 1986.

63 SOARES FILHO, W.dos S. **Características fenotípicas e genéticas das populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico Piranão VD2B e Piranão VF1B**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 185p. (Tese de Doutorado).

64 SORRELLS, M.E.; HARRIS, R.E. & LONNQUIST, J.H. Response of prolific and nonprolific maize to growth-regulating chemicals. **Crop Science**, Madison, 18:783-7, 1978.

65 --------; LONNQUIST, J.H. & HARRIS, R.E. Inheritance of prolificacy in maize. **Crop Science**, Madison, 19:301-6, 1979.

66 SOUZA JUNIOR, C.L.; GERALDI, I.O. & ZINSLY, J.R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, 30:321-8, 1985.

67 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.305-54.

68 SUBANDI. Ten cycles of selection for prolificacy in a composite variety of maize. **Indonesian journal of crop science**, 5(1):11, 1990. In: MAIZE ABSTRACTS, Cambridge, 8(2):92, abst.616, mar. 1992.

69 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**, Heidelberg, 44:153-9, 1974a.

70 -------- & --------. Genetic studies in an exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. II. Choice of a density enviroment for selection. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, 44:193-8, 1974b.

71 THOMPSON, S.A. Mass selection for prolificacy in corn at high and low plant densities. Cycle means and genotypic variances. Saint Paul, University of Minnesota, 1982. 101p. **Dissertation Abstracts International**, B, Cambridge 43:2414B, 1983.

72 TOLEDO, J.F.F.de. **The inherirtance of prolificacy in corn (*Zea mays* L.).** Raleigh, North Carolina State University, 1978. 53p. (Tese MS).

73 TORREGROZA, M. & HARPSTEAD, D.D. Effects of mass selection for ears per plant in maize. **Agronomy Abstracts**, Madison, 20, 1967.

74 USBERTI FILHO, J.A. **Avaliação de germoplasmas de milho (*Zea mays* L.) em relação a densidade de plantio e níveis de fertilizantes.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1972. 152p. (Tese de Doutorado).

75 WOOLLEY, D.G.; BARACCO, N.P. & RUSSELL, W.A. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. **Crop Science**, Madison, 2:441-4, 1962.

76 ZINSLY, J.R. **Estudo sobre seleção massal em milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba, ESALQ/USP, 1968. 60p. (Tese MS).