



**SELEÇÃO MASSAL PARA PROLIFICIDADE
EM MILHO NA ÉPOCA NORMAL E NA
"SAFRINHA"**

DYEME ANTONIO VIEIRA BENTO

2002

DYEME ANTONIO VIEIRA BENTO

SELEÇÃO MASSAL PARA PROLIFICIDADE EM MILHO NA
ÉPOCA NORMAL E NA "SAFRINHA"

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

APROVADA em 8 de Fevereiro de 2002

Prof. Dr. João Cândido de Souza

UFLA

Dr. Pedro Hélio Estevam Ribeiro

EMBRAPA



Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Universidade Federal de Lavras
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Este trabalho é dedicado aos meus pais,

Renato Bento e

Maria Teresa Vieira Bento.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Sua Mãe;

Aos meus pais, meus irmãos Renata e Fernando, minha sobrinha Rafaela e meu cunhado Cyd, por toda a ajuda, todo apoio em todos esses anos;

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho, por uma orientação que sempre foi muito além do trabalho, além das atividades comuns, durante os últimos cinco anos. Foi um privilégio enorme ter sido um de seus orientados, tendo-o sempre como exemplo de força e autenticidade.

Aos membros da banca, Pedro Hélio Estevam Ribeiro e João Cândido de Souza, pelo acompanhamento no trabalho e pela amizade.

Ao meu amigo Antônio Cristóvão dos Santos, o velho Chopin de Brasília, sempre acompanhando tudo lá de longe, e sempre ajudando de todas as formas possíveis – “precisamos buscar o que é de verdade, velho Chopin, o que realmente vale a pena”;

Aos amigos da República, Jonas Jacob Chiaradia, Ivan Bedin (desliga essa guitarra que eu estou escrevendo, Major!), Evaldo dos Santos, Rafael “Frank” Barreto e Badu Albuquerque (o nosso herói), que ao longo de todo esse tempo tornaram-se também meus irmãos. Obrigado, pessoal. Sempre que possível nós estaremos juntos. Agradeço também aos nossos amigos agregados, Alexandre, Rose e Renata Priscilla (êêêê), Cláudio (Baiano) e Serginho. Só existem boas lembranças desses últimos dois anos de muita amizade e muita música também.

Aos colegas de Mestrado, Eduardo Augusto Bignotto, Geovani Ferreira Alves, Pedro Luiz Nurnberg, Glauco Santos Bahia e Rogério Freitas Marques, pela amizade e auxílio constante nos trabalhos de campo. Agradeço também aos demais colegas que contribuíram de alguma forma em várias ocasiões, Marcos Ventura Faria, Maximilian Gomes, Francisei Vitti Raposo, João Luís da Silva Filho, Marcelo Aguiar, Odair Bison, Janafna Ribeiro, Eduardo Lambert e à professora Ângela de Fátima Abreu.

Ao “Seu” Chico, tratorista, à secretária Elaine e aos demais funcionários do Departamento de Biologia.

Enfim, o agradecimento mais especial é para a aluna de Mestrado Isabella Antônia Nougalli Tonaco, que teve uma participação decisiva em várias situações, sendo fundamental para que esse trabalho fosse concluído com sucesso. Quando foi preciso enfrentar tantas situações difíceis à toda hora, eu percebi no meio de toda a rapidez das coisas que na verdade o que eu tenho é muita sorte – “sorte até demais, como sei que você tem também”. E vai ter sempre.

**“Vamos comemorar como idiotas, a cada fevereiro e feriado
Todos os mortos nas estradas, os mortos por falta de hospitais
Vamos celebrar nossa justiça, a ganância e a difamação
Vamos celebrar os preconceitos, o voto dos analfabetos
Comemorar a água podre e todos os impostos, queimadas, mentiras e seqüestros
Nosso castelo de cartas marcadas, o trabalho escravo, nosso pequeno universo
Toda hipocrisia e toda afetação, todo roubo e toda a indiferença
Vamos celebrar epidemias: é a festa da torcida campeã.
Vamos celebrar a fome, não ter a quem ouvir
Não se ter a quem amar
Vamos alimentar o que é maldade, vamos machucar um coração
Vamos celebrar nossa bandeira, nosso passado de absurdos gloriosos
Tudo o que é gratuito e feio, tudo que é normal
Vamos cantar juntos o hino nacional (a lágrima é verdadeira)
Vamos celebrar nossa saudade e comemorar a nossa solidão”.**

**Renato Manfredini Júnior;
“Perfeição”, 1993.**

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Seleção recorrente intrapopulacional.....	5
2.2 Seleção massal.....	9
2.3 Seleção massal estratificada.....	11
2.4 Seleção massal estratificada geneticamente.....	13
2.5 Seleção massal para prolificidade.....	15
2.6 Progressos obtidos com a seleção massal.....	17
2.7 Efeito da densidade de semeadura na expressão da prolificidade.....	20
2.8 O milho safrinha.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Material genético.....	24
3.2 Local.....	24
3.3 Condução do experimento.....	25
3.4 Condução da seleção massal para prolificidade.....	25
3.5 Avaliação do progresso genético com a seleção.....	26
3.6 Características avaliadas.....	27
3.7 Análise dos dados.....	29
4. RESULTADOS.....	31
4.1 Safra 1999/2000.....	31
4.2 Safra 2000/2001.....	35
4.3 Análise conjunta envolvendo as safras 1999/2000 e 2000/2001.....	50

5. DISCUSSÃO.....	53
6. CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	68

RESUMO

BENTO, Dyeme Antonio Vieira. **Seleção massal para prolificidade em milho na época normal e na "safrinha"**. LAVRAS: UFLA, 2002. 70p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

Partindo do pressuposto de que na cultura do milho a correlação entre a produtividade de grãos e o número de espigas por planta – prolificidade – é positiva e alta e que este caráter possui uma maior estimativa de herdabilidade, Paterniani (1978) propôs o método da seleção massal para prolificidade. Embora o método tenha mostrado eficiência em alguns casos, ainda são poucos os estudos que comprovam esse fato. Dessa forma, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de comprovar a eficiência da seleção massal para prolificidade, verificar se essa eficiência é dependente da densidade de semeadura e se é viável a condução de dois ciclos seletivos por ano agrícola. Os ciclos seletivos foram obtidos a partir do ano de 1994 e conduzidos em duas épocas distintas: a época normal, com semeadura em outubro e a "safrinha", com semeadura em janeiro. A avaliação dos ciclos foi efetuada em dois anos agrícolas, 1999/2000 e 2000/2001. No primeiro ano foram avaliados os cinco ciclos seletivos conduzidos até então nas duas épocas de semeadura. O delineamento experimental, em cada época, foi o de blocos ao acaso, segundo um esquema fatorial 5x2, sendo cinco ciclos em duas épocas de seleção, com cinco repetições. Nesses experimentos só foi considerada a produtividade de espigas despalhadas. No ano seguinte, foram avaliados seis ciclos seletivos da época normal e seis da "safrinha", utilizando-se sementes com a mesma idade, pois foi efetuada a multiplicação, no ano 1999/2000, das sementes armazenadas em câmara fria. Os experimentos foram conduzidos nas mesmas épocas da avaliação anterior, diferindo apenas no fato de que foram consideradas duas densidades de semeadura, 33 e 55 mil plantas/ha. O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, segundo o esquema fatorial 6x2x2+2 (o híbrido simples C333B utilizado como testemunha nas duas densidades). Nessa avaliação, além da produção de espigas despalhadas, foram considerados também os caracteres número de espigas por planta, número de dias até o florescimento masculino e feminino, altura média de plantas e de espigas. Constatou-se que a seleção massal para prolificidade só foi eficiente na avaliação efetuada na semeadura de outubro do ano 1999/2000. Nessa condição, o ganho com a seleção na época normal (7,8%) foi semelhante ao observado na "safrinha" (6,1%), permitindo inferir ser possível a condução de dois ciclos seletivos em cada ano agrícola. O caráter prolificidade apresentou um pequeno incremento com a seleção (1,0%). Esse fato aliado à interação ciclos x ambientes foi, provavelmente, a razão de não ter sido detectado ganho com a seleção para a produção de espigas despalhadas no ano agrícola 2000/2001. Observou-se um ligeiro incremento na altura de plantas (0,8%) e no ciclo vegetativo (0,6%) com o avanço dos ciclos

* Comitê de Orientação: Magno Antônio Patto Ramalho – UFLA (Orientador), João Cândido de Souza – UFLA (Co-orientador).

seletivos, o que é indesejável. Constatou-se ainda que o efeito da seleção massal para prolificidade foi independente da densidade de semeadura empregada.

ABSTRACT

BENTO, Dyeme Antonio Vieira. Mass selection for prolificacy in maize grown in normal and winter seasons. LAVRAS: UFLA, 2002. 70p. (Dissertation – Master in Genetics and Plant Breeding)*

Paterniani (1978) proposed the mass selection method for prolificacy in maize based on the high heritability of the trait and on the high and positive correlation between prolificacy and grain yield. Although the method has been efficient in some cases, presently there are only few studies that confirm its results. The present work was carried out to study the efficiency of mass selection for prolificacy, investigating whether its efficiency depends on sowing density and whether two selection cycles can be carried out in a single agricultural year. Selection cycles were performed from 1994 in maize experiments established from sowings on two different dates: october (normal season) and january (winter season – “safrinha”). The cycles were assessed in the two agricultural years of 1999/2000 and 2000/2001. The experiments installed in the first year were used to assess five selective cycles carried out until now in the two sowing periods. The experimental design, in each period, was randomized complete blocks with five replications and treatments in a 5 x 2 factorial design (five cycles in two selection periods). Husked ear yield was the only trait assessed in these experiments. In 2000/2001, six selection cycles were assessed for both sowing periods using seeds of the same age, as multiplication of seeds stored in a cold storage room was done in 1999/2000. The experiments were also conducted in both periods as before but included two sowing densities: 33,000 and 55,000 plants/ha. Randomized complete block designs with five replications were used, with treatments in a 6 x 2 x 2+2 factorial design (a single cross - C333B - was used as control in the two densities). In these experiments the husked ear yield, number of ears per plant, midpollen and mid silk dates and mean plant and ear height traits were assessed. Mass selection for maize prolificacy was only efficient in the assessment carried out in the experiment sown in october 1999/2000. Gains from selection in the normal and “safrinha” periods were similar, 7,8% and 6,1%, respectively, suggesting that two selection cycles can be performed each year. The prolificacy trait presented a small increase with selection (1,0%). This factor allied to the cycles x environment interaction was probably the reason why the gain from selection for husked ear yield was not significant in the 2000/2001 agricultural year. There was an undesirable although slight increase in plant height (0,8%) and plant cycle (0,6%) as the number of selection cycles increased. It was further observed that mass selection for prolificacy was independent from the sowing densities used.

* Guidance Committee: Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA (Major Professor), João Cândido de Souza - UFLA.

1. INTRODUÇÃO

Tudo indica que desde o início do cultivo do milho, provavelmente por povos indígenas Astecas, Maias e Incas, foi efetuada a seleção dos melhores indivíduos para a semeadura no ano seguinte, o que não deixa de ser uma forma de seleção massal. Isso contribuiu para que mudanças expressivas ocorressem durante o processo de domesticação. Contudo, um dos primeiros relatos da seleção massal como método de melhoramento só foi realizado no início do século XX nos Estados Unidos. No Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, mais ou menos nessa época, o emprego do método também foi preconizado nos trabalhos pioneiros, que foram publicados a respeito da cultura (Hunnicut, 1924).

Embora a seleção massal fosse amplamente utilizada, como já mencionado, por volta de 1930 a 1940, a eficiência do método passou a ser questionada. Naquele período, acreditava-se que a interação alélica predominante no controle dos caracteres de importância econômica não era aditiva e, portanto, a seleção não seria eficiente. Entretanto, em trabalhos realizados em anos subsequentes foi evidenciado que essa observação não era correta, ou seja, no controle genético dos principais caracteres da cultura do milho predomina a interação alélica aditiva (Hallauer e Miranda Filho, 1988). Assim, o tipo de ação gênica não era a razão do insucesso da seleção massal. Foi então atribuída a ineficiência do método à identificação de indivíduos superiores visualmente, sem nenhum controle ambiental (Vargas, 1996).

Desde então, foram propostas alternativas visando à melhoria da eficiência da seleção massal por meio da redução do efeito do ambiente. Uma das proposições foi a seleção massal estratificada (Gardner, 1961) e, posteriormente, a seleção massal estratificada geneticamente (Moro, Zinsly e

Vencovsky, 1974). Essas alterações foram efetivas e contribuíram para que inúmeros casos de progresso genético com esse tipo de seleção fossem relatados (Moro, Zinsly e Vencovsky, 1974; Colmenarez, Galán e Garza, 2000; Zambrano et al, 2000).

Partindo do pressuposto de que a correlação genética entre o número de espigas por planta – prolificidade – é positiva e alta com a produção de grãos e que a prolificidade é um caráter de fácil avaliação e de maior herdabilidade, foi proposta por Paterniani (1978) a seleção massal para prolificidade. Por esse método, os indivíduos são escolhidos no momento do florescimento, só permanecendo as plantas que possuam pelo menos duas espigas. Alguns resultados com sucesso desse método evidenciaram a sua eficiência (Maita e Coors, 1996; Dozza, 1997; Barrientos et al, 1999).

Como a prolificidade é muito afetada pela competição entre plantas, um questionamento que surge é: se o sucesso com a seleção massal para prolificidade é afetado pela densidade de semeadura. Alguns trabalhos a esse respeito já foram realizados; contudo, os resultados até o momento não foram conclusivos (Coors e Mardones, 1989; Morello, 1992; Maita e Coors, 1996; Dozza, 1997).

Em muitas regiões do Brasil, inclusive no Sul de Minas, é possível que a semeadura do milho se estenda desde o início de outubro, época normal, até meados de fevereiro, época denominada “safrinha”. É questionável, entretanto, se as cultivares recomendadas para a semeadura na época normal são as mesmas para a “safrinha”. Para responder a esse questionamento, alguns trabalhos foram realizados, envolvendo a avaliação de híbridos (Gonçalves, 1997; Ribeiro, 1998; Altuna, 2000). Todavia, esses trabalhos deixam dúvida, pois os híbridos avaliados foram selecionados apenas em época normal. Seria importante conduzir programas de seleção específicos para cada época de semeadura e, ai sim, concluir se a interação é expressiva ou não. Em caso negativo tem-se a

possibilidade, dependendo do método seletivo, de se conduzir até dois ciclos em um ano agrícola.

Tendo em vista todos esses fatores, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de comprovar a eficiência da seleção massal para prolificidade; verificar se essa eficiência é dependente da densidade de semeadura e se é viável a condução de dois ciclos seletivos por ano agrícola, com semeadura bem precoce na época normal, em meados de setembro ou início de outubro e, posteriormente, na safrinha, em meados de fevereiro ou início de março.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O milho é uma planta tipicamente alógama, polinizada pelo vento, cuja taxa de autofecundação é normalmente inferior a 5%. É uma espécie das mais estudadas sob o ponto de vista da Genética e nela foram desenvolvidos os principais métodos de melhoramento de plantas alógamas (Paterniani e Campos, 1999).

Mesmo antes do estabelecimento das Leis de Mendel, durante o processo de domesticação, ela foi submetida a inúmeros ciclos de seleção massal. Posteriormente, com o descobrimento do vigor híbrido por Shull, no início do século XX, vislumbrou-se a possibilidade da utilização de cultivares híbridas. Isso tornou-se viável com a proposta de Jones em 1918, com o emprego de híbridos duplos (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

Com a intensificação da utilização de híbridos, foi questionada a necessidade de se continuar promovendo o melhoramento intrapopulacional. Acreditava-se que no controle dos caracteres havia predominância de sobredominância, e que os melhoristas deveriam intensificar o trabalho à procura de pares de combinações em que a heterozigose fosse máxima. Contudo, trabalhos que começaram na Carolina do Norte mostraram que, embora ocorresse dominância no controle genético dos caracteres, a predominância era dos efeitos aditivos, como ficou muito bem demonstrado no levantamento dos trabalhos realizados nos últimos anos a respeito de variância genética aditiva e de dominância por Hallauer e Miranda Filho (1988).

Ficou, portanto, bem evidenciado que no controle genético dos caracteres há predominância de efeitos aditivos; sendo assim, a seleção visando a acumulação de alelos favoráveis é indispensável. Considerando que a maioria dos caracteres é controlada por muitos genes e que os alelos favoráveis desses

genes estão em frequência baixa na população, é impossível aumentar consideravelmente sua frequência em apenas um ciclo seletivo. Por isso, foi proposto o método denominado seleção recorrente, definida como todo processo cíclico de seleção (Souza Jr, 2001).

Os métodos de seleção recorrente são atualmente classificados em duas categorias: a seleção recorrente intrapopulacional e a seleção recorrente interpopulacional. Nesta revisão, a maior ênfase será direcionada à seleção recorrente intrapopulacional.

2.1 Seleção recorrente intrapopulacional

Como já foi mencionado, todo método de seleção recorrente é um processo cíclico de melhoramento. Nesse caso, o objetivo é, por meio dos ciclos sucessivos de seleção, melhorar o desempenho "*per se*" das populações. Com isso, essas populações melhoradas podem ser recomendadas como variedades de polinização livre ou utilizadas como fonte de linhagens superiores, pois quanto maior a frequência dos alelos favoráveis, maior a chance de extração de linhagens com alto desempenho (Miranda Filho e Viégas, 1987).

Basicamente, todos os métodos de seleção recorrente intrapopulacional envolvem a obtenção e a avaliação das famílias (exceto a seleção massal) e a recombinação das melhores famílias e/ou indivíduos (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

No que tange às famílias que podem ser empregadas no processo, são agrupadas em duas categorias: famílias não endogâmicas (meios-irmãos e irmãos germanos) e famílias endogâmicas S_1 , S_2 , etc. No caso da seleção massal não são obtidas famílias e a unidade seletiva é o próprio indivíduo.

Na decisão sobre qual unidade seletiva a ser utilizada, a expressão do ganho esperado com a seleção é um forte aliado. No caso da seleção recorrente intrapopulacional, a expressão do ganho anual com a seleção (GS) é fornecida pelo seguinte estimador (adaptado de Souza Jr., 2001):

$$GS = [i(t\sigma_A^2 + FD_1) / c\sigma_F] - DE/2Ne$$

em que:

“i” é o diferencial de seleção estandardizado. Quando a seleção é truncada, ou seja, quando é possível descartar todos os indivíduos ou famílias cujo desempenho seja inferior a um certo valor, o diferencial de seleção (ds), diferença entre a média dos indivíduos selecionados e a média da população original, pode ser expresso em termos do número de desvios padrões estandardizados (i). Assim, tem-se que $i = ds/\sigma_x$, em que σ_x representa o desvio padrão fenotípico da população original. A vantagem do uso desse índice é que ele é encontrado em tabelas, e assim, o ganho com a seleção pode ser calculado independentemente dos dados, facilitando a comparação entre os diferentes métodos de seleção (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993).

“t” é a fração da variância aditiva utilizada na seleção, valor esse que depende da unidade seletiva - se indivíduo ou tipo de família - e da unidade de recombinação. Na Tabela 1 estão os valores de “t” para diferentes situações. Veja por exemplo que, utilizando-se meios-irmãos e recombinando-se meios-irmãos, o “t” corresponde a 1/4, isto é, o processo seletivo explora 1/4 da variância genética aditiva da população. Já se forem avaliados meios-irmãos e recombinados S₁'s, o “t” é o dobro, isto é, 1/2;

TABELA 1. Fatores que afetam o sucesso seletivo: unidade de seleção (US), e de recombinação (UR), fração da variância aditiva (t), e covariância (D_1) utilizadas na seleção e tamanho efetivo populacional por unidade seletiva (N_e).

Esquema	US	UR	t	D_1	N_e
Meios irmãos	MI	MI	1/4	0	4
	MI	S_1	1/2	0	1
Irmãos germanos	IG	IG	1/2	0	2
	IG	S_1	1/2	0	1
Endogâmicas	S_1	S_1	1	1/2	1
	S_2	S_2	3/2	5/4	0,67
Sel. Massal - Um sexo	PI	PI	1/2	0	4
Sel. Massal - Dois sexos	PI	PI	1	0	2
Sel. Massal - Dois sexos	PI	S_1	1	0	1

PI = Planta Individual

Fonte: Souza Jr., 2001

“ σ_A^2 ” é a variância genética aditiva, que depende da população utilizada;

“ F ” é o coeficiente de endogamia do tipo de família empregado, sendo que ele é diferente de zero, quando se utilizam famílias endogâmicas S_1 ou S_2 ;

“ D_1 ” é a covariância entre os efeitos aditivos e de dominância dos homozigotos e só ocorre quando se utilizam famílias endogâmicas como já mencionado;

“ c ” representa o número de anos para se completar um ciclo seletivo;

“ σ_F ” corresponde à raiz quadrada da variância fenotípica da unidade seletiva. Quando a unidade seletiva é o indivíduo, como ocorre na seleção massal, esse

valor corresponde ao somatório da variância genética total, mais a variância ambiental. Contudo, quando se utilizam famílias, a variância fenotípica entre as médias das famílias avaliadas em “k” locais, com “r” repetições por local, corresponde a $\sigma^2_F = \sigma^2_P + \sigma^2_{PL}/k + \sigma^2/rk$, em que σ^2_P é a variância genética entre as famílias; σ^2_{PL} é a interação famílias x locais e σ^2 é a variância do erro experimental médio. Veja que, pela expressão, quanto menor a estimativa de σ^2_F maior será o ganho com a seleção. Observe, também, que o número de locais e de repetições por local, além da precisão experimental, fatores que podem ser controlados pelos melhoristas, têm reflexo direto no ganho com a seleção. Chama a atenção à variância do erro experimental, que deve ser a menor possível, para se ter maior eficiência no processo seletivo;

“DE” é a depressão por endogamia. Corresponde a uma redução no valor fenotípico médio da população, em decorrência do cruzamento entre indivíduos aparentados (Falconer, 1987). Sendo assim, a depressão por endogamia torna-se menos expressiva, quanto maior for o tamanho da unidade de recombinação;

“Ne” representa o tamanho efetivo populacional da unidade de recombinação. O tamanho efetivo depende da intensidade de seleção aplicada e do tipo de indivíduo e/ou família utilizada na recombinação. Por exemplo, avaliando famílias de meios-irmãos e recombinando meios-irmãos, o tamanho efetivo por família é próximo de 4. Para famílias de irmãos germanos na avaliação e recombinação, o tamanho efetivo é igual a 2 (Tabela 1). Assim, dependendo do número de famílias recombinadas, a expressão $De/2Ne$ pode ter um valor desprezível se esse número for grande, ou ter implicações no processo seletivo se esse número for muito pequeno.

Por essa expressão do ganho é possível fazer inferência a respeito da melhor estratégia a ser utilizada pelos melhoristas em uma dada condição. Relatos sobre a comparação entre métodos de melhoramento intrapopulacional podem ser encontrados em algumas publicações (Ramalho, 1977; Hallauer e Miranda Filho, 1988; Souza Jr, 1989).

Como já mencionado, existem várias opções de métodos de seleção recorrente intrapopulacional. Nesta revisão, a ênfase será dada apenas à seleção massal.

2.2 Seleção massal

A seleção massal é, em essência, um procedimento em que a unidade seletiva é o indivíduo. É o mais antigo dos métodos de seleção recorrente porque, certamente, durante a domesticação e, posteriormente, na obtenção das primeiras variedades foi o único método utilizado (Paterniani e Campos, 1999).

Em termos gerais, a seleção massal consiste na sementeira, em lote isolado, da população que se deseja melhorar. São semeados de 2000 a 5000 indivíduos ou mais, que serão selecionados visualmente. A seleção pode ser efetuada antes do florescimento, para caracteres que se expressam até esse momento, sendo que nesse caso, o ganho seletivo é tanto do lado masculino como do feminino, pois só são recombinados indivíduos selecionados. Para caracteres que só se expressam após o florescimento, o ganho é efetuado apenas do lado feminino, pois as plantas são polinizadas por pólen oriundo de indivíduos selecionados ou não.

A seleção massal tem inúmeras vantagens. A principal delas, sem dúvida nenhuma, é a facilidade de condução. Outra grande vantagem é a possibilidade de se empregar uma altíssima intensidade de seleção, sem reduzir drasticamente

o tamanho efetivo populacional. Além do mais, pode-se realizar um ciclo por ano ou em certas condições até dois ciclos seletivos por ano.

Adicionalmente, ela ainda permite que seja realizada a seleção em vários ambientes, identificando indivíduos adaptados a cada condição específica e assim, capitalizando a interação indivíduos x ambientes.

Entretanto, ela possui algumas desvantagens. A principal delas é que, como originalmente proposto, a seleção é toda visual. Para caracteres tipo produtividade, a seleção visual é de baixa eficiência (Vargas, 1996), como foi relatado inclusive para outras espécies (Cutrim, 1994), e o sucesso seletivo nem sempre é o esperado. Uma outra desvantagem é que a seleção é fenotípica, em nível de indivíduo, muito dependente do efeito ambiental. Assim, se o ambiente é heterogêneo, haverá enorme dificuldade para identificarem-se os indivíduos genotipicamente superiores pelo fenótipo. O que foi apregoado anteriormente, como vantagem por capitalizar a interação, pode ser uma desvantagem séria se a seleção for efetuada em um ambiente e a população melhorada for recomendada para outra condição.

Comentando a respeito da seleção massal, Paterniani e Campos (1999) mencionaram que “a eficiência da seleção massal depende de um bom conhecimento da planta de milho. e como as mudanças a curto prazo são pequenas, é aconselhável que o processo seja seguido por muitas gerações. Em várias tentativas com o objetivo de melhorar a variedade por seleção massal, conduzidas no final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX, por pesquisadores norte-americanos, não se conseguiram resultados satisfatórios, sendo assim abandonadas. Os fatores responsáveis por esses insucessos são: ausência de controle da heterogeneidade do solo; falta de controle do efeito de competição e sua ausência, em razão das falhas entre plantas vizinhas; falta de amostragem adequada das sementes escolhidas e, em vários casos, falta de isolamento entre campos de milho plantados com diferentes materiais”.

Há inúmeros relatos do emprego da seleção massal, porém, os principais sucessos foram obtidos com caracteres de herdabilidade alta, como altura de planta, resistência a patógenos e florescimento (Souza Jr, 2001).

Procurando melhorar a eficiência do método foram apresentadas, ao longo do tempo, várias modificações à proposta inicial, sobretudo, visando à redução do efeito da heterogeneidade ambiental na expressão fenotípica. Essas alternativas serão discutidas a seguir.

2.3 Seleção massal estratificada

Como já mencionado, o grande problema da seleção massal é a heterogeneidade ambiental. Por essa razão, Gardner (1961) propôs a divisão do lote isolado em estratos, isto é, áreas menores. A seleção é, então, efetuada dentro de cada estrato separadamente. Desse modo, o efeito da variação ambiental teria reflexo apenas entre as plantas dentro do mesmo estrato. Com isso, o efeito da heterogeneidade ambiental é atenuado.

No procedimento original, o melhorista tinha enorme dificuldade em selecionar, por exemplo, os 50 indivíduos superiores numa população de 5000 plantas. Já na massal estratificada, a identificação dos indivíduos superiores, entre os 50 a 100 de cada estrato, torna-se muito mais fácil.

Há na literatura uma grande discrepância quanto ao tamanho do estrato. Na Tabela 2 são relatados alguns dos valores utilizados. Em realidade, o tamanho do estrato depende da heterogeneidade existente na área, do tamanho do lote isolado, e até mesmo, do número de indivíduos que serão selecionados.

TABELA 2. Dados relativos a experimentos com a seleção massal estratificada.

Autor	País	Plantas no estrato	Total	% de seleção
Gardner, 1961	EUA	40	-	10,0
Johnson, 1963	México	300	7500	5,0
Hallauer e Sear, 1969	EUA	40	4000	7,5
Torregrosa e Arias, 1970	Colômbia	75	1800	5,3
Gonzáles, 1971	México	300	7500	5,0
Moro <i>et al</i> , 1974	Brasil	50	5050	9,8
García, 1984	México	52	2570	10,0
Ferrão, <i>et al</i> , 1995	Brasil	50	7500	10,0
Zambrano <i>et al</i> , 2000	México	100	6000	5,0

Uma desvantagem do método original prevalece na massal estratificada, isto é, a seleção é realizada visualmente. Além do mais, em um dado estrato podem ocorrer indivíduos não selecionados que possuam constituição genotípica superior a muitos selecionados em outros estratos. Uma solução seria avaliar individualmente cada planta e utilizar um fator de correção do efeito ambiental. No caso do eucalipto, esse procedimento tem sido bastante utilizado. Como cada planta tem sua altura ou diâmetro medidos, a seleção não é visual. Além do mais é utilizada a expressão de Cotterill e Dean (1990) para obter os dados ajustados:

$$\hat{Y}_{ij} = \bar{Y}_{ij} + (\bar{Y}_{..} - \bar{Y}_{.j})$$

em que:

\hat{Y}_{ij} é a média estimada da planta “i” no estrato “j”;

\bar{Y}_{ij} é a média da planta "i" no estrato "j";

$\bar{Y}_{..}$ é a média geral;

$\bar{Y}_{.j}$ é a média do estrato "j".

Sejam, por exemplo, 1000 árvores cuja média geral do volume por indivíduo seja de 170 cm^3 . Essas árvores foram distribuídas em 10 estratos com 100 árvores cada. Uma das árvores do estrato 1 teve volume de 182 cm^3 e outra do estrato 8 de 270 cm^3 . Esses valores absolutos têm pouco significado e é preciso utilizá-los no contexto do desempenho relativo dos indivíduos pertencentes a cada estrato. Se, por exemplo, o estrato 1 teve média de 132 cm^3 ($\bar{Y}_{.1} = 132 \text{ cm}^3$) e o 8 de 228 cm^3 ($\bar{Y}_{.8} = 228 \text{ cm}^3$), os valores estimados para as referidas plantas seriam portanto $\hat{Y}_{11} = 182 + (170 - 132) = 220 \text{ cm}^3$ e $\hat{Y}_{18} = 270 + (170 - 228) = 212 \text{ cm}^3$. Depreende-se que genotipicamente a melhor planta é a do estrato 1. Esse raciocínio é utilizado para estimar o desempenho de todos os indivíduos e só depois proceder à seleção.

Infelizmente, no caso particular da cultura do milho é muito difícil medir individualmente cada planta, para tornar mais eficiente a seleção massal estratificada. Comentando a esse respeito, Moro, Zinsly e Vencovsky (1974) definiram que a seleção massal estratificada será tão mais eficiente que a seleção massal comum, quanto maior for a diferença entre os estratos. Se a heterogeneidade do solo não for muito acentuada, os dois métodos equivalem-se.

2.4 Seleção massal estratificada geneticamente

Um outro procedimento com o mesmo objetivo do anterior, isto é, reduzir a heterogeneidade ambiental, foi proposto por Moro, Zinsly e Vencovsky

(1974). Neste caso, uma testemunha de genótipo constante, de preferência um híbrido simples é plantado intercaladamente às plantas da população em questão de acordo com o esquema:

O O X O O X O O X O O X O

O – indivíduo a ser avaliado

X – planta de genótipo constante (testemunha)

Este método visa aumentar ainda mais o controle ambiental, pois como as plantas utilizadas como testemunha são geneticamente idênticas, toda variação entre elas será devida ao ambiente. Essa variação poderá, então, ser controlada se a seleção for efetuada com base no desempenho relativo dos indivíduos da população, tomando-se como referência o desempenho da testemunha. A produção da planta de genótipo constante é utilizada para corrigir as produções dos dois indivíduos adjacentes a ela e os melhores serão selecionados posteriormente.

Essa variação do método de seleção massal possui algumas importantes vantagens. A principal delas é permitir uma avaliação mais segura dos indivíduos, podendo-se inclusive selecionar para vários caracteres ao mesmo tempo. É, também, um método bastante simples, não dependendo maiores recursos, apenas tomando-se o cuidado de semear o híbrido simples, intercaladamente, a duas plantas da população como já mencionado. Em qualquer sentido em que ocorra a heterogeneidade do terreno, esta poderá ser controlada, visto que, segundo o esquema, um grande número de plantas testemunhas (aproximadamente 1/3 do total) é colocado no campo experimental. Como nas demais modalidades, uma alta intensidade de seleção e um alto tamanho efetivo populacional podem ser utilizados.

A vantagem da seleção massal estratificada geneticamente, em relação às outras modalidades, está ligada à natureza da testemunha utilizada e à heterogeneidade dentro do estrato. Assim, se a variância genética existente entre as testemunhas for menor que a variação entre sub-estratos, e a variância entre os sub-estratos não for muito grande, o sucesso com o método em questão será superior ao obtido com a seleção massal estratificada. Daí a necessidade da utilização de testemunhas cuja variância entre indivíduos seja nula, como é o caso dos híbridos simples.

As modalidades discutidas até então permitem aumentar, como relatado em vários casos, o sucesso com a seleção massal pela eliminação, ao menos em parte, do principal fator que reduz a sua eficiência, que é a influência do ambiente na expressão fenotípica dos indivíduos avaliados. Outra alternativa bastante discutida e utilizada, que é o ponto principal desta revisão, é a seleção massal para prolificidade, que será tratada a seguir.

2. 5 Seleção massal para prolificidade

Antes de discutir esse processo seletivo é necessário comentar a respeito da prolificidade, isto é, a capacidade da planta de milho produzir duas ou mais inflorescências femininas – espigas. A inflorescência feminina ocorre por diferenciação das gemas existentes nas axilas foliares do colmo. Elas se localizam abaixo do sexto ou sétimo nó contado a partir do ápice da planta. A primeira espiga que surge é localizada na primeira gema diferenciada de cima para baixo, ou seja, a primeira espiga é aquela situada na parte superior da planta. Dependendo do genótipo e do ambiente, a planta pode produzir mais de uma espiga. Contudo, devido à dominância apical, a espiga superior é sempre mais desenvolvida.

Alguns trabalhos foram realizados, visando ao conhecimento do controle genético desse caráter (Hallauer, 1974). Em realidade, é um caráter que tem efeito de Umbral - "threshold effect"(Allard, 1999), isto é, para passar de uma classe fenotípica para outra, por exemplo, de uma para duas espigas por planta, há necessidade da acumulação de alelos favoráveis de um grande número de locos. Dessa forma, embora seja um caráter quantitativo, ele comporta-se como qualitativo.

De um modo geral, os estudos evidenciaram que o caráter possui herdabilidade alta (Harris, Moll e Stuber, 1976; Doebley e Stec, 1993). Além do mais, considerando que a prolificidade correlaciona-se positivamente com a produtividade de grãos (Coors e Mardones, 1989; Subandi, 1990; Maita e Coors, 1996) e possui maior herdabilidade, Paterniani (1978) propôs a utilização desse conhecimento para a seleção massal, visando ao incremento na produtividade de grãos. O método foi denominado seleção massal para prolificidade e sua descrição é apresentada por Paterniani e Campos (1999), do seguinte modo: "por ocasião do florescimento da população de seleção, as segundas 'bonecas', inflorescências femininas que correspondem às segundas espigas (a primeira é a superior, a segunda é a mais baixa, podendo existir a terceira etc.) são protegidas com saquinhos próprios, antes da saída dos estilo-estigmas, 'barbas' ou 'cabelos'. Depois de cinco a sete dias, dependendo da uniformidade da população, as plantas com apenas uma espiga são despendoadas ou eliminadas. A seguir, retiram-se as proteções das segundas espigas, agora já com os estilo-estigmas aparentes, sendo estas polinizadas somente por pólen de plantas prolíficas. As sementes dessas segundas espigas serão utilizadas para o próximo plantio, repetindo-se procedimento idêntico".

Vários relatos sobre o emprego da seleção massal para prolificidade são encontrados na literatura (Mareck e Gardner, 1979; Coors e Mardones, 1989; Maita e Coors, 1996; Carena, Santiago e Ordás, 1998; Barrientos *et al*, 2000).

2.6 Progressos obtidos com a seleção massal

Como já mencionado, a seleção massal é o mais antigo método de melhoramento aplicado à cultura do milho e ainda hoje é muito utilizado. Na Tabela 3 estão os relatos de alguns dos resultados obtidos. Veja que o ganho foi variável, em função da população utilizada e do número de ciclos seletivos.

Em alguns casos, ainda que utilizando a mesma população e o mesmo número de ciclos, o ganho variou, quando a seleção foi efetuada em diferentes densidades (Dozza, 1997) ou épocas de plantio (Zambrano *et al*, 2000).

Quando o número de ciclos utilizados foi muito pequeno, os resultados para o ganho genético anual apresentaram-se contrastantes, assumindo desde valores bastante expressivos (Colmenarez, Galán e Garza, 2000) até nulos (Lina *et al*, 2000). Na realidade, isso ocorre em função da característica da população utilizada, se é muito ou pouco melhorada e de sua característica quanto à variabilidade. De forma geral, pelo exposto, progressos genéticos consideráveis podem ser obtidos com o emprego da seleção massal.

Um questionamento que surge é como foi estimado o progresso obtido, isto é, se as sementes de cada ciclo seletivo, que estavam armazenadas em câmara fria, foram multiplicadas antes da avaliação ou se os ciclos foram avaliados com diferença de idade da semente. Infelizmente, essa informação nem sempre foi colocada. Entretanto, Coors e Mardones (1989), após a condução de doze ciclos de Seleção massal para prolificidade na população Golden Glow, fizeram a recombinação de 150 plantas dentro de cada um dos ciclos C0, C3, C6, C9 e C12. As sementes obtidas das plantas nas quais foram feitas as recombinações é que foram utilizadas na avaliação dos ciclos. Da mesma forma, Maita e Coors (1996) fizeram a recombinação de 100 plantas antes da avaliação dos ciclos C15 a C20 nessa mesma população.

TABELA 3. Ganhos em produção de grãos obtidos com a seleção massal e suas modalidades.

População	Método	Nº de ciclos	Ganho/ciclo(%)	Autor
Hays Golden	Prolificidade	12	1,0	Genter e Eberhart, 1977
Opaco Branco	Estratificada	1	11,6	Moro <i>et al</i> , 1974
Opaco Branco	Testemunha	1	5,0	Moro <i>et al</i> , 1974
Hays Golden	Original	15	3,0	Gardner, 1976
Jellicarse	Prolificidade	5	6,6	Josephson <i>et al</i> , 1976
Hays Golden	Prolificidade	10	0,8 – 0,9	Mareck e Gardner, 1979
Hays Golden	Original	15	0,8 – 0,9	Mareck e Gardner, 1979
Piranão VD-2	Prolificidade	3	0,0	Segovia, 1983
Piranão VF-1	Prolificidade	3	4,6	Segovia, 1983
Golden Glow	Prolificidade	12	2,4	Coors e Mardones, 1989
Composto 4	Prolificidade	2	6,7	Gómez, 1990
EEL ₂	Estratificada	3	0,0	Ferrão <i>et al</i> , 1995
Golden Glow	Prolificidade	20	1,0	Maita e Coors, 1996
CMS-39	Prolificidade	5	1,1	Dozza, 1997
CMS-39	Prolificidade	5	1,5	Dozza, 1997
CMS-39	Prolificidade	5	1,3	Dozza, 1997
FPX – 02B	Prolificidade	5	2,3	Barrientos <i>et al</i> , 1999
GR-OP-319	Testemunha	3	0,0	Bletsos e Goulas, 1999
TuxpeñoCremal	Estratificada	12	12,0	Colmenarez <i>et al</i> , 2000
AL 25	Estratificada	14	0,0	Lina <i>et al</i> , 2000
AL 34	Estratificada	14	0,0	Lina <i>et al</i> , 2000
AL Manduri	Estratificada	14	0,0	Lina <i>et al</i> , 2000
CATI AL 30	Estratificada	7	0,0	Lina <i>et al</i> , 2000
Zacatecas-58	Estratificada	13	2,3	Zambrano <i>et al</i> , 2000
Zacatecas-58	Estratificada	13	3,7	Zambrano <i>et al</i> , 2000
Zacatecas-58	Estratificada	13	8,9	Zambrano <i>et al</i> , 2000

A seleção para prolificidade também pode afetar outros caracteres na planta, mas nem sempre há coincidência nos resultados observados por diferentes pesquisadores. Pela característica do método, no momento de se realizar a proteção das bonecas, é necessário ter certeza de que a planta irá desenvolver uma segunda espiga. Para isso, essa operação deve ser feita pouco antes da emissão do estilo-estigma, quando já se tem condição de avaliar se a segunda espiga é viável ou não. Em razão desse fato pode haver um favorecimento à seleção dos indivíduos com florescimento mais tardio, aumentando-se o ciclo e, conseqüentemente, a altura das plantas ao longo do processo (Barrientos *et al*, 1999).

Entretanto, há alguns resultados encontrados na literatura, em que o aumento da produção foi acompanhado de redução no número de dias até o florescimento, bem como aumento da sincronia entre o florescimento masculino e feminino (Coors e Mardones, 1989; Maita e Coors, 1996). No experimento de Coors e Mardones (1989), por exemplo, houve aumento na altura de planta e de espiga do ciclo C0 até C3, com posterior redução de C3 a C12. Esta redução foi observada também na avaliação feita até C20, por Maita e Coors (1996).

Em contrapartida, Mareck e Gardner (1979) observaram aumento em altura de planta e de espiga, após 10 ciclos de seleção para prolificidade na população Hays Golden, enquanto Morello (1992), conduzindo apenas um ciclo com a população CMS 39, não observou alteração alguma. Muitos caracteres agronomicamente importantes estão relacionados, mas há pequena evidência de que a seleção para prolificidade ocasione uma alteração indesejável (Maita e Coors, 1996).

2.7 Efeito da densidade de sementeira na expressão da prolificidade

A presença de duas ou mais espigas por planta de milho é dependente de um maior disponibilidade de recursos. Assim, é esperado que nas sementeiras menos densas, em que há menor competição, o caráter prolificidade se expresse mais facilmente. Vários trabalhos relatados na literatura comprovam esse fato (Carena, Santiago e Ordás, 1998; Dozza, 1997).

A partir dessa informação, alguns trabalhos de seleção massal para a prolificidade foram conduzidos em menor densidade de sementeira, para facilitar a expressão do caráter (Morello, 1992; Dozza, 1997). Posteriormente, em muitos estudos procurou-se verificar se a expressão do caráter era mantida em densidades maiores. Alguns desses trabalhos foram conduzidos no Brasil. Um estudo interessante foi conduzido por Morello (1992), em que a população CMS-39 foi submetida a um ciclo de seleção massal para prolificidade em três densidades de plantio. Desse modo, foram semeados três lotes contíguos correspondendo às densidades de 50, 37,5 e 25 mil plantas/ha e a seleção foi efetuada em cada lote separadamente. Posteriormente, a população selecionada foi avaliada também em três densidades, segundo um esquema fatorial 3². Constatou-se que a menor densidade de avaliação proporcionou a maior média para índice de espigas (número de espigas por planta), sendo que a densidade de plantas na seleção que proporcionou melhor expressão do caráter foi em torno de 42 mil plantas/ha.

Trabalho semelhante foi conduzido por Dozza (1997), avaliando cinco ciclos de seleção massal para prolificidade, na mesma população, com as mesmas densidades de seleção e de avaliação. Os melhores resultados quanto à prolificidade foram obtidos na avaliação à densidade de 37,5 mil plantas/ha e a maior produtividade foi obtida a 50 mil plantas/ha. Assim, foi constatado que as maiores densidades de sementeira proporcionaram maiores produtividades e

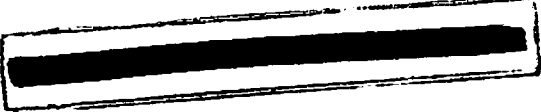
menores densidades levaram à maior expressão da prolificidade, porém não o suficiente para que se obtivesse, nesse caso, uma produção de grãos equivalente à obtida em maiores densidades de plantio.

A tentativa de aumentar a densidade de plantio visando ao incremento da produção deve ser vista com restrições, uma vez que em maiores densidades há grande ocorrência de plantas que não apresentam espigas. Esse problema, no entanto, é minimizado, quando se utilizam materiais prolíficos (Hallauer, 1974).

O melhorista tem como alternativas, portanto, a seleção massal para prolificidade em altas densidades (75 mil plantas/ha ou mais) na população, visando à obtenção de um grande número de espigas por planta, em densidades menores, ou então, a seleção feita em densidades menores (34 mil plantas/ha ou menos), visando à redução do número de plantas sem espigas, quando em maiores densidades de semeadura (Maita e Coors, 1996), o que aumentaria, consideravelmente, a produção devido à garantia de que todas as plantas apresentassem pelo menos uma espiga bem formada (Hallauer, 1974).

2.8 O milho safrinha

No Brasil, o plantio do milho safrinha, também chamado milho de outono ou de segunda época, surgiu ao final da década de 70 e início dos anos 80, entre os agricultores do norte do Paraná como uma alternativa para se aproveitar a área de cultivo durante a entressafra da soja. Algumas importantes vantagens encontradas com a adoção dessa prática fizeram com que agricultores de outros estados também passassem a adotá-la. Entre essas vantagens, tem-se o melhor aproveitamento da mão-de-obra e equipamentos, perfeita adequação ao sistema de plantio direto, efetuado nas lavouras de soja, menor custo de produção do plantio e possibilidade de se obter melhores preços no mercado,



sobretudo em regiões com alta demanda do cereal destinado à suinocultura ou avicultura.

O milho safrinha tem assumido uma importância crescente no cenário nacional, sobretudo, durante a década de 90, com a falta de apoio governamental à cultura do trigo e com os atrativos preços da cultura da soja, que foi substituindo, gradativamente, a área destinada ao cultivo do milho em época normal.

A produção do milho safrinha em 2001, em todo o Brasil, ultrapassou os seis milhões de toneladas de grãos, cerca de 18% da produção obtida na época normal (Tabela 4). A produtividade na última colheita também aumentou bastante em relação ao ano passado e chegou a 72% do valor obtido para o cultivo de verão.

Para o melhorista, a possibilidade de se ter dois ciclos da cultura, em um mesmo ano agrícola, é bastante interessante. Dependendo da natureza do experimento, o trabalho é agilizado pela condução dos ciclos seletivos mais rapidamente, facilitando a obtenção de variedades, linhagens e híbridos. No caso da seleção massal, devido à alta influência ambiental no processo, o melhorista deve estar atento à ocorrência da interação genótipos x ambientes, para decidir sobre a possibilidade de se conduzir dois ciclos/ano.

As empresas produtoras de sementes não têm conduzido programas de melhoramento específicos para a safrinha. Na realidade, o que tem sido relatado na literatura são avaliações, na safrinha, de híbridos recomendados para a época normal (Gonçalves, 1997; Ribeiro, 1998; Altuna, 2000). A partir desses experimentos, tem sido possível recomendar cultivares para a semeadura efetuada mais tardiamente.

TABELA 4. Dados relativos à área cultivada, produção e produtividade de milho para a época normal de semeadura e “safrinha”, nos principais estados produtores e em todo o Brasil.

UF	Área (mil ha)			Produção (mil t)			Produtividade (kg/ha)		
	2000	2001	Var(%)	2000	2001	Var(%)	2000	2001	Var(%)
NE	303,9	294,8	-3,0	255,3	247,6	-3,0	840	840	—
PR	1124,9	944,9	-16,0	1203,6	2470,2	127,0	1070	2900	171,0
MG	63	34,7	-45,0	63,0	86,8	37,8	1000	2500	150,0
SP	406,3	353,5	-13,0	300,7	742,4	146,9	740	2100	183,8
MT	366,2	421,1	15,0	769,0	1010,6	31,4	2100	2400	14,3
MS	373,8	371,6	-0,6	633,6	929,0	46,6	1695	2500	47,5
GO	264,8	172,1	-35,0	688,5	464,7	-32,5	2600	2700	3,8
DF	5,2	5,2	—	11,5	11,5	—	2210	2210	—
Brasil	2908,1	2597,9	-10,7	3925,2	6232,8	58,8	1350	2339	77,7
Época Normal									
UF	99/00	00/01	Var(%)	99/00	00/01	Var(%)	99/00	00/01	Var(%)
MG	1209,4	1269,9	5,0	4075,7	4063,7	-0,3	3370	3200	-5,0
Brasil	9849,8	10482,0	6,4	27715,3	34776,1	25,5	2814	3318	18,0

Fonte: CONAB

Jul 2001

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material genético

O material utilizado foi o Composto Nacional CMS 39, desenvolvido pela EMBRAPA a partir do inter cruzamento seguido de quatro recombinações de 55 materiais, incluindo híbridos simples, duplos, intervarietais e algumas variedades elite de polinização aberta, identificados como promissores em ensaios nacionais de cultivares de milho ao longo de vários anos.

No ano agrícola 1984/85, quando foi completado o último ciclo de recombinação, foram avaliadas 400 famílias de meios – irmãos, oriundas desse composto, em três localidades no estado de Minas Gerais, Lavras, Ijaci e Sete Lagoas. Foram selecionadas as 40 melhores famílias, com base na média, que após recombinadas passaram por uma seleção dentro (Aguilar, 1986). Em 1985/86 novamente obtiveram-se 400 famílias, as quais foram avaliadas em Ijaci e Sete Lagoas, completando-se então o segundo ciclo de seleção (Pacheco, 1987). Por fim, no ano de 1988/89 foi obtido o terceiro ciclo seletivo, avaliando-se 200 famílias de meios-irmãos dessa população, em Lavras e Sete Lagoas (Arriel, 1991). Sementes desse último ciclo é que foram então utilizadas na realização desse trabalho, iniciando o processo de seleção massal para prolificidade.

3.2 Local

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, município de

Lavras – MG. O local tem altitude de 910 m, latitude de 21°14' S e longitude de 45° 00 W. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, fase Cerrado.

3.3 Condução do experimento

Em todos os experimentos foi adotado o sistema de plantio direto. Na adubação de cobertura foi aplicado o equivalente a 700 kg/ha da fórmula 04 – 14 – 8 + 0,4 Zn. Aos 30 dias após a semeadura foi efetuada a adubação de cobertura com sulfato de amônio, aplicando-se o equivalente a 50 kg/ha de N. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,9m, deixando-se cinco plantas por metro após o desbaste, que foi efetuado quando as plantas encontravam-se no estágio de 4 a 6 folhas. Para o experimento conduzido na densidade de 33 mil plantas/ha, foram deixadas 3 plantas por metro. Os demais tratos culturais foram os mesmos comumente empregados para a cultura do milho na região do Sul de Minas Gerais.

3.4 Condução da seleção massal para prolificidade

A obtenção dos ciclos de seleção massal para prolificidade foi efetuada em duas épocas de semeadura: a época normal, com semeadura na primeira quinzena de outubro, e “safrinha”, com semeadura na segunda quinzena de janeiro.

O trabalho iniciou-se em outubro de 1994, quando foi conduzido o primeiro ciclo de seleção na época normal. Para isso, foi semeado um lote com aproximadamente 3000 plantas da população CMS 39, sendo as operações de

preparo de solo, adubação e tratos culturais aquelas mesmas utilizadas comumente para a cultura de milho na região. O espaçamento entre linhas foi de 0,9m, deixando-se cinco plantas por metro após o desbaste, o que corresponde à densidade de 55 mil plantas/ha.

À época do florescimento, foram protegidas todas as primeiras espigas das plantas. Em seguida, procedeu-se à identificação das plantas prolíficas no campo – aquelas que apresentavam duas espigas ou mais - das quais aproximadamente 100 tiveram seus pendões coletados. Uma mistura do pólen destas plantas foi então utilizada para polinizar entre 100 e 150 plantas que também apresentavam mais de uma espiga.

Na colheita, as espigas das plantas que foram polinizadas manualmente passaram, também, por uma seleção visual, descartando-se aquelas que apresentavam sintomas de doença ou algum tipo de má formação. As melhores espigas foram debulhadas e após expurgo, as suas sementes foram armazenadas em câmara fria e seca, para serem utilizadas, parte na obtenção dos demais ciclos seletivos e o restante para posterior avaliação do progresso genético.

Esse procedimento foi repetido até o ano 2000, quando foi obtido o sexto ciclo. A mesma metodologia foi adotada na condução da seleção massal para prolificidade, considerando a época denominada “safrinha”. O primeiro lote isolado foi estabelecido em Janeiro de 1995 e repetido tudo o que foi relatado para a época normal. Assim, foram conduzidos seis ciclos de seleção massal para a época normal e para a “safrinha”.

3. 5 Avaliação do progresso genético com a seleção

Na primeira avaliação (safra 1999/2000) foram considerados cinco ciclos seletivos oriundos da época normal e cinco ciclos da safrinha. Essas

avaliações foram conduzidas em Lavras, em duas épocas, semeadura em outubro e janeiro. O delineamento utilizado em cada época foi o de blocos casualizados, com cinco repetições, segundo um esquema fatorial 5x2, sendo cinco tratamentos em duas épocas de seleção. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros, sendo colhidas as duas centrais. Como as sementes oriundas de cada ciclo utilizado foram retiradas da câmara fria, as mesmas apresentavam diferença de idade de até quatro anos.

Na segunda avaliação (safra 2000/2001) foram utilizados seis ciclos oriundos da época normal e seis ciclos da safrinha. Adicionalmente, foi incluído como testemunha o híbrido simples C333B. Essa avaliação foi novamente realizada nas duas épocas de semeadura, utilizando-se duas densidades, ou seja, 33 e 55 mil plantas/ha. O delineamento empregado foi novamente o de blocos ao acaso, por época, com cinco repetições. Foi utilizado um esquema fatorial $6 \times 2 \times 2 + 2$, correspondendo aos seis ciclos, duas épocas de seleção, duas densidades e mais a testemunha, avaliada também em duas densidades. Nessa safra, as sementes de todos os ciclos seletivos apresentavam a mesma idade. Para isso, no ano anterior, as sementes armazenadas em câmara fria foram levadas a campo e por ocasião do florescimento foi realizado o "sib" de aproximadamente 150 plantas por ciclo. As sementes colhidas, após a trilha, foram utilizadas no preparo do experimento mencionado.

3. 6 Características avaliadas

As características consideradas foram as seguintes:

peso de espigas despalhadas: o peso de espigas foi corrigido para a umidade padrão de 13% (P_{13}), utilizando-se o seguinte estimador:

$$P_{13} = P \times (100 - U)/87$$

em que:

P₁₃: peso de espigas despalhadas, em toneladas por hectare, corrigido para a umidade padrão de 13%;

P: peso de espigas despalhadas obtido no campo;

U: umidade medida em porcentagem por ocasião da pesagem das espigas.

Na avaliação feita no ano agrícola 2000/2001, além do peso de espigas despalhadas, foram consideradas as seguintes características:

número de espigas por planta: razão entre os valores para número total de espigas e estande final de cada parcela;

número de dias para o florescimento masculino: número de dias para o qual, aproximadamente, metade das plantas da parcela apresentaram abertura dos pendões;

número de dias para o florescimento feminino: número de dias para o qual, aproximadamente, metade das plantas da parcela apresentaram exposição do estilo – estigma;

altura média de plantas: média, em metros, dos dados de cinco plantas competitivas na parcela, medidas do solo à inserção do pendão;

altura média de espigas: média, em metros, dos dados de cinco plantas competitivas na parcela, medidas do solo à inserção da primeira espiga.

3.7 Análise dos dados

O modelo utilizado na análise dos dados do experimento de 1999/2000 foi o seguinte:

$$Y_{ijkq} = m + c_i + b_{j(q)} + o_k + l_q + (oc)_{ki} + (ol)_{kq} + (cl)_{iq} + (ocl)_{kiq} + e_{(ijkq)}$$

em que:

Y_{ijkq} : valor observado na parcela que recebeu o ciclo i de seleção massal, no bloco j , com a origem k , na época q ;

m : média geral do experimento;

c_i : efeito do ciclo i ($i = 1,2,3,4,5$);

$b_{j(q)}$: efeito do bloco j dentro da época de avaliação q ($j = 1,2,3,4,5$);

o_k : efeito da origem k , relativa à época de seleção ($k = 1,2$);

l_q : efeito da época de avaliação q ($q = 1,2$);

$(oc)_{ki}$: interação origens x ciclos;

$(ol)_{kq}$: interação origens x épocas;

$(cl)_{iq}$: interação ciclos x épocas;

$(ocl)_{kiq}$: interação origens x ciclos x épocas;

$e_{(ijkq)}$: erro experimental associado à observação Y_{ijkq} , tendo $e_{(ijkq)} \sim N(0, \sigma^2)$.

Na análise dos dados do experimento conduzido em 2000/2001, o modelo utilizado foi semelhante, apenas acrescentando-se a fonte de variação densidades e as interações correspondentes. Procedeu-se, também, para o peso de espigas despalhadas, à análise conjunta, envolvendo os tratamentos comuns nos dois anos agrícolas, na densidade de 55 mil plantas/ha. Para isso, foi utilizado procedimento semelhante ao preconizado por Cochran e Cox (1957).

Nos casos em que houve efeito dos ciclos, procurou-se ajustar uma equação linear a partir do seguinte modelo:

$$\bar{Y}_i = a + bx$$

em que:

- \bar{Y}_i : média do peso de espigas despalhadas no ciclo “i” de seleção;
- a: média do peso de espigas despalhadas na população não melhorada;
- b: ganho por ciclo observado com o processo seletivo;
- x: número de ciclos seletivos empregados ($x = 1, \dots, 6$)

As estimativas dos componentes do modelo foram obtidas utilizando-se o método dos quadrados mínimos (Ramalho, Ferreira e Oliveira, 2000).

4. RESULTADOS

Como no primeiro ano as sementes foram retiradas da câmara fria, sendo, portanto, mais velhas as sementes dos ciclos iniciais, e no segundo ano todos os ciclos foram comparados com sementes de mesma idade, optou-se por apresentar, inicialmente, os resultados por safras.

4.1 Safra 1999/2000

O resultado da análise de variância conjunta para as duas épocas de avaliação, considerando-se o caráter peso de espigas despalhadas, encontra-se na Tabela 5. Inicialmente, é preciso salientar que a estimativa do coeficiente de variação foi baixa, o que reflete uma boa precisão experimental.

Constatou-se diferença significativa entre épocas ($P < 0,01$). Como era esperado, a maior produtividade foi obtida na avaliação realizada na época normal, que superou a obtida na safrinha em 30,4 % (Tabelas 5 e 6).

Foi constatada diferença significativa entre os ciclos para o peso de espigas despalhadas, independentemente da época de avaliação, tanto na seleção efetuada na época normal ($P < 0,16$) como na safrinha ($P < 0,07$). Não foi significativo o contraste, que compara o desempenho médio das populações selecionadas na época normal em relação às da safrinha. Observou-se, também, interação significativa para a fonte de variação tratamentos x épocas de semeadura, indicando que o comportamento das populações não foi coincidente nas duas épocas de avaliação ($P < 0,03$). Sendo assim, foi efetuado o desdobramento, envolvendo os ciclos correspondentes a cada época de seleção por época de semeadura.

regressão linear (b) de 0,436 t/ha, o que corresponde a um ganho genético de 7,8% por ciclo em relação à média original (Figura 1). Na seleção efetuada na safrinha e avaliada também na época normal, o ganho observado com a seleção foi semelhante, com $b = 0,351$, o que corresponde a 6,1% de ganho por ciclo (Figura 2). Na avaliação feita na safrinha não foi observada diferença entre os ciclos oriundos de quaisquer épocas de seleção (Tabela 5).

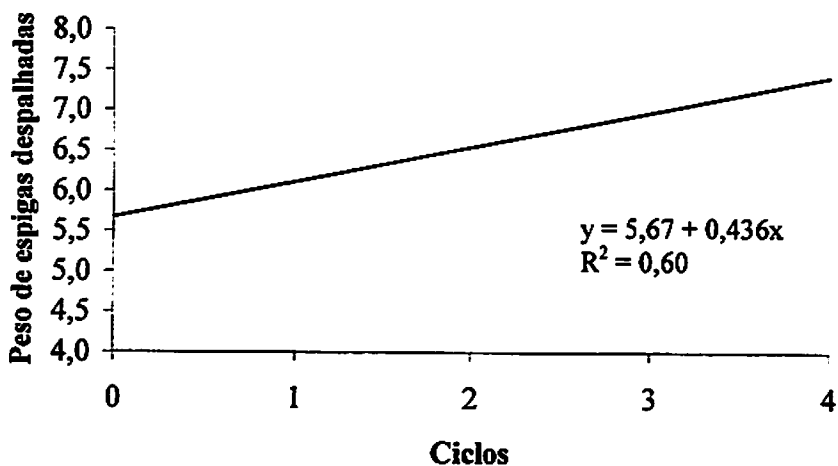


FIGURA 1. Equação de regressão linear entre produtividade média de espigas despalhadas (y), em t/ha, e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal e avaliada na mesma época. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

4. RESULTADOS

Como no primeiro ano as sementes foram retiradas da câmara fria, sendo, portanto, mais velhas as sementes dos ciclos iniciais, e no segundo ano todos os ciclos foram comparados com sementes de mesma idade, optou-se por apresentar, inicialmente, os resultados por safras.

4.1 Safra 1999/2000

O resultado da análise de variância conjunta para as duas épocas de avaliação, considerando-se o caráter peso de espigas despalhadas, encontra-se na Tabela 5. Inicialmente, é preciso salientar que a estimativa do coeficiente de variação foi baixa, o que reflete uma boa precisão experimental.

Constatou-se diferença significativa entre épocas ($P < 0,01$). Como era esperado, a maior produtividade foi obtida na avaliação realizada na época normal, que superou a obtida na safrinha em 30,4 % (Tabelas 5 e 6).

Foi constatada diferença significativa entre os ciclos para o peso de espigas despalhadas, independentemente da época de avaliação, tanto na seleção efetuada na época normal ($P < 0,16$) como na safrinha ($P < 0,07$). Não foi significativo o contraste, que compara o desempenho médio das populações selecionadas na época normal em relação às da safrinha. Observou-se, também, interação significativa para a fonte de variação tratamentos x épocas de semeadura, indicando que o comportamento das populações não foi coincidente nas duas épocas de avaliação ($P < 0,03$). Sendo assim, foi efetuado o desdobramento, envolvendo os ciclos correspondentes a cada época de seleção por época de semeadura.

TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter produtividade de espigas despalhadas (t/ha). Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

FV	GL	QM	P
Blocos	4	4,39	0,00
Época (E)	1	65,21	0,00
Trat (T)	9	1,62	0,08
Normal (N)	4	1,55	0,16
Safrinha (S)	4	2,09	0,07
N vs S	1	0,05	0,81
T x E	9	2,03	0,03
Entre ciclos N/N	4	3,99	0,00
Linear	1	9,51	0,00
Desvio	3	2,16	0,08
Entre ciclos N/S	4	0,89	0,42
Linear	1	0,07	0,78
Desvio	3	1,16	0,29
Entre ciclos S/N	4	2,60	0,03
Linear	1	6,17	0,01
Desvio	3	1,41	0,21
Entre ciclos S/S	4	0,65	0,58
Linear	1	0,33	0,54
Desvio	3	0,76	0,48
N vs S/N	1	0,27	0,59
N vs S/S	1	0,04	0,84
Erro	76	0,91	
Média Geral		6,09	
CV (%)		15,63	

TABELA 6. Médias da produção de espigas despalhadas (t/ha) dos ciclos seletivos, em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

Época de Seleção		Época de Avaliação	
Normal	Outubro	Janeiro	Média
1	5,43	5,61	5,52
2	7,00	4,95	5,98
3	7,54	4,98	6,26
4	7,58	4,93	6,26
5	7,32	5,81	6,57
Média N	6,97	5,26	6,12
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média
1	5,66	4,92	5,29
2	6,69	5,45	6,07
3	7,26	5,67	6,47
4	7,52	4,93	6,23
5	7,00	5,59	6,30
Média S	6,83	5,31	6,07
Média Geral	6,90	5,29	6,10

Foi observada resposta linear para o desempenho dos ciclos selecionados em época normal ($P < 0,01$) e, também, para os selecionados na safrinha ($P < 0,01$) e avaliados em época normal. O desvio da regressão foi significativo apenas para o desempenho dos ciclos selecionados em época normal e avaliados também em época normal.

Veja que a resposta obtida por ciclo com a seleção efetuada em época normal foi linear, como já mencionado, e a estimativa do coeficiente de

regressão linear (b) de 0,436 t/ha, o que corresponde a um ganho genético de 7,8% por ciclo em relação à média original (Figura 1). Na seleção efetuada na safrinha e avaliada também na época normal, o ganho observado com a seleção foi semelhante, com $b = 0,351$, o que corresponde a 6,1% de ganho por ciclo (Figura 2). Na avaliação feita na safrinha não foi observada diferença entre os ciclos oriundos de quaisquer épocas de seleção (Tabela 5).

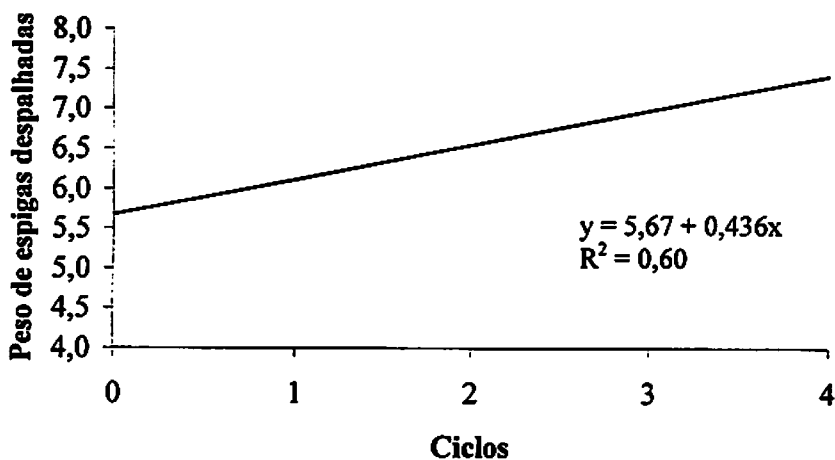


FIGURA 1. Equação de regressão linear entre produtividade média de espigas despalhadas (y), em t/ha, e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal e avaliada na mesma época. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

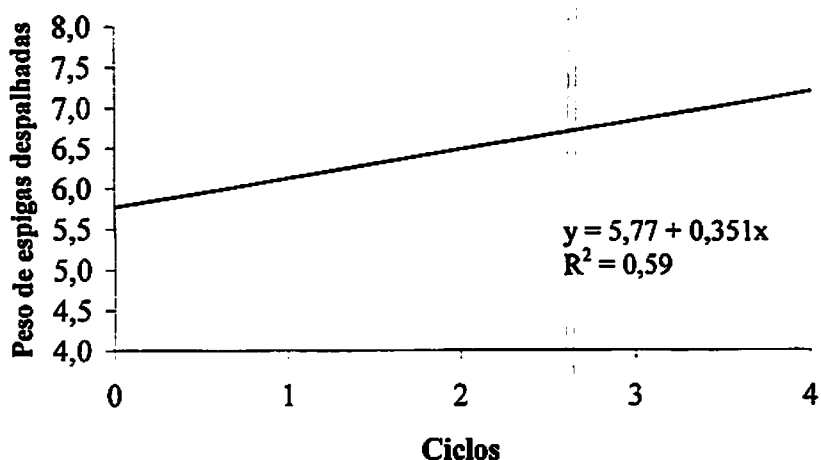


FIGURA 2. Equação de regressão linear entre produtividade média de espigas despalhadas (y), em t/ha, e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safrinha e avaliada em época normal. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

4.2 Safra 2000/2001

O resultado da análise de variância conjunta, para o experimento conduzido no ano agrícola 2000/2001, encontra-se na Tabela 7. O coeficiente de variação diferiu entre os caracteres, sendo o menor para dias até o florescimento masculino e o maior para o peso de espigas despalhadas. Vale salientar que essa estimativa do coeficiente de variação, para o peso de espigas, foi muito semelhante à da avaliação efetuada na safra 1999/2000 (Tabelas 5 e 7).

Foram observadas diferenças significativas entre as épocas de avaliação para todos os caracteres ($P < 0,01$). A produção de espigas despalhadas foi 72,5% superior, na avaliação em época normal, em relação à safrinha (Tabela 8), valor esse que é bem maior que o observado para o efeito de época na safra anterior.

TABELA 7. Resumo das análises de variância conjuntas para os caracteres peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, dias até o florescimento masculino, dias até o florescimento feminino, altura média de plantas (m) e altura média de espigas (m). Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

FV	GL	Pe		Ne		Fm		Ff		Ap		Ae	
		QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P
Blocos	4	5,87	0,00	0,03	0,06	7,34	0,10	11,71	0,06	0,13	0,00	0,08	0,00
Épocas (E)	1	814,27	0,00	4,45	0,00	143,27	0,00	353,11	0,00	27,53	0,00	16,52	0,00
Trat.(T)	12	4,37	0,00	0,04	0,00	17,26	0,00	29,19	0,00	0,45	0,00	0,35	0,00
Tes vs resto	1	41,35	0,00	0,02	0,18	2,60	0,40	61,49	0,00	4,17	0,00	3,16	0,00
Entre ciclos	11	1,01	0,47	0,04	0,00	18,60	0,03	26,25	0,00	0,11	0,00	0,09	0,00
Normal (N)	5	1,48	0,21	0,03	0,02	22,05	0,00	32,85	0,00	0,08	0,03	0,06	0,02
Linear	1	0,46	0,50	0,02	0,18	37,46	0,00	65,58	0,00	0,32	0,00	0,25	0,00
Desvio	4	1,74	0,15	0,04	0,02	18,20	0,00	24,67	0,00	0,03	0,55	0,02	0,37
Safrinha(S)	5	0,71	0,63	0,06	0,01	17,53	0,00	23,57	0,00	0,12	0,00	0,09	0,00
Linear	1	0,00	-	0,07	0,02	58,02	0,00	72,69	0,00	0,04	0,29	0,04	0,18
Desvio	4	0,88	0,72	0,05	0,00	7,41	0,09	11,29	0,07	0,14	0,00	0,11	0,00
N vs S	1	0,12	0,73	0,00	-	6,67	0,18	6,67	0,26	0,17	0,02	0,22	0,00
Dens. (De)	1	7,45	0,01	3,69	0,00	0,00	-	112,47	0,00	0,13	0,05	0,05	0,12
T x E	12	0,58	0,86	0,02	0,08	6,37	0,06	9,09	0,06	0,02	0,88	0,01	0,82
De x E	1	4,50	0,04	0,36	0,00	2,40	0,42	39,24	0,01	0,62	0,00	0,25	0,00
T x De	12	0,82	0,65	0,01	0,49	3,90	0,40	4,42	0,59	0,03	0,61	0,02	0,41
T x De x E	12	0,43	0,95	0,01	0,40	1,05	0,99	2,39	0,93	0,03	0,56	0,01	0,78
Erro	204	1,02		0,01		3,69		5,13		0,03		0,02	
Média		6,65		1,12		68,50		71,24		2,61		1,59	
CV (%)		15,20		10,24		2,80		3,18		6,86		9,08	

Para o caráter número de espigas por planta, o desempenho na avaliação em época normal foi 26,3% superior ao da safrinha (Tabela 9). Incremento no desempenho médio, na semeadura realizada em época normal, foi observado também para os caracteres altura de plantas, 28,5%, e altura de espigas, 38,1% (Tabela 10). Efeito contrário só foi constatado para o número de dias para o

florescimento masculino, 2,2% superior na safrinha, e número de dias para o florescimento feminino, 3,3% superior na safrinha em relação à época normal (Tabela 11).

TABELA 8. Médias da produção de espigas despalhadas (t/ha), dos ciclos seletivos, em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Época de Seleção		Época de Avaliação	
Normal	Outubro	Janeiro	Média
1	8,44	5,26	6,85
2	8,34	4,62	6,48
3	7,91	4,39	6,15
4	8,42	4,49	6,46
5	8,60	5,03	6,82
6	8,25	4,42	6,34
Média N	8,33	4,70	6,52
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média
1	8,12	4,64	6,38
2	8,26	5,12	6,69
3	8,17	5,45	6,81
4	8,21	4,43	6,32
5	8,44	4,83	6,64
6	8,40	4,62	6,51
Média S	8,27	4,85	6,56
C 333 B	9,90	6,17	8,04
Média Geral	8,42	4,88	6,65

TABELA 9. Médias do número de espigas por planta, dos ciclos seletivos, em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Época de Seleção		Época de Avaliação	
Normal	Outubro	Janeiro	Média
1	1,18	1,01	1,10
2	1,35	0,98	1,17
3	1,20	0,94	1,07
4	1,22	0,96	1,09
5	1,27	1,03	1,15
6	1,34	0,97	1,16
Média N	1,26	0,98	1,12
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média
1	1,18	0,96	1,07
2	1,29	1,05	1,17
3	1,15	0,98	1,07
4	1,26	0,92	1,09
5	1,26	1,00	1,13
6	1,30	1,07	1,19
Média S	1,24	1,00	1,12
C 333 B	1,29	1,02	1,16
Média Geral	1,25	0,99	1,12

TABELA 10. Médias de altura de plantas e de espigas (m), dos ciclos seletivos, em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Época de Seleção		Época de Avaliação					
		Ap			Ae		
Normal	Outubro	Janeiro	Média	Outubro	Janeiro	Média	
1	2,79	2,22	2,51	1,73	1,27	1,50	
2	2,88	2,24	2,56	1,83	1,29	1,56	
3	2,98	2,31	2,65	1,87	1,36	1,62	
4	3,04	2,28	2,66	1,88	1,35	1,62	
5	2,99	2,33	2,66	1,87	1,40	1,64	
6	3,03	2,29	2,66	1,96	1,33	1,65	
Média N	2,95	2,28	2,62	1,86	1,33	1,60	
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média	Outubro	Janeiro	Média	
1	2,93	2,39	2,66	1,86	1,44	1,65	
2	3,04	2,38	2,71	1,94	1,43	1,69	
3	2,99	2,31	2,65	1,89	1,38	1,64	
4	2,86	2,20	2,53	1,81	1,28	1,55	
5	3,03	2,40	2,72	1,93	1,42	1,68	
6	3,05	2,45	2,75	1,97	1,53	1,75	
Média S	2,98	2,36	2,67	1,90	1,41	1,66	
C 333 B	2,50	1,84	2,17	1,46	0,97	1,22	
Geral	2,93	2,28	2,61	1,85	1,34	1,59	

TABELA 11. Médias de número de dias para o florescimento masculino e feminino, dos ciclos seletivos, em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Época de Seleção		Época de Avaliação				
		Fm			Ff	
Normal	Outubro	Janeiro	Média	Outubro	Janeiro	Média
1	66,60	66,70	66,65	69,10	68,90	69,00
2	67,10	69,80	68,45	69,10	73,10	71,10
3	68,70	69,60	69,15	71,20	73,90	72,55
4	67,90	69,60	68,75	70,10	72,50	71,30
5	67,30	68,00	67,65	70,10	71,70	70,90
6	68,00	71,00	69,50	70,60	74,20	72,40
Média N	67,60	69,12	68,36	70,03	72,38	71,21
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média	Outubro	Janeiro	Média
1	66,70	69,80	68,25	69,10	73,20	71,15
2	66,80	69,00	67,90	69,30	72,20	70,75
3	67,90	68,50	68,20	70,00	71,30	70,65
4	67,40	69,60	68,50	70,10	72,60	71,35
5	68,30	69,30	68,80	72,80	72,80	72,80
6	69,70	71,30	70,50	75,20	75,20	75,20
Média S	67,80	69,58	68,69	71,08	72,88	71,98
C 333 B	68,40	67,90	68,15	69,50	69,60	69,55
Geral	67,75	69,24	68,50	70,07	72,40	71,24

O teste de F também foi significativo ($P < 0,01$) para a fonte de variação densidade de semeadura, exceto para o número de dias até o florescimento masculino ($F < 0$). Constatou-se redução na média, independentemente do ciclo seletivo e da época de avaliação, na menor densidade de semeadura para os

caracteres peso de espigas despalhadas, dias para o florescimento feminino, altura de plantas e altura de espigas. No caso específico do peso de espigas, a produção média com 55 mil plantas/ha foi 5,9% superior à obtida com 33 mil plantas/ha. Essa diferença somente não foi mais acentuada, porque na menor densidade de semeadura o número de espigas por planta foi superior ao observado na maior densidade, isto é, a prolificidade com 33 mil plantas/ha foi 23,0% superior à observada com 55 mil plantas/ha. Também o caráter número de dias para o florescimento masculino teve média superior na avaliação com 33 mil plantas/ha em relação à maior densidade (Tabela 12).

É interessante salientar ainda a ocorrência da interação densidades x épocas de avaliação para todos os caracteres, exceto número de dias para o florescimento masculino. Na Tabela 12 são apresentadas as médias referentes a todos os caracteres, em cada época de avaliação e em cada densidade. Note que

TABELA 12. Médias para peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, dias para o florescimento masculino e feminino, altura de plantas e de espigas (m) em cada densidade e época de semeadura. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Avaliação	Dens	Características					
		Pe	Ne	Fm	Ff	Ap	Ae
Normal	33 mil	8,13	1,39	67,67	69,63	2,87	1,80
	55 mil	8,78	1,09	67,44	70,15	3,00	1,89
Safrinha	33 mil	4,80	1,07	69,01	71,28	2,30	1,35
	55 mil	4,92	0,91	69,13	73,31	2,25	1,32
Geral	33 mil	6,47	1,23	68,34	70,45	2,59	1,58
	55 mil	6,85	1,00	68,29	71,73	2,63	1,61

no caso de altura de plantas e de espigas houve inversão no desempenho em função da época.

A interação tratamentos x densidades não foi significativa em nenhum caso, ou seja, o desempenho tanto dos ciclos como da testemunha utilizada foi coincidente nas duas densidades de semeadura.

Chama atenção a fonte de variação testemunha vs resto, que avalia o desempenho médio da cultivar testemunha, em relação à média dos diferentes ciclos seletivos, desconsiderando a época de semeadura e a densidade. Veja que o teste de F foi altamente significativo ($P < 0,01$) para os caracteres peso de espigas despalhadas, número de dias até o florescimento feminino, altura de plantas e de espigas. Para o caráter número de espigas por planta também foi observada diferença ($P < 0,18$), o que não ocorreu para o número de dias até o florescimento masculino. Observou-se que o híbrido simples C333B, utilizado como testemunha, apresentou produtividade de espigas despalhadas 19,3% superior à obtida pela média das demais populações em época normal e 29,2% superior na safrinha (Tabela 8). Para o número de espigas por planta, o desempenho da testemunha em relação à média dos demais tratamentos em época normal foi 3,2% superior e, na safrinha, 3,0% superior (Tabela 9). As médias dos caracteres altura de plantas e de espigas observadas para a testemunha foram as menores, comparadas às dos demais tratamentos nas duas épocas de avaliação (Tabela 10). As médias obtidas para o caráter número de dias até o florescimento feminino, nas duas épocas consideradas, também apresentaram valores dentre os mais baixos (Tabela 11).

Ao contrário do observado na avaliação da safra anterior, não se constatou diferença significativa para o efeito de ciclo tanto na seleção efetuada na época normal como na safrinha para o caráter peso de espigas despalhadas (Tabela 7). Contudo, para os demais caracteres, o teste de F para essa fonte de variação foi significativo, com resposta linear para o desempenho dos ciclos

selecionados nas duas épocas de semeadura consideradas, independentemente da época de avaliação e da densidade (Tabela 13).

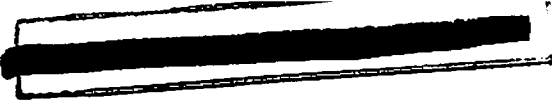
A Figura 3 apresenta a equação de regressão entre os ciclos seletivos e o número de espigas por planta para a seleção efetuada na semeadura em época normal. Observou-se resposta linear, com um coeficiente de regressão (b) igual a 0,008, correspondendo a um ganho por ciclo de 0,7% em relação à média original. Para os ciclos selecionados na semeadura na safrinha, o coeficiente de regressão foi igual a 0,014 e o ganho por ciclo foi maior, ou seja, 1,3% (Figura 4).

As Figuras 5 e 6 apresentam as equações de regressões lineares entre os ciclos seletivos e o caráter número de dias até o florescimento masculino. A resposta à seleção para os ciclos nas duas épocas de seleção foi semelhante, sendo 0,5% por ciclo na seleção em época normal e 0,6% por ciclo na semeadura na safrinha. Resultado análogo foi obtido também para o caráter número de dias até o florescimento feminino. A resposta à seleção foi linear e aproximadamente a mesma (Figuras 7 e 8) para a seleção efetuada em época normal (0,6%) e na safrinha (0,7%).

TABELA 13. Resposta obtida com a seleção efetuada em cada época de semeadura (%) para os caracteres número de espigas por planta, dias até o florescimento masculino e feminino e altura de plantas e de espigas (m). Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

Época de Seleção	Ne		Fm		Ff		Ap		Ae	
	%	R ² *	%	R ²	%	R ²	%	R ²	%	R ²
Normal	0,7	0,13	0,5	0,34	0,6	0,40	1,2	0,77	1,8	0,85
Safrinha	1,3	0,26	0,6	0,66	0,7	0,62	0,4	0,06	0,6	0,08

* Proporção da variação explicada pelo modelo.



As Figuras 9 e 10 apresentam as equações de regressão entre os ciclos seletivos e altura de plantas para as duas épocas de seleção. O incremento observado por ciclo na seleção em época normal (1,2%) foi bem superior ao obtido na safrinha (0,4%). Para a altura de espigas, o incremento na seleção em época normal foi de 1,8%, também bastante superior ao obtido para a seleção efetuada na safrinha, que foi igual a 0,6% (Figuras 11 e 12).

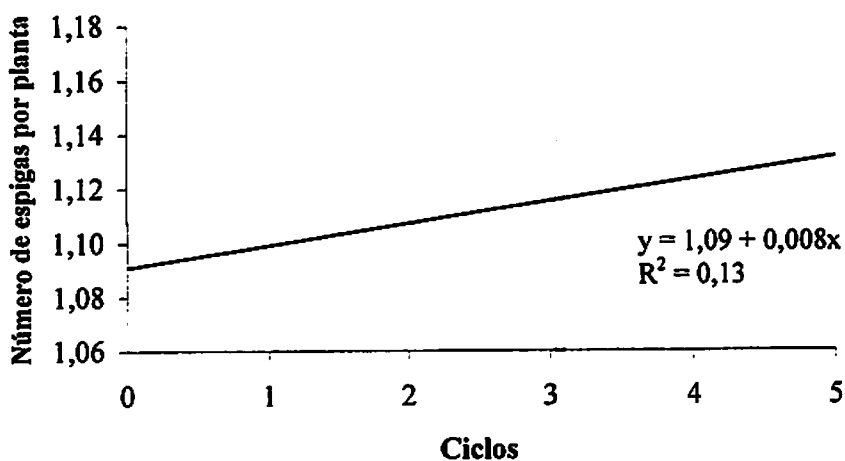


FIGURA 3. Equação de regressão linear entre número de espigas por planta (y) e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

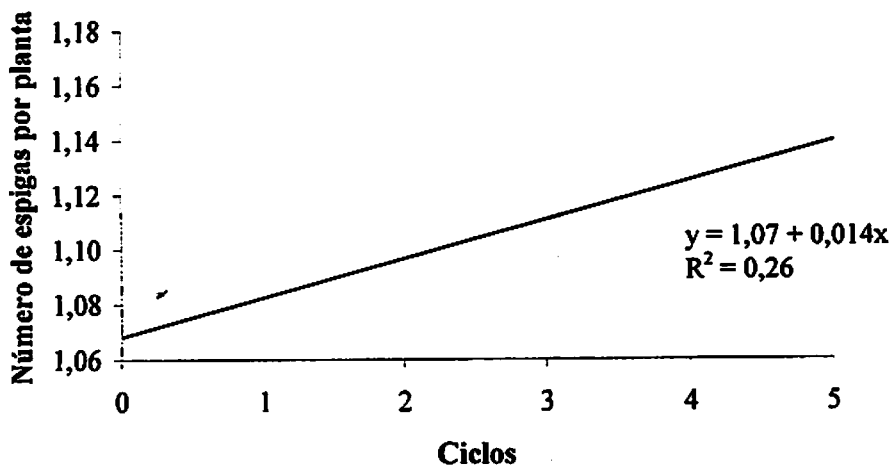


FIGURA 4. Equação de regressão linear entre número de espigas por planta (y) e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safrinha. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

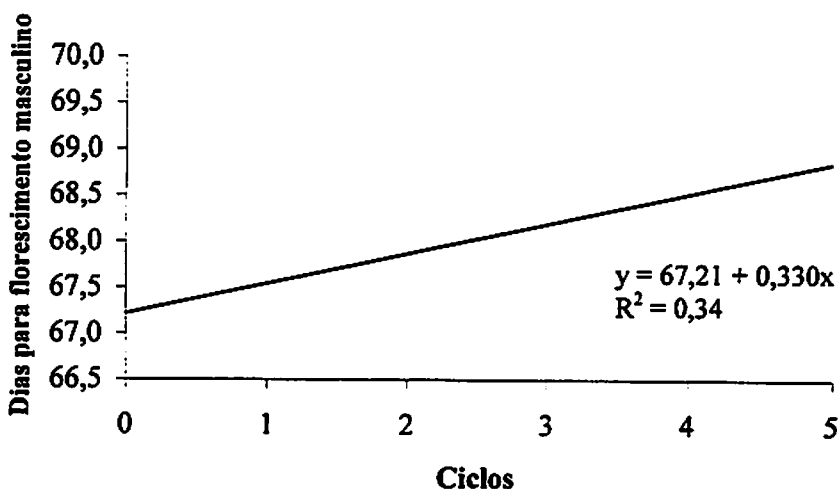


FIGURA 5. Equação de regressão linear entre número de dias para o florescimento masculino (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

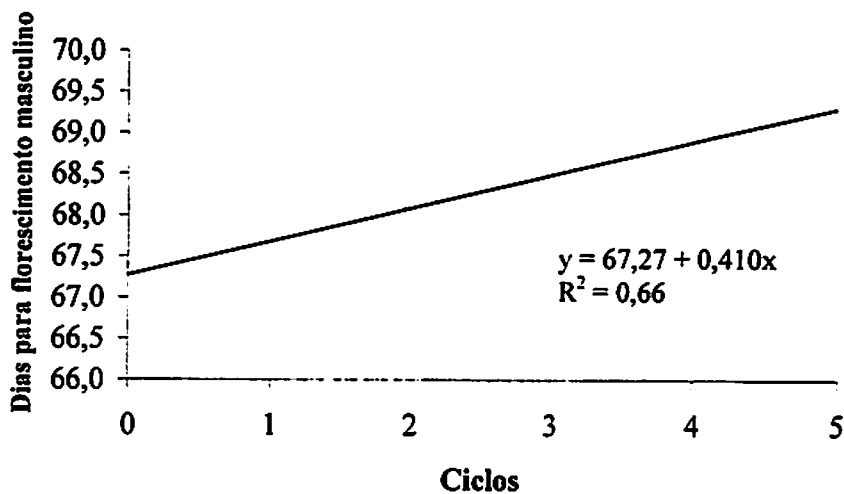


FIGURA 6. Equação de regressão linear entre número de dias para o florescimento masculino (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safreinha. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

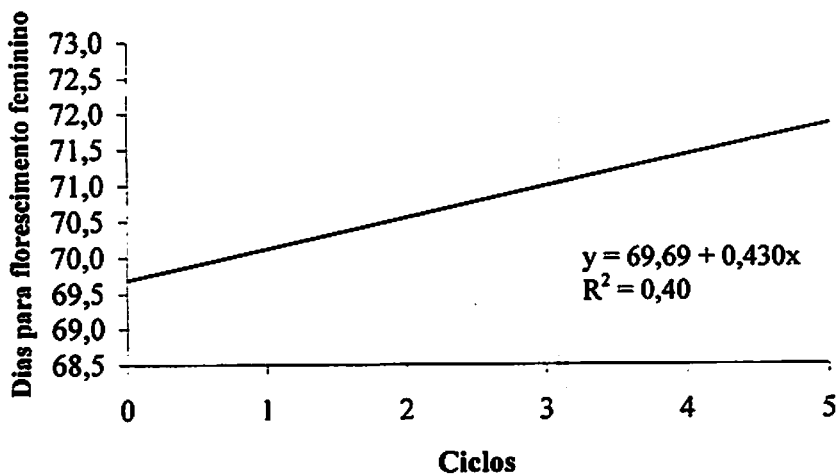


FIGURA 7. Equação de regressão linear entre número de dias para o florescimento feminino (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

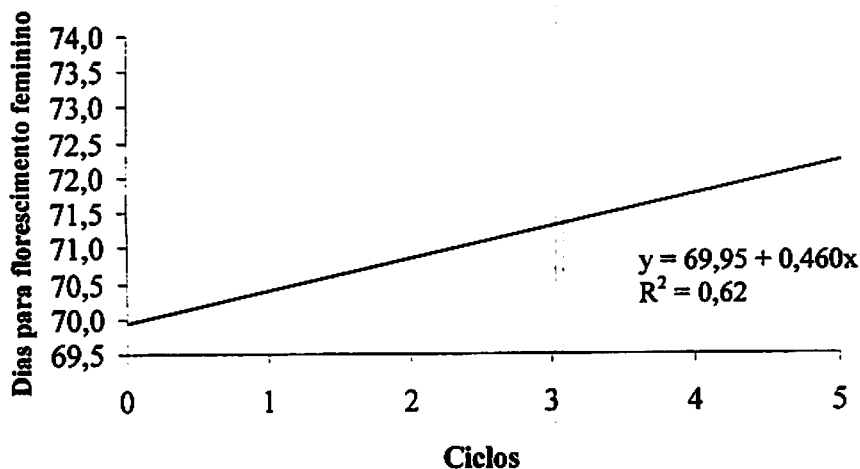


FIGURA 8. Equação de regressão linear entre número de dias para o florescimento feminino (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safreinha. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

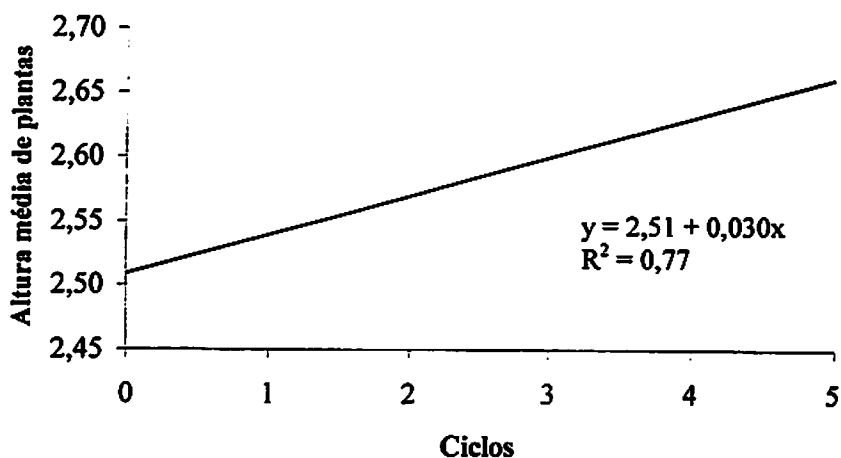


FIGURA 9. Equação de regressão linear entre altura média de plantas (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

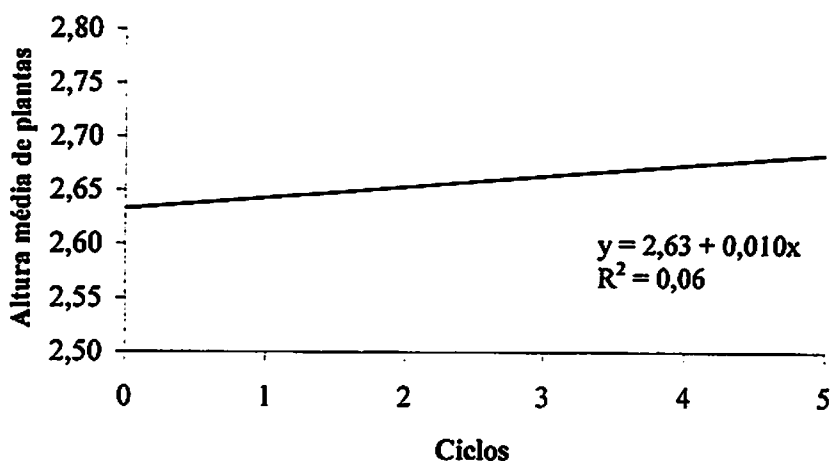


FIGURA 10 Equação de regressão linear entre altura média de plantas (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safrinha. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

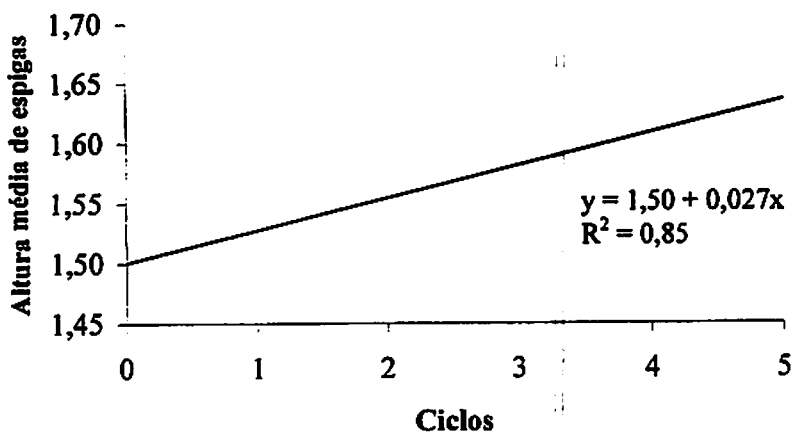


FIGURA 11. Equação de regressão linear entre altura média de espigas (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

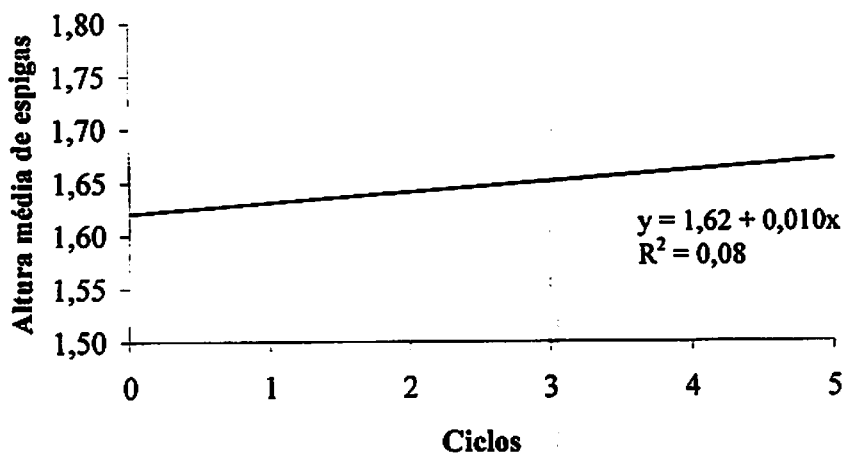


FIGURA 12. Equação de regressão linear entre altura média de espigas (y), e os ciclos seletivos (x), obtida para a seleção efetuada na safreinha. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

4.3 Análise conjunta envolvendo as safras 1999/2000 e 2000/2001

Foi efetuada também a análise de variância conjunta para peso de espigas despalhadas, considerando-se as avaliações nos dois anos agrícolas, 1999/2000 e 2000/2001, sendo que para isso, apenas os cinco primeiros ciclos seletivos avaliados em 2000/2001 foram utilizados. Os resultados encontram-se na Tabela 14. O valor obtido para o coeficiente de variação, também nesta avaliação, foi baixo (15,42%), refletindo uma boa precisão experimental.

Foram observadas diferenças entre as épocas de plantio, sendo que a média obtida na avaliação em época normal foi 52,8% superior à da avaliação na safrinha (Tabela 15).

Constatou-se que não houve diferença significativa entre os ciclos selecionados na época normal ($P < 0,55$) e nem entre os ciclos selecionados na safrinha ($P < 0,08$) independentemente da época de avaliação. Desse modo, também na análise conjunta dos anos agrícolas não foi evidenciado ganho com a seleção massal para prolificidade. As médias correspondentes aos ciclos seletivos, em cada época de avaliação, independente do ano, são apresentadas na Tabela 15.

A interação épocas x anos foi significativa ($P < 0,00$) e a maior média foi observada na avaliação, em época normal, na safra 2000/2001 (Tabela 16). Houve, também, interação significativa entre tratamentos x anos ($P < 0,14$), em função do desempenho não coincidente das populações nos anos agrícolas de 1999/2000 - em que foi constatado ganho genético ao longo do processo seletivo, e de 2000/2001 - em que não houve resposta à seleção.

Foi constatada interação tratamentos x épocas ($P < 0,05$), indicando que o desempenho dos ciclos seletivos para peso de espigas despalhadas não foi coincidente nas duas épocas de semeadura, considerando-se os dois anos de avaliação (Tabela 14).

TABELA 14. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter produtividade de espigas despalhadas (t/ha). Lavras, MG, anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001.

FV	GL	QM	P
Anos (A)	1	21,10	0,00
Blocos (A)	8	3,67	0,00
Tratam. (T)	9	1,64	0,17
Normal (N)	4	0,98	0,55
Linear	1	0,96	0,36
Desvio	3	0,98	0,46
Safrinha (S)	4	2,67	0,08
Linear	1	2,85	0,11
Desvio	3	2,60	0,08
N vs S	1	0,14	0,72
Época (E)	1	359,60	0,00
T x A	9	1,72	0,14
E x A	1	56,90	0,00
T x E	9	2,22	0,05
T x E x A	9	0,55	0,88
Erro	152	0,96	
Média		6,42	
CV (%)		15,42	

TABELA 15. Médias do peso de espigas despalhadas (t/ha) dos ciclos seletivos em cada época de semeadura na seleção e avaliação. Lavras, MG, anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001.

Época de Seleção		Época de Avaliação	
Normal	Outubro	Janeiro	Média
1	7,15	5,76	6,46
2	7,65	4,78	6,22
3	7,83	4,63	6,23
4	8,05	4,58	6,32
5	8,15	5,35	6,75
Média N	7,77	5,02	6,40
Safrinha	Outubro	Janeiro	Média
1	7,03	4,84	5,94
2	7,70	5,18	6,44
3	8,05	5,81	6,93
4	8,13	4,51	6,32
5	7,85	5,34	6,60
Média S	7,75	5,06	6,41
Média Geral	7,76	5,08	6,42

TABELA 16. Médias do peso de espigas despalhadas (t/ha) relativas a cada época de plantio, em cada safra. Lavras, MG, anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001.

Safra	Avaliação	
	Época Normal	Safrinha
1999/2000	6,90	5,29
2000/2001	8,62	4,87

5. DISCUSSÃO

Na região Sul de Minas Gerais, onde está situada a cidade de Lavras, local onde foram conduzidos os experimentos, a diferença entre as condições do clima nas duas épocas de semeadura do milho no período de realização desse trabalho foi bastante acentuada (Tabelas 17 e 18). Vale salientar que as condições climáticas prevalentes durante a realização dos experimentos foram representativas em se comparando ao que ocorre normalmente na região. Na semeadura realizada em outubro, época normal, as condições são as ideais para o cultivo, em função, principalmente, do regime hídrico e ocorrência de temperaturas crescentes. Contudo, quando a semeadura é realizada em janeiro, as condições já não são tão favoráveis. A precipitação (chuva) decresce, acentuadamente, a partir de março, período que coincide com o florescimento e enchimento de grãos, que são estádios fundamentais para o sucesso com a cultura. Além do mais, a temperatura também decresce a partir de abril, o que reduz a eficiência fotossintética das plantas, durante a fase de enchimento de grãos (Bull e Cantarella, 1995).

TABELA 17. Temperatura média e precipitação total nos meses de Outubro/1999 a Junho/2000. Lavras, MG.

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
T(°C)	20,0	20,3	21,8	22,7	22,3	21,8	20,4	17,7	17,0
P(mm)	37,1	143,9	357,7	459,8	156,0	192,8	16,4	4,1	0,4

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras, MG.

TABELA 18. Temperatura média e precipitação total nos meses de Outubro/2000 a Junho/2001. Lavras, MG.

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
T(°C)	23,0	21,1	22,2	23,0	24,5	22,6	22,0	17,7	17,7
P(mm)	25,2	239,2	233,8	147,5	46,8	146,4	17,6	48,3	0,0

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras, MG.

Ao contrário do esperado, ocorreu atraso no florescimento masculino e feminino na semeadura na safrinha. Como a temperatura nos primeiros meses após a semeadura foi alta, em janeiro, fevereiro e março (Tabela 18), a soma térmica foi maior e, conseqüentemente, o número de dias para o florescimento deveria diminuir. Ligeiro decréscimo no número de dias até o florescimento masculino por dia de atraso na semeadura a partir da segunda quinzena de outubro foi relatado por Ribeiro (1998), assim como outros trabalhos realizados também evidenciaram a redução do ciclo com a semeadura mais tardia (Cardoso e Mundstock, 1979; Gomes, 1990; Paiva Jr, 1999). Uma das razões para esse atraso no início do florescimento é que consideraram-se os dias a partir da semeadura e como logo após houve escassez de chuvas, a emergência das plantas se deu mais tardiamente. Vale salientar, contudo, que a diferença, embora altamente significativa, foi inferior a dois dias, desconsiderando o efeito do ciclo, da origem das sementes e da densidade (Tabela 11).

Um fato que corrobora a observação anterior é que a altura das plantas e da inserção da primeira espiga foram inferiores na semeadura realizada em janeiro (Tabela 10). Isso deve ter ocorrido porque, considerando-se o período pós-germinação e emergência, as plantas floresceram mais precocemente na safrinha. Também nessa época, refletindo as condições climáticas não

favoráveis, o número de espigas por planta foi 26,3% inferior ao obtido na semeadura de outubro.

Observou-se independentemente do ano, da época de seleção, dos ciclos e da densidade que a produtividade média de espigas despalhadas foi 52,8% superior na semeadura realizada em outubro. Esses resultados são coerentes com vários outros que mostram ser outubro a época mais apropriada para a semeadura do milho na região (Souza, 1989; Ribeiro, 1998; Ramalho, 1999). Trabalhos da literatura mostram reduções superiores a 25 kg/ha/dia de atraso na semeadura a partir da segunda quinzena de outubro (Gomes, 1990; Avelar *et al*, 1996, Gonçalves *et al*, 1996, Ribeiro, 1998).

Foram observadas reduções na altura de plantas e de espigas quando, em menor densidade, independentemente da época de seleção, da época de avaliação e dos ciclos (Tabela 12). É provável que sob menor competição por luz, as plantas se desenvolvam menos vegetativamente (Paiva Jr, 1999). Resultados na literatura são divergentes nesse ponto, havendo alguns casos em que não se verificou influência da densidade nesses caracteres (Morello, 1992) e mesmo outros em que foi observada redução na altura de plantas com o aumento da densidade (Sobrinho, 1981). Houve, também, redução no número de dias para o florescimento feminino, embora que de pequena magnitude, na menor densidade de semeadura (Tabela 12).

Atenção especial deve ser dispensada ao efeito da densidade no número de espigas por planta. A média desse caráter foi 23,0% superior na semeadura em densidade menor. Esses resultados estão em acordo com os obtidos por outros autores (Prior e Russel, 1975; Morello, 1992; Dozza, 1997), ou seja, como era esperado, densidades menores favorecem a expressão da prolificidade.

Constatou-se que na densidade de 55 mil, a produção de espigas despalhadas foi 5,9% superior à obtida com 33 mil plantas/ha. A principal razão para que a diferença não fosse mais acentuada foi a maior prolificidade

observada na semeadura em menor densidade. Entretanto, apesar do aumento de 66,7% no número de plantas/área, o incremento em produtividade foi de apenas 5,9% (Tabela 12).

Verificou-se que a fonte de variação ciclos seletivos, a de maior interesse neste trabalho, variou para o caráter produção de espigas despalhadas, em função do ano agrícola e da época de semeadura. Em realidade, só ocorreu resposta aos ciclos seletivos no ano agrícola 1999/2000, na semeadura realizada em outubro. Nessa condição, o ganho genético médio observado por ciclo foi de 7,8% na seleção efetuada em época normal e de 6,1% na safrinha, em relação à média da população original. Esse ganho é superior ao que tem sido relatado na literatura para a seleção massal para prolificidade. Veja que os valores constantes na Tabela 3 variaram de 1,0 a 6,7%.

Esse resultado assegura a possibilidade de condução de dois ciclos seletivos, sob condições de cultivo, em apenas um ano agrícola. Para isso, a semeadura seria efetuada bem precocemente, no final de setembro ou início de outubro, colhendo-se as sementes melhoradas no final de fevereiro e procedendo-se à semeadura da safrinha logo em seguida.

Um questionamento importante diz respeito ao fato de haver sido verificado ganho genético na avaliação conduzida em outubro e não na de janeiro. Quanto a isso, deve-se considerar que na região do Sul de Minas Gerais as condições climáticas na safrinha, como já relatado, não são as ideais para o cultivo do milho e seria necessária maior precisão experimental para detectar o progresso genético.

Uma outra indagação é por que foi constatado efeito dos ciclos na avaliação realizada em outubro de 1999, mas não na do ano seguinte na mesma condição. Existem algumas prováveis explicações para esse fato: a primeira delas é a ocorrência da interação genótipos x anos. Essa interação tem sido apreçada como uma das principais desvantagens da seleção massal (Paterniani

e Campos, 1999). A ocorrência da interação de genótipos com locais e anos na cultura do milho é frequente na região (Pacheco, 1987).

Uma segunda razão para não se ter obtido resposta aos ciclos seletivos, no ano de 2000/2001, pode ser atribuída a problemas de amostragem, porque para se obter sementes de mesma idade, procedeu-se à multiplicação das sementes dos diferentes ciclos, por meio de polinizações manuais (sib), envolvendo, aproximadamente, 150 indivíduos de cada população na recombinação. Infelizmente, a maioria dos trabalhos que estimaram o progresso genético com a seleção massal e que são apresentados na Tabela 3 não mencionam se as comparações foram feitas com todas as sementes dos diferentes ciclos possuindo a mesma idade. Esse fato somente foi relatado por Coors e Mardones (1989), que obtiveram um ganho de 2,4% após 12 ciclos de seleção massal para prolificidade na população Golden Glow, e por Maita e Coors (1996), que utilizando o mesmo método e a mesma população observaram um ganho de 1,0% após efetuados 20 ciclos seletivos. Segundo os autores, antes da avaliação, as sementes foram multiplicadas, realizando-se a recombinação de 100 a 150 indivíduos, o mesmo número empregado no presente trabalho. Isso possibilita inferir que provavelmente não foi a diferença de idade das sementes a razão pela qual houve sucesso com a seleção na avaliação na época normal do ano 1999/2000 e não nas demais avaliações. Embora não existam muitas informações a esse respeito, tudo indica que 150 indivíduos utilizados na recombinação sejam suficientes para manter as propriedades genéticas das populações. Vale enfatizar, contudo, que quando da realização da polinização manual pode ter ocorrido uma seleção não intencional, ou seja, os operadores, involuntariamente, polinizaram as melhores plantas em cada tratamento, o que mascarou a diferença entre as populações na avaliação realizada no ano seguinte.

A terceira razão é a possível ausência de variabilidade na população para o caráter prolificidade. Embora tenha ocorrido ganho com a seleção para a

prolificidade, indicando que existe variabilidade na população para o caráter, o ganho por ciclo foi de pequena magnitude, cerca de 1,0% na média das duas épocas de seleção.

Finalmente, deve ser mencionado que provavelmente os resultados em que não há respostas aos ciclos seletivos, infelizmente, não sejam publicados, e assim, torna-se difícil inferir que esse fato possa ser frequente. Um dos poucos casos de insucesso na seleção massal publicado foi o de Lina *et al* (2000), utilizando quatro populações diferentes, sendo o processo seletivo conduzido por até 14 ciclos.

O incremento para os caracteres altura de plantas e de espigas e número de dias até o florescimento masculino e feminino ao longo dos ciclos seletivos, embora de pequena magnitude (Figuras 5 a 12), é um fator desfavorável ao processo seletivo utilizado.

É interessante comentar que, quando da realização da polinização manual, era necessário ter certeza de que as plantas polinizadas possuísem uma segunda espiga viável. Desse modo, a polinização foi feita mais tardiamente, quando as plantas prolíficas já apresentavam os primórdios da segunda ou terceira espigas já bem desenvolvidos. Como as plantas tardias são mais altas, com maior altura de inserção da primeira espiga, era esperado que as médias desses caracteres aumentassem com o decorrer dos ciclos, como de fato ocorreu.

Resultados que corroboram os observados no presente trabalho, isto é, incremento na altura de plantas e de espigas ao longo dos ciclos seletivos foram encontrados por vários autores (Mareck e Gardner, 1979; Coors e Mardones, 1989; Barrientos *et al*, 1999). Efeito contrário foi relatado por Maita e Coors (1996), entretanto, os autores comentam que apesar desses resultados o que geralmente se observa como consequência do processo de seleção massal para prolificidade é o aumento tanto no tamanho das plantas como na altura de inserção da primeira espiga. O aumento no número de dias para florescimento

masculino e feminino, observado neste trabalho, é concordante com o de outros resultados já encontrados (Coors e Mardones, 1989; Barrientos *et al.*, 1999). Para essas características, entretanto, não há coincidência nos relatos existentes na literatura, considerando que em outros estudos foram evidenciadas reduções no ciclo, como no caso de Maita e Coors (1996).

6. CONCLUSÕES

Considerando o caráter produção de espigas despalhadas, só foi constatada eficiência da seleção massal para prolificidade na avaliação efetuada na semeadura de outubro do ano agrícola 1999/2000. Nessa condição, o ganho genético com a seleção efetuada na época normal (7,8%) foi semelhante ao observado na safrinha (6,1%), permitindo inferir ser possível a condução de dois ciclos seletivos em cada ano agrícola.

O caráter prolificidade apresentou pequeno incremento com a seleção (1,0%). Esse fator aliado à interação ciclos x ambientes constituem, provavelmente, as principais razões de não ter sido detectado ganho com a seleção para a produção de espigas despalhadas no ano agrícola 2000/2001.

Observou-se um ligeiro incremento na altura das plantas (0,8%) e no ciclo vegetativo (0,6%), com o avanço dos ciclos seletivos, o que é indesejável.

O efeito da seleção massal para prolificidade foi independente da densidade de semeadura empregada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding.** 2. ed. New York: John Wiley, 1999. 254p.

ALTUNA, J. G. G. **Milho safrinha: cultivares, adubação e épocas de semeadura.** 2000. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

AVELAR, F. M.; CARVALHO, S. P.; RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P. **Interação cultivares de milho x épocas de semeadura para produção de grãos e silagem.** *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, v. 19, n. 3, p. 218, Set. 1996.

BARRIENTOS, V.; SEGOVIA, M.; JESÚS, S.; DOUGLAS, E.; GOEVANNY, C.; ALBERTO, C.; ALEXANDER, H. **Cinco ciclos de la metodología de selección recurrente fenotípica para prolificidad en la población Fpx-02b de maíz (*Zea mays L.*).** In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28., 1999, Sete Lagoas. *Memórias... Sete Lagoas: EMBRAPA/CIMMYT*, 1999. p. 439-446. (CD-ROM).

BLETOSOS, E. A.; GOULAS, C. K. **Mass selection for improvement of grain yield and protein in a maize population.** *Crop Science*, Madison, v. 39, p. 1303-1305, Sept./Oct. 1999.

BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301p.

CARDOSO, M. J.; MUNDSTOCK, C. M. **Diferenciação do pendão de dois híbridos de milho afetada pela época de semeadura.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 69-73, 1979.

CARENA, M. J.; SANTIAGO, I.; ORDÁS, A. Direct and correlated responses to recurrent selection for prolificacy in maize at two plant densities. *Maydica*, Bergamo, v. 43, n. 2, p. 95-102, 1998.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. *Experimental designs*. 2.ed. London: John Wiley, 1957. 611p.

COLMENAREZ, A. A. P; GALÁN, J. D. M; GARZA, A. M. Adaptación a clima templado de una variedad de maiz tropical mediante selección masal visual estratificada *Agrociência*. México, v. 34, n. 5, p. 533-542, Set./Out. 2000.

COORS, J. G.; MARDONES, M. C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize I. Direct and correlated responses. *Crop Science*, Madison, v. 29, n. 2, p. 262-266, Mar./Apr. 1989.

COTTERILL, P. P.; DEAN, C. A. *Successful tree breeding with index selection*. Melbourne: CSIRO, Division of forestry and forest products, 1990. 80p.

CUTRIM, V. A. *Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado*. 1994. 92p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DOEBLEY, J.; STEC, A. Inheritance of the morphological differences between corn and teosinte: comparison of results for two F_2 populations. *Genetics*, Chapel Hill, v. 134, n. 2, p. 559-570, June 1993.

DOZZA, M. *Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão dos caracteres prolificidade e produção de grãos na população de milho CMS 39*. 1997. 67p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FALCONER, D. S. *Introdução à Genética Quantitativa* Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FERRÃO, R. G.; GAMA, E. E. G.; FERRÃO, M. A. G. Três ciclos de seleção massal estratificada na população de milho EE1. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 42, n. 241, p. 325-329, maio/jun. 1995.

GARCÍA, J. C. G.; SÁNCHEZ, F. M. Comparacion de tres tecnicas de seleccion masal en un compuesto precoz de maiz. *Agrociência*, Chapingo, n. 58, p.45-58, out/nov/dez. 1984.

GARDNER, C. O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn *Crop Science*, Madison, v. 1, n. 4, p. 241-245, July/Aug. 1961.

GARDNER, C. O. Quantitative genetic studies and population improvement in maize and sorghum. *Proceeding International Conference on Quantitative Genetics*, Ames, Iowa, p.475-489, 1976.

GENTER, C. F.; EBERHART, S. A. Performance of original and advanced maize populations and their diallel crosses. *Crop Science*, Madison, v. 14, n. 6, p. 881-885, Nov./Dec. 1974.

GÓMEZ, L. G. Respuesta indirecta de incremento de rendimiento en selección por prolificidad. In: REUNIÓN DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA, 14., 1990. *Informe...* p.17-21.

GOMES, L. S. Interação genótipo x época de plantio em milho (*Zea mays L.*) em dois locais do Oeste do Paraná. 1990. 148p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GONÇALVES, F. M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em "safrinha" no período de 1993 a 1995. 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES, G. A.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E.; MARQUES Jr., O. G. Seleção de famílias de meios-irmãos de milho em três épocas de semeadura visando produção de silagem. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, v. 19, n. 3, p. 218, Set. 1996.

GONZÁLEZ, O. L. Selección masal moderna en un compuesto de maíz temporal. Tesis de Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, 1971.

HALLAUER, A. R. Heritability of prolificacy in maize. *The Journal of Heredity*, Oxford, v. 65, n. 3, p. 163-168, May/June 1974.

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

HALLAUER, A. R.; RUSSEL, W. A.; LAMKEY, K. R. **Corn breeding**. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. (Eds). **Corn and corn improvement**. 3.ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1988. p.469-554.

HALLAUER, A. R.; SEARS, J. H. **Mass selection for yield in two varieties of maize**. *Crop Science*, Madison, v. 9, n. 1, p. 47-50, Jan./Feb. 1969.

HARRIS, R. E.; MOLL, R. H.; STUBER, C. W. **Control and inheritance of prolificacy in maize**. *Crop Science*, Madison, v. 16, n. 6, p. 843-850, Nov./Dec. 1976.

HUNNICUTT, B. **O milho: sua cultura e aproveitamento no Brasil**. Rio de Janeiro: Leite Ribeiro, 1924. 243p.

JOHNSON, E. C. **Effecto de la selecció n masal sobre el rendimiento de una variedad tropical de maiz**. In: REUNION ANUAL DEL PCCMM, 9., El Salvador. **Informe... El Salvador**, p. 56-57.

JOSEPHSON, L. M.; KINCER, H. C.; HARVILLE, B. G. **Selection studies for low ear placement in corn**. **Proceedings Annual Corn and Sorghum Researse Conference**, 31 p. 85-97.

LINA, L. C. G.; MAX, W. P. L.; MAURÍCIO, D. Z.; JOSIANE, M. G. **Avaliação da seleção massal estratificada aplicada na obtenção de quatro cultivares de milho (*Zea mays L.*)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Anais... Uberlândia: ABMS, 2000. (CD-ROM)**.

MAITA, R.; COORS, J. G. **Twenty cycles of biparental mass selection for prolificacy in the open-pollinated maize population Golden Glow** *Crop Science*, Madison, v. 36, n. 6, p. 1527-1532, Nov./Dez. 1996.

MARECK, J. H.; GARDNER, C. O. **Responses to mass selection in maize and stability of resulting populations**. *Crop Science*, Madison, v. 19, n. 6, p. 779-783, Nov./Dec. 1979.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. **Milho híbrido**. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Eds) **Melhoramento e produção de milho** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p.275-340.

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

MÔRO, J. R.; ZINSLY, J. R.; VENCOSKY, R. Dois esquemas de seleção massal em um composto de milho opaco (*Zea mays L.*). **Relatório Científico**, Piracicaba: ESALQ, p. 154-163, 1974.

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

PAIVA JR., M. C. **Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura.** 1999. 66p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PATERNIANI, E. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize (*Zea mays L.*). **Maydica**, Bergamo, v. 23, n. 1, p. 29-34, Jan./Mar. 1978.

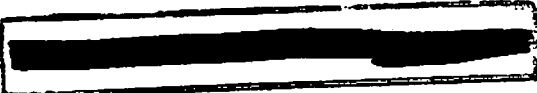
PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.429-485.

PRIOR, C. L.; RUSSEL, W. A. Yield performance of nonprolific and prolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 4, p. 482-486, Jul./Ago. 1975.

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

RAMALHO, M. A. P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas.** 1977. 122 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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



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

RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do estado de Minas Gerais.** 1998. 126p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SEGOVIA, V. F. S. **Avaliação da seleção massal em ambos os sexos para a prolificidade em milho (*Zea mays L.*)** 1983. 91p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SOBRINHO, J. S. **Comportamento da cultivar de milho (*Zea mays L.*) "Piranão" em diferentes níveis de nitrogênio, espaçamentos e densidades.** 1981. 110p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, F. R. S. de. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays L.*) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais.** 1989. 80p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA Jr., C. L. de. **Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal** Piracicaba: FEALQ, 1989. 134p.

SUBANDI. **Ten cycles of selection for prolificacy in a composite variety of maize.** *Indonesian Journal of Crop Science*, Djakarta, v. 5, n. 1, p. 1-11, 1990.

TORREGROSA, C. M.; ARIAS, E. F. **Selección masal por prolificidad y rendimiento en la variedad de maíz ICA V. 552.** *Fitotecnia Latinoamericana*, Colômbia, v. 7, p. 55-70, 1970.

VARGAS, M. A. **Eficiência da seleção visual e determinação do tamanho da parcela e do número de repetições para avaliação da produtividade de grãos em famílias S₁ e S₃ de milho (*Zea mays L.*)** 1996. 92p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAMBRANO, G. M.; GALÁN, J. D. M.; GONZÁLEZ, F. C.; MUÑOZ, M. L. Magnitud y linealidad de la respuesta a la selección masal en maíz en función de los ambientes de selección y de evaluación. *Agrociencia*. México, v. 34, n. 4, p. 429-436, jul./ago. 2000.

ANEXOS

Anexos A	Página
TABELA 1 A - Resumo da análise de variância para o caráter peso de espigas despalhadas (t/ha) na semeadura de Outubro, época normal. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.	69
TABELA 2 A - Resumo da análise de variância para o caráter peso de espigas despalhadas (t/ha) na semeadura de Janeiro, "safrinha". Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.	69
TABELA 3 A - Resumo das análises de variância para os caracteres peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, número de dias para o florescimento masculino e feminino e altura de plantas e de espigas (m) na semeadura de Outubro, época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.	69
TABELA 4 A - Resumo das análises de variância para os caracteres peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, número de dias para o florescimento masculino e feminino e altura de plantas e de espigas (m) na semeadura de Janeiro, "safrinha". Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.	70

TABELA 1 A - Resumo da análise de variância para o caráter peso de espigas despalhadas (t/ha) na semeadura de Outubro, época normal. Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

FV	GL	QM	P
Blocos	4	1,93	0,14
Tratamentos	9	2,96	0,01
Erro	36	1,07	
Média Geral	6,90		
CV (%)	14,98		

TABELA 2 A - Resumo da análise de variância para o caráter peso de espigas despalhadas (t/ha) na semeadura de Janeiro, "safrinha". Lavras, MG, ano agrícola 1999/2000.

FV	GL	QM	P
Blocos	4	3,54	0,00
Tratamentos	9	0,69	0,50
Erro	36	0,73	
Média Geral	5,29		
CV (%)	16,12		

TABELA 3 A - Resumo das análises de variância para os caracteres peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, número de dias para o florescimento masculino e feminino e altura de plantas e de espigas (m) na semeadura de Outubro, época normal. Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

FV	GL	Pe		Ne		Fm		Ff		Ap		Ae	
		QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P
Blocos	4	19,51	0,00	0,04	0,01	20,67	0,00	13,51	0,00	0,13	0,02	0,08	0,01
Trat(T)	12	2,27	0,00	0,04	0,00	8,01	0,00	7,86	0,00	0,24	0,00	0,18	0,00
Den(D)	1	11,77	0,00	3,17	0,00	1,11	0,52	9,42	0,06	0,66	0,00	0,27	0,00
T x D	12	0,36	0,91	0,02	0,09	2,41	0,56	3,79	0,17	0,03	0,71	0,02	0,68
Erro	100	0,72		0,01		2,69		2,67		0,04		0,02	
Média		8,42		1,25		67,75		70,07		2,93		1,85	
CV(%)		10,07		9,14		2,42		2,33		6,81		7,99	

TABELA 4 A - Resumo das análises de variância para os caracteres peso de espigas despalhadas (t/ha), número de espigas por planta, número de dias para o florescimento masculino e feminino e altura de plantas e de espigas (m) na semeadura de Janeiro, "safrinha". Lavras, MG, ano agrícola 2000/2001.

FV	GL	Pe		Ne		Fm		Ff		Ap		Ae	
		QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P	QM	P
Blocos	4	2,86	0,00	0,03	0,05	11,76	0,02	32,57	0,00	0,04	0,17	0,02	0,47
Trat(T)	12	2,68	0,00	0,02	0,08	15,63	0,00	30,42	0,00	0,23	0,00	0,18	0,00
Den(D)	1	0,19	0,61	0,87	0,00	1,30	0,56	142,28	0,00	0,09	0,05	0,04	0,17
T x D	12	0,88	0,26	0,01	0,96	2,53	0,78	3,03	0,93	0,03	0,39	0,02	0,50
Erro	100	0,71		0,01		3,83		6,41		0,02		0,02	
Média		4,88		0,99		69,24		72,40		2,28		1,34	
CV		17,21		11,08		2,83		3,50		6,80		10,61	
(%)													