

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DA SELEÇÃO MASSAL NA MÉDIA E NA VARIÂNCIA
GENÉTICA DA CULTIVAR AL 25 DE MILHO (*Zea mays* L.)**

JULIANA PARISOTTO POLETINE

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia - Área de Concentração
Agricultura

BOTUCATU - SP
Agosto – 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DA SELEÇÃO MASSAL NA MÉDIA E NA VARIÂNCIA
GENÉTICA DA CULTIVAR AL 25 DE MILHO (*Zea mays* L.)**

JULIANA PARISOTTO POLETINE

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia - Área de Concentração
Agricultura

BOTUCATU - SP
Agosto – 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P765e Poletine, Juliana Parisotto, 1972
Efeito da seleção massal na média e na variância gené-
tica da cultivar AL 25 de milho (*Zea mays* L.) / Juliana
Parisotto Poletine. -- Botucatu : [s.n.], 2001
ix, 164 f. : il.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônomicas
Orientador: Maurício Dutra Zanotto
Inclui bibliografia

1. Milho - Melhoramento genético 2. Milho - Seleção
3. Milho - Variedade I. Zanotto, Maurício Dutra II.
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas
III. Título

Palavras-chave: Milho; Melhoramento genético; Seleção massal;
Variedade

A Deus, por ter mantido-me fiel aos meus objetivos, iluminando todos os caminhos; luz nos momentos desanimadores e esperança para a construção de um mundo sem fome.

A meus pais, Waldemar e Dirce, e minha irmã Daniela, que se constituíram na principal motivação para a realização deste trabalho, por todo esforço e imensos sacrifícios dedicados à minha vida acadêmica.

A Gustavo Colpas Basso, por toda compreensão, amor e alegria que trouxe à minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Maurício Dutra Zanotto, pela orientação, ensinamentos, dedicação, incentivo e espírito solícito, dispensados ao meu trabalho.

À Coordenação e aos professores do Curso de Pós Graduação em Agricultura, pela oportunidade concedida à realização deste curso, pelo aprendizado técnico e científico, pelo respeito, consideração e confiança em mim depositados.

À Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista, responsável pela minha formação superior e ambiente de trabalho acolhedor, onde divido todos os conhecimentos até aqui adquiridos.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, Prof. Dr. Silvio José Bicudo e Prof. Dr. Norberto Silva pelo aprendizado e pelas sugestões.

Aos colegas do curso, Eng. Agr. M.S. Silvia Zanatta, Eng. Agr. M.S. Luciana Rodrigues Cardoso e Eng. Agr. M.S. Rosemeire Silva pela amizade e companheirismo.

A Eng. Agr. M.S. Josiane M. Guissem pela colaboração na confecção das análises estatísticas.

Ao Técnico Agrícola Nilton Moraes, e todos os funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel, pelas inúmeras horas de dedicação dispensadas ao meu trabalho.

Ao Eng. Agr. Sylmar Denucci, diretor do Serviço de Produção de Sementes Ataliba Leonel, pela cessão do material experimental

A todos os professores e funcionários do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, e aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo aprendizado, apoio e agradável convívio.

Aos meus amigos funcionários, e colegas de profissão, da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista - ESAPP e Faculdade de Ciências Gerenciais - FACIG, pelas críticas, sugestões, companheirismo, dedicação e estímulo, durante bons e difíceis momentos.

Às amigas Adriana Cuerin Parisotto, Adriana Gonçalves Pariz, Luciene Taveira Barros e Renata Maffei Cavalcante, pela consideração, estímulo e companheirismo sempre dispensados.

A todos que, não sendo aqui citados especificamente, de uma forma ou de outra, colaboraram ou apoiaram a realização deste trabalho, sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	VI
RESUMO	01
SUMMARY	03
1. INTRODUÇÃO	05
2. REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1. Respostas obtidas pela seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em programas de melhoramento genético em milho09
2.2. Parâmetros genéticos	26
2.3. Estimativas de parâmetros genéticos	32
3. MATERIAL E MÉTODOS	58
3.1. Material	58
3.1.1. Obtenção da cultivar	58
3.1.2. Características da cultivar AL 25.....	59
3.2. Métodos	61
3.2.1. Obtenção das progênies	61
3.2.2. Avaliação das progênies	61
3.2.3. Caracteres avaliados	63
3.2.4. Análises de variância	63

3.2.4.1. Análises de variância para produção de grãos	
ao nível de totais de parcelas	63
3.2.4.2. Análises de variância para altura de inserção de espigas	
ao nível de médias de parcelas	68
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.1 Produção de grãos	75
4.1.1. Análises individuais	75
4.1.2. Análises conjuntas	80
4.1.3. Estimativas de parâmetros genéticos	84
4.2. Altura de inserção de espigas	99
4.2.1. Análises individuais	99
4.2.2. Análises conjuntas	105
4.2.3. Estimativas de parâmetros genéticos	108
4.3. Discussão geral	122
5. CONCLUSÕES	131
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características morfológicas e fisiológicas da cultivar AL 25, 1991	60
2	Esquema de análise de variância individual para cada ano, para produção de grãos por parcela, com progênes do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999 e 2000	64
3	Esquema de análise de variância conjunta para os dois anos, para produção de grãos por parcela, com progênes do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999/ 2000	64
4	Quadrados médios das análises individuais e respectivas esperanças matemáticas $E(QM)$, segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica produção de grãos por parcela, avaliada ao nível de totais de parcelas da cultivar AL25, 1999 e 2000	65
5	Quadrados médios das análises conjuntas e respectivas esperanças matemáticas $E(QM)$, segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica produção de grãos por parcela, da cultivar AL25, avaliada ao nível de totais de parcelas, 1999/ 2000	67
6	Esquema de análise de variância individual para cada ano, para altura de inserção de espigas, com progênes do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999 e 2000	68
7	Esquema de análise de variância conjunta para os dois anos, para altura de inserção de espigas, com progênes do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999/ 2000	69
8	Quadrados médios das análises individuais e respectivas esperanças matemáticas $E(QM)$, segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica altura de inserção de espigas, avaliada ao nível de médias de parcelas da cultivar AL25, 1999 e 2000	70
9	Quadrados médios das análises conjuntas e respectivas esperanças matemáticas $E(QM)$, segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica altura de inserção de espigas, da cultivar AL25, avaliada ao nível de médias de parcelas, 1999/ 2000	71

Quadro		Página
10	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos	76
11	Médias de produção de grãos (g/parcela) ² , ao nível de totais de parcelas, para as progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000	77
12	Variâncias fenotípicas (Quadrados Médios) em totais de parcelas, para a característica produção de grãos, nas progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000	79
13	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, nos experimentos A, B, C e D	81
14	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas	86
15	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas	87
16	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênes do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, nos experimentos A, B, C e D	89
17	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênes do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, nos experimentos A, B, C e D	90
18	Estimativas de parâmetros genéticos para a característica produção de grãos por parcela, calculados a partir de análises individuais na cultivar AL 25, ao nível de totais de parcelas, 1999 e 2000	92

Quadro		Página
19	Estimativas de parâmetros genéticos para a característica produção de grãos por parcela, calculados a partir de análises conjuntas na cultivar AL 25, ao nível de totais de parcelas, 1999/2000	96
20	Coefficientes de variação genética para a característica produção de grãos por parcela, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos dois anos de realização do experimento para a cultivar AL 25, 1999/2000	98
21	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas	100
22	Médias de altura de inserção de espigas (m/planta), ao nível de médias de parcelas, para as progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000	102
23	Variâncias fenotípicas (Quadrados Médios) em médias de parcelas, para a característica altura de inserção de espigas, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000	104
24	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental das análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, nos experimentos A, B, C e D	106
25	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênies do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas	109
26	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênies do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas	110
27	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, nos experimentos A, B, C e D	112

Quadro		Página
28	Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, nos experimentos A, B, C e D	114
29	Estimativas de parâmetros genéticos para a característica altura de inserção de espigas (m/ planta) ² , calculados a partir de análises individuais na cultivar AL 25, ao nível de médias de parcelas, 1999 e 2000	116
30	Estimativas de parâmetros genéticos para a característica altura de inserção de espigas (m/ planta) ² , calculados a partir de análises conjuntas na cultivar AL 25, ao nível de médias de parcelas, 1999/2000	119
31	Coefficientes de variação genética para a característica altura de inserção de espigas, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos dois anos de realização do experimento para a cultivar AL 25, 1999/2000	120

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar os efeitos de onze ciclos de seleção massal nos componentes da média e da variância na cultivar de milho AL 25, utilizando-se para tanto, 200 progênes de meios irmãos, sendo 100 provenientes do 4º ciclo de seleção massal e outras 100 provenientes do 15º ciclo.

A obtenção das progênes de meios irmãos foi efetuada em 1998 e foram conduzidos oito experimentos, em condições de safrinha, nos anos de 1999 e 2000. Em cada ano foram conduzidos quatro experimentos, contendo cada um deles, 25 progênes de meios irmãos de cada ciclo de seleção massal, bem como quatro híbridos simples, como testemunhas. Utilizou-se o esquema de blocos completos casualizados com três repetições, avaliando-se as características produção de grãos e altura de inserção de espigas.

Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas, em relação aos dois anos de realização dos experimentos, para a comparação das médias e dos componentes de variância dos ciclos 4 e 15 de seleção massal.

Observou-se que houve ligeira redução na variância genética das progênies conforme foram efetuados os ciclos de seleção, para ambas as características analisadas. Ocorreu também aumento pouco expressivo nas médias de produção de grãos e altura de inserção de espigas, com os ciclos de seleção. Os experimentos conduzidos no ano 2000 apresentaram valores superiores para produção de grãos e inferiores para altura de inserção de espigas, em relação aos experimentos conduzidos em 1999.

Os resultados permitiram concluir que onze ciclos de seleção massal, a partir do ciclo 4, não promoveram alterações significativas nos componentes da média e da variância na cultivar de milho AL 25.

EFFECT OF MASS SELECTION ON THE COMPONENTS OF MEAN AND VARIANCE IN BRAZILIAN MAIZE CULTIVAR (*Zea mays* L.) AL 25. Botucatu, 2001. 164p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: JULIANA PARISOTTO POLETINE

Adviser: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

SUMMARY

The present research aimed to analyze the effects of eleven cycles of mass selection on the components of mean and variance in Brazilian maize cultivar AL 25, utilizing, one hundred half sib progenies from the 4th cycle of mass selection and a hundred from the 15th cycle.

A set of eight experiments was conducted, under summer conditions, in two years (1999 and 2000), with half sibs progenies obtained in 1998. In each year, four experiments were conducted, containing each one of them, 25 half sibs progenies of each cycle of mass selection, utilizing four comercial simple hybrid as checks. Randomized complete blocks was used with three replications and the following characteristics were evaluated: grain yield and ear height.

Individual and grouped variance analyses, for two years of experiments, were conducted to the comparison of mean and variance components of 4th and 15th cycles of mass selection.

A quick reduction of the genetic variance among progenies and inexpressive increasing of grain yield and ear height with selection cycles was observed. Higher grain yield and lower ear height was obtained in experiments conducted in 2000 when compared to those conducted in 1999.

Through the results it is concluded that eleven cycles of mass selection did not promote significant alterations on the components of mean and variance in Brazilian maize cultivar AL 25.

Keywords: Maize, Breeding, Mass selection, Mean, Variance, Cultivar

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Zea mays* L., originária da América tropical, é dentre as espécies cultivadas, a que provavelmente atingiu o maior grau de domesticação, e apresenta a maior variabilidade natural, existindo mais de três centenas de raças deste cereal. Sua importância em estudos de melhoramento genético é justificada pela grande quantidade de trabalhos existentes e pela escolha do milho como material básico para várias pesquisas.

Os métodos de melhoramento praticados na cultura do milho evoluíram conforme foram se acumulando conhecimentos sobre este cereal e conforme surgiram exigências no sentido de satisfazer-se as necessidades nutricionais de numerosos países, cujas populações têm no milho a fonte principal de sua dieta alimentar.

Segundo Paterniani (1966), no final do século passado e início do presente, inúmeras tentativas de melhoramento do milho foram efetuadas, principalmente nos Estados Unidos. Em tais programas, os métodos de melhoramento empregados foram: a seleção massal, os cruzamentos intervarietais e a seleção espiga por fileira. As informações disponíveis levaram à conclusão geral de que a seleção massal era eficiente apenas para

melhorar a adaptação de uma variedade introduzida e não para aumentar a produtividade. Por outro lado, trabalhos mais recentes, embora em pequeno número, concluíram que a seleção massal constituiu-se no método mais fácil e mais rápido para melhorar a produtividade de grãos na cultura do milho, em determinadas populações.

Drummond (1959) já havia relatado a alteração de caracteres de planta e de espiga, pelo uso do método de seleção, mas, o autor citou também que, em relação à produtividade, por falta de dados experimentais, não havia como se determinar se a seleção massal poderia ter algum valor. O mesmo considera a seleção em massa ineficiente para o aumento da produtividade, atribuindo essa ineficiência à baixa herdabilidade apresentada pelo caráter.

Sabe-se também que a condição necessária para alcançar sucesso com o melhoramento através da seleção massal é a presença da variabilidade genética existente na população. Para a detecção desta variabilidade, além das alterações provocadas pelos métodos de melhoramento, Comstock & Robinson (1948) sugeriram delineamentos genético-estatísticos para estimação dos componentes da variação genética em populações, e conseqüentemente conhecer as suas implicações no melhoramento.

Além disso, nos atuais programas de melhoramento dessa cultura, graças ao desenvolvimento das teorias de genética quantitativa, parâmetros genéticos, tais como variância genética, ganho de seleção e coeficientes de herdabilidade e de correlação, são normalmente estimados. Tais parâmetros possibilitam a obtenção de progressos esperados e de respostas correlacionadas na seleção, bem como auxiliam na definição do método de melhoramento mais apropriado para a população e para o caráter em questão.

Segundo Santos & Napolini-Filho (1986a), uma série de trabalhos norte americanos mostra a existência da variabilidade genética após sucessivos ciclos de seleção massal, e a presença de ganhos contínuos com o uso deste método, uma vez que a seleção não produz somente mudanças na variância genética de uma característica selecionada diretamente, mas a média, as variâncias e covariâncias entre outras características correlacionadas também são afetadas.

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo analisar a eficiência do método da seleção massal no melhoramento genético da cultivar de milho AL 25, sendo o mesmo parte de uma linha de pesquisa já iniciada. Para tanto, avaliou-se o efeito de 11 ciclos de seleção massal, nos componentes da média e da variância da referida cultivar, nas características produção de grãos e altura de inserção de espigas, utilizando-se 200 progênies de meios irmãos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com vários trabalhos constantes na literatura, o melhoramento de milho (*Zea mays* L.) teve início quando os povos perceberam o potencial dessas espécies para alimentos, alimentação e produção de óleo. Os procedimentos de seleção utilizados por antigos melhoristas de milho seriam considerados primitivos se comparados aos métodos atuais, mas os mesmos reconheceram as características necessárias para sustentar as civilizações da época.

Após a redescoberta das leis de Mendel, os conhecimentos sobre a herança genética foram se avolumando. Isto levou os melhoristas, em geral, e os do milho, em particular, à proposição de novos sistemas de melhoramento, os quais foram testados experimentalmente.

2.1. Respostas obtidas pela seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em programas de melhoramento genético em milho

A seleção massal, conforme cita Borém (1997), é um dos mais antigos métodos de melhoramento de plantas. A preservação inconsciente das plantas mais atraentes ou produtivas pelos primeiros agricultores resultou na elevação da frequência de genes favoráveis. É provável que as primeiras variedades melhoradas tenham sido desenvolvidas por esse método. A seleção massal só é eficiente se recair em populações heterogêneas, constituídas por indivíduos heterozigóticos, no caso de plantas alógamas.

Confirmando a afirmação acima, Drummond (1959), Paterniani (1969) e outros, citam que a seleção massal em milho deve ter sido usada logo no início da domesticação da planta. Citando Goodman, Paterniani (1969) considera que a domesticação do milho aconteceu há cerca de seis mil anos, transformando-o na planta com maior grau de domesticação que existe. Esse autor afirma que devido a essa domesticação, “conduzida evidentemente por seleção massal, seleção natural, juntamente com cruzamentos, o milho transformou-se numa espécie altamente dependente do homem, sem qualquer possibilidade de se manter por si só na natureza. Nessas transformações, a espécie *Zea mays* L. se diversificou em inúmeras raças, sendo conhecidas hoje cerca de 250”. Em trabalho posterior, Paterniani (1990) afirma serem conhecidas cerca de trezentas raças de milho. Tal autor refere-se ao milho ainda como a planta domesticada que alcança a maior eficiência na produção de alimentos, considerando a área e o tempo requeridos.

Segundo Zinsly (1969), vários autores são concordes em afirmar que os índios praticaram seleção consciente e eficiente do milho. Para Paterniani (1969), o homem civilizado recebeu assim um cultivo já bastante domesticado e produtivo, e trabalhos visando melhorá-lo ainda mais foram desenvolvidos, primeiramente por agricultores entusiastas do milho, que conseguiram uniformizar certos tipos e mesmo aumentar a produtividade e, posteriormente, no final do século XIX, nas estações experimentais dos Estados Unidos, por meio de vários projetos de seleção massal e seleção espiga por fileira, que visavam aumentar a produtividade ou alterar outros caracteres.

Drummond (1959) afirma que, com o advento de uma agricultura mais racionalizada, no princípio do século XIX, passou-se a estender a seleção em massa às plantas de milho, sendo as espigas escolhidas selecionadas de pés bem eretos, sadios, de espigas viradas e outras qualidades. Segundo o autor essa prática começou a ser usada apenas um século mais tarde no Brasil. Quanto à eficiência dessa seleção, o autor concluiu que por seu intermédio foram alterados diferentes caracteres de planta e de espiga, a julgar pela multiplicação de formas e de variedades, todavia não se tem conhecimento do tempo empregado nessa seleção. O mesmo autor afirma também que, em relação à produtividade, por falta de dados experimentais, “não se sabe se a seleção em massa pode ter algum valor.” Considera ainda a seleção em massa ineficiente para o aumento da produtividade, atribuindo essa ineficiência à baixa herdabilidade apresentada pelo caráter. A ausência de controle sobre o pólen reforçaria o pouco poder da seleção em massa, segundo o mesmo autor.

Zinsly (1969), afirma haver indicações seguras de que a seleção massal foi eficiente para promover adaptação de novas variedades, e que os primeiros melhoristas

foram hábeis em modificar a forma da planta e espigas, ajustando-as de acordo com a sua vontade.

Atualmente sabe-se que tal método é frequentemente utilizado por ocasião da obtenção das progênies, sendo eficiente para caracteres de alta herdabilidade como precocidade, altura de planta e de espiga, resistência a algumas doenças e pragas, etc. Pode ser aplicada sobre um sexo ou sobre ambos, sendo que o valor da Cov (x,y) é representada pela variância aditiva multiplicada pelos coeficientes 0,5 e 1, respectivamente. O método tem sua eficiência prejudicada para caracteres de baixa herdabilidade, pois a variância entre todas as plantas da população (genitores) que correspondem à unidade de seleção neste método, inclui efeitos genéticos (aditivos, dominantes e epistáticos) e ambientais em sua totalidade, aumentando o valor de σ_x .

O trabalho iniciado em 1896 na Universidade de Illinois sobre o teor de óleo e proteína em milho é o mais clássico e citado programa de seleção massal em plantas. A partir de 163 espigas de milho da variedade de polinização aberta “Burr White” foram inicialmente selecionadas 24 espigas com alto conteúdo de óleo e 12 com baixo conteúdo. Independentemente, selecionaram-se 24 espigas com alto conteúdo de proteína e 12 com baixo conteúdo. Os subgrupos selecionados foram trilhados e conduzidos individualmente, repetindo-se o mesmo procedimento durante mais 90 gerações. Os resultados mostraram a eficiência da seleção massal para elevação (4,7 para 16,6%) e redução (4,7 para 0,4%) do conteúdo de óleo, e elevação (10,9 para 25,0%) e redução (10,9 para 4,0%) do conteúdo de proteína na população original (Borém, 1997).

Pretendendo estabelecer a posição atualizada dos métodos aplicados em milho, Richey (1922), fez uma revisão dos resultados obtidos com vários métodos de

seleção e conclui que a seleção massal aplicada à produção, garante a manutenção e não o aumento da produtividade. Com relação ao método de espiga por fileira, achou que uma seleção bem dirigida pode conduzir a uma melhoria da produtividade, sempre que se parta de uma variedade não selecionada ou adaptada. É necessário ressaltar, entretanto, que a incerteza de obter elevada produtividade, além dos custos exigidos em tempo e dinheiro, fazem-no parecer pouco recomendável como método prático para melhoramento da produtividade.

Smith & Brunson (1925), citados por Jugenheimer (1976) compararam cinco ciclos de seleção espiga por fileira, para alta e baixa produção, com a população original mantida por seleção massal. Em dez anos de avaliação, obtiveram que a população melhorada para alta produção foi equivalente à população original conduzida por seleção massal, enquanto que para baixa produção, a seleção mostrou ser mais efetiva.

Sprague (1939) justificou a ineficiência do método espiga por fileira para melhorar a produtividade devido, em parte, à seleção restrita que dá como resultado uma alta endogamia. Estimou, inclusive que, uma amostra de dez plantas constituía o mínimo adequado para representar uma população. Os conhecimentos atuais fazem aparecer inaceitável este número de plantas como representativas de uma população de milho. No entanto, Brunson et al. (1948), citaram experimentos de Woodworth, o qual conseguiu, através do método de seleção espiga por fileira, obter variação para alto e baixo teor de óleo, de 12,02% e 1,62%, respectivamente, dentro da mesma variedade.

O uso de progênies de meios irmãos como teste de progênies foi introduzido por Hopkins, citado por Hallauer & Miranda Filho (1981b), consistindo numa modificação da seleção massal para aumentar a precisão das avaliações das plantas a serem selecionadas e ficando conhecido por “seleção espiga por fileira”. O método consistia

essencialmente em escolher um certo número de espigas com caracteres desejáveis e plantar as sementes destas espigas em fileiras individuais, sendo que com base no teste de progênes as espigas que davam origem às progênes superiores eram selecionadas para originar a próxima geração. Devido ao sucesso obtido com esse método para alterar os teores de óleo e proteína do milho, o mesmo foi utilizado para aumentar a produtividade, mas pouco ou mesmo nenhum progresso foi obtido.

Várias modificações foram apresentadas e não mostraram ser efetivas em aumentar a produtividade. São várias as causas apontadas para este insucesso (segundo Paterniani, 1967 e Hallauer & Miranda Filho, 1981b): falta de técnicas de campo adequadas para a seleção; isolamento inadequado, ou seja, controle parental não controlado e seleção rigorosa em pequenas populações, levando à rápida endogamia.

Como anteriormente citado, a efetividade do método espiga por fileira para melhorar caracteres como conteúdo de óleo e de proteína em milho, ficou bem evidenciada. Contudo, para produtividade, as várias tentativas malograram. Isto levou Lonquist (1964) a concluir que o esquema não funcionava para caracteres muito influenciados pelo ambiente, como produtividade. Por outro lado, sabe-se que a falta de variabilidade genética compromete o melhoramento. Pensou-se que devido à intensa pressão a que foram submetidas as variedades no passado, essa variabilidade genética estava esgotada. Contudo, Lonquist (1949) demonstrou a existência de suficiente variabilidade genética aditiva com a seleção recorrente, e concluiu que este método proporciona um melhor e mais eficiente meio de obter melhoramento onde grande número de genes influencia a manifestação de um caráter. Este mesmo pesquisador evidenciou a possibilidade de se conseguir resultados

significativos com os métodos simples de seleção, sempre que sejam acompanhados de delineamentos estatísticos apropriados.

Consoante com isso, o mesmo autor, em 1964, sugeriu o emprego do método de “seleção espiga por fileira modificada”, que tende a incrementar a precisão da seleção intra-populacional e que, além disso, possibilita a obtenção de um ciclo de seleção em uma geração. Paterniani (1967) aplicando este método em uma população de milho do tipo dentado, denominado “Dente Paulista”, relatou resultados de três ciclos de seleção, obtendo aumento em produtividade de 13,6% por ciclo, comparado com a população original, sendo este aumento praticamente constante. Tal pesquisador propôs a denominação de “seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos” ao método de espiga por fileira modificada.

Webel & Lonquist (1967), avaliaram o método citado, para produção de grãos, através de 4 ciclos de seleção na variedade “Hays Golden”. Os ganhos na produção média foram de 9,44% de incremento com respeito à variedade parental, por ciclo de seleção. Estes autores esperam, em ciclos avançados de seleção um decréscimo da variância genética aditiva dentro e um incremento entre famílias de meios irmãos devido à consangüinidade.

Entre as vantagens da seleção com progênies de meios irmãos, cita-se a não exigência de polinizações manuais, sendo assim as mesmas obtidas com relativa facilidade. Também, com a seleção entre progênies em um dado ano e recombinação no ano seguinte, permite-se o controle de gametas em ambos os sexos, além de, segundo Miranda Filho (1979), dar oportunidade para alterar as fases de avaliação e de recombinação para duas ou mais populações.

A seleção recorrente com progênies de meios irmãos teve boa aceitação, sendo hoje amplamente utilizada no melhoramento intrapopulacional, com vários trabalhos da literatura mostrando sua efetividade, também na avaliação de caracteres.

Woodworth et al. (1952), relatam os resultados obtidos durante 50 gerações de seleção em milho, sendo as 28 primeiras de espiga por fileira e as 22 últimas de seleção massal, para teor de óleo e proteína. Aplicando seleção bidirecional, chegaram a teores de óleo de 15,36% e 1,01%, respectivamente, partindo de uma porcentagem média inicial de 4,70%. Em proteína, a partir de 10,92% na população inicial, chegaram a 19,45% e 4,91%.

Moll & Robinson (1966), utilizaram-se de famílias de meios irmãos em três populações de milho, sendo uma população híbrida, derivada de um cruzamento de linhagens não melhoradas e duas populações, as quais constituem-se em variedades de polinização aberta. Seleção recorrente recíproca foi conduzida e os resultados dos primeiros ciclos de seleção foram comparados com valores esperados, baseados em estimativas de variâncias. Houve boa concordância entre a resposta à seleção para valores esperados e observados para produtividade na maioria das observações. Concluiu-se que, após três ciclos de seleção, que o método empregado utilizando-se de famílias de meios irmãos, foi tão eficiente quanto a seleção recorrente recíproca na performance do melhoramento dos cruzamentos.

Empig et al. (1971) examinaram o progresso genético esperado utilizando-se seleção massal, seleção com progênies S_1 , seleção em famílias de irmãos germanos, seleção em progênies de meios irmãos, seleção em espiga por fileira modificado, seleção com progênies “top cross” e seleção recorrente recíproca em irmãos germanos. Para as populações testadas, o mais eficiente dos esquemas de seleção analisados foi a seleção massal,

com controle de ambos os parentais, seguido pela seleção massal com controle de um parental, espiga por fileira modificado e progênes S₁.

Após um ciclo de seleção massal e três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, a população Dentado Composto MI-HSII apresentou alta produção e boa performance agrônômica. As melhores 73 famílias com médias de produtividade superiores a 8216 Kg/há foram recombinadas nos anos de 1976-1977 e, as famílias MI-HSIII foram selecionadas para produtividade, altura da planta e comprimento da espiga com uma intensidade de seleção de 15% entre e 10% dentro das famílias de meios irmãos. O ganho esperado para produção de grãos foi de 10%, com cerca de 7% correspondendo a seleção entre famílias e 3% para seleção dentro de famílias (Lima et al., 1974).

Num trabalho desenvolvido por Kincer & Josephson (1976), foram observados incrementos pequenos, mas iguais, na produtividade de uma população de milho submetida à seleção massal para prolificidade. Tais incrementos foram muito semelhantes aos obtidos com a seleção para produtividade e os autores relatam ainda aumento na altura de inserção de espigas, na mesma proporção para ambos os procedimentos.

Rodriguez et al. (1976) utilizaram o procedimento da seleção massal estratificada para prolificidade e produtividade, utilizando-se duas épocas do ano diferentes para seleção. As respostas obtidas foram da ordem de 3,3% e 4,9%, respectivamente, os acréscimos em produtividade obtidos por meio de dois ciclos de seleção realizados no semestre menos favorável do ano e por meio de quatro ciclos de seleção realizada alternadamente no semestre menos favorável e no semestre mais favorável. Dois ciclos de seleção massal realizados no semestre mais favorável do ano resultaram num decréscimo de

1,0% na produtividade. Os autores relatam que as respostas positivas para prolificidade e produtividade estiveram correlacionadas com maiores alturas de planta e de inserção de espigas, e maior precocidade em relação à população original.

Môro (1977), trabalhando com seleção massal estratificada e seleção massal estratificada com testemunha, obteve ganhos em produtividade da ordem de 11,5% e 5,0%, respectivamente, em um composto de milho, acrescentando que a seleção massal estratificada levou também a um acréscimo de 2,16% na altura média das plantas.

Resultados de um trabalho clássico envolvendo 15 ciclos de seleção massal sobre a população de milho Hays Golden foi relatado por Gardner (1978). Observou-se um progresso de 3% por ciclo na produção de grãos, um valor muito próximo do esperado (3,08% por ciclo). A resposta à seleção massal, contudo, alcançou seu limite no 13º ciclo e começou a decrescer no 17º, demonstrando que à medida que a população se desenvolve, observa-se um decréscimo na eficiência do método.

Mareeck e Gardner (1979), relatam resultados de acréscimo na produtividade variando de 12% a 15% resultantes da seleção massal aplicada a cinco populações e um híbrido duplo de milho. Os autores salientaram que a seleção massal para produtividade de grãos aumentou correlatamente a prolificidade, a altura de planta e de espiga e a umidade dos grãos na colheita. Acrescentaram ainda que dez ciclos de seleção massal para prolificidade aumentaram significativamente a produtividade, tanto quanto quinze ciclos de seleção massal para produtividade em si, sem que mudassem a umidade dos grãos na colheita, e com aumentos na altura de espiga e de planta menores do que na seleção massal para produtividade.

Após três ciclos de seleção massal com controle biparental (sobre os dois sexos), para prolificidade, Paterniani (1980) observou progressos médios de 1,7% e 5,6% nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, respectivamente, com aumento correlacionado na produtividade de 2,3% e 6,1%, respectivamente.

Poloni (1980), ao comparar duas modalidades de seleção massal em milho, a seleção massal estratificada e a seleção massal com testemunha, não obteve resultados experimentais significativos que comprovassem incrementos na produtividade com o uso da seleção massal estratificada, comentando também que a altura de planta e de inserção de espiga permaneceram inalteradas. O autor concluiu, entretanto, que ambas as modalidades foram eficientes para aumentar a produtividade de grãos do composto selecionado.

Quatorze ciclos de seleção massal para produtividade de grãos na população Krug foram avaliados e comparados com o oitavo ciclo de seleção em meios irmãos e seleção em progênies S_1 na mesma população. O ciclo C0 e os ciclos subsequentes C2 para C14, e dois conjuntos de cruzamentos testadores ($C_n \times C_0$ e $C_n \times B73$), foram avaliados em nove ambientes para estimar o progresso a partir da seleção massal. Resposta linear significativa, mas baixa, para produtividade de grãos foi obtida para seleção massal. Houve um pequeno decréscimo na variância genética para produtividade de grãos na população derivada de progênies S_1 mas não houve mudanças para populações derivadas da seleção massal e de famílias de meios irmãos (Ngandu, 1981).

Após 14 ciclos de seleção massal sobre a população BSK, Mulamba et al. (1983) observaram um ganho de 0,59% por ciclo na produção de grãos.

Segóvia (1983), utilizando a seleção massal em ambos os sexos para prolificidade em milho, obteve acréscimos de 15,4% e 1,56% na produtividade de duas

populações de milho, concluindo pela eficiência desse método para o melhoramento de populações de milho. Esse estudo revelou também que o caráter mais correlacionado com a produção foi a altura de espiga.

Iriarte & Marquez (1984) ao compararem a seleção massal estratificada com a seleção combinada de meios irmãos, relatam ganhos médios em produtividade de 5,02% por ciclo em duas populações de milho submetidas a dois ou três ciclos de seleção massal estratificada, e de 6,88% por ciclo em três populações submetidas a seleção combinada de meios irmãos. Os autores relatam também aumentos significativos na altura de planta e de espiga.

A população designada ESALQ VD2SI82 foi analisada e os resultados obtidos a partir de um ciclo de seleção experimental para produtividade entre e dentro de famílias de meios irmãos levaram à predição de um ganho genético em torno de 3,9% nesta população, se fossem selecionadas as melhores 21,6% das famílias de meios irmãos e as melhores 10% de plantas dentro de cada família. Um coeficiente de variação de 10,3% indicou que a seleção através deste método deveria manter eficiente controle através dos vários ciclos empregados (Freire & Paterniani, 1986).

Utilizando-se 500 famílias de meios irmãos, as quais foram selecionadas e recombinadas, Santos & Napolini Filho (1986b) estimaram parâmetros genéticos na população Dentado Composto Nordeste. A variabilidade genética em relação ao peso da espiga diminuiu significativamente em consequência do primeiro ciclo, mas não apresentou diminuições futuras. O ganho genético anual esperado foi de 10,34%, 72% desse avanço sendo devido à seleção entre e 28% à seleção dentro das famílias. O ganho alcançado com a seleção foi de 2,7% por ciclo. Os autores concluíram que o procedimento é capaz de

fornecer valores crescentes para produção, mas uma maior pressão de seleção é recomendada para ciclos posteriores.

A variância genética e a herdabilidade no sentido restrito foram calculadas para cinco caracteres quantitativos em 196 progênies de famílias de meios irmãos a partir de uma amostra de uma população (Pinguino) a qual foi submetida a cinco ciclos de seleção massal. A herdabilidade no sentido restrito estimada foi alta para altura de planta (0,51) e comprimento da espiga (0,59), e baixa para número de folhas por planta (0,30) e produtividade de grãos (0,22); o parâmetro número de espigas por planta apresentou a herdabilidade mais baixa (0,139) (Jobet & Barriga, 1988a).

Continuando trabalho anterior, (Jobet & Barriga, 1988b) aplicaram dois métodos de seleção (seleção massal estratificada e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos) a 196 progênies de meios irmãos da população Pinguino. A seleção simulada para produtividade indicou que ambos os métodos permitiriam progresso genético adequado para altura de plantas, comprimento da espiga e produtividade de grãos. Os respectivos avanços genéticos de 7,5, 15,9 e 8,0% foram alcançados com seleção massal e avanços de 6,3, 13,0 e 6,0% foram obtidos com a seleção em famílias de meios irmãos. Os autores concluíram que seleção massal constituiu-se no método mais fácil e rápido para melhorar a produtividade de grãos.

Coors & Mardones (1989) estimaram as respostas de 12 ciclos de seleção massal na população Golden Glow para aumentar a prolificidade nas populações *per se* e em cruzamentos com três linhagens endogâmicas (A632, W64A e W9). Nas avaliações realizadas nos anos de 1985 e 1986, o número de espigas por planta aumentou nas populações *per se* em 2,4% e 3,3% por ciclo, obtendo ganhos correlacionados na produção de grãos por

planta de 2,0% e 3,0% por ciclo, respectivamente. Também foram observados ganhos nos cruzamentos populacionais, mas foram aproximadamente metade daqueles observados nas populações *per se*, mostrando que a resposta indireta à seleção obteve baixa eficiência.

A população de milho sintética CMS-39, foi submetida à seleção com famílias de meios irmãos para produtividade de grãos, por Arriel et al. (1993). Populações representando o ciclo original (C0) e ciclos I, II e III foram avaliados em esquema de blocos ao acaso com dez repetições. Os ganhos observados a partir da seleção foram comparados com os ganhos esperados baseados em parâmetros estimados para cada ciclo de seleção. O ganho real por ciclo, colocado como a média dos quatro ciclos, foi de 3,6%, o qual apresentou-se menor que a média de ganho esperada por ciclo (7,2%).

Num estudo desenvolvido por Liu & Peng (1994), três ciclos de seleção recorrente com famílias de meios irmãos foram completados na população Zhong Zong 2 (ZZ2). Este método mostrou-se eficiente para melhorar a produtividade de grãos, aumentando tal parâmetro em 7,4% por ciclo.

Carvalho et al. (1994) utilizaram-se de três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos da população CMS 28, com o objetivo de aumentar a produção e adaptação a essa região. O ganho estimado para peso de sementes seguindo-se os três ciclos de seleção foi de 10,6%.

Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos foram conduzidos na população de milho CMS 33, por Carvalho et al. (1995), objetivando melhores produções e maior adaptação ambiental à região nordeste do Brasil. Os parâmetros genéticos estimados decresceram a medida que os ciclos de seleção progrediram sendo mais significativa a redução da população original para o ciclo 1. A magnitude dos parâmetros

genéticos indica que a população tem potencial e justifica-se a continuidade do programa de melhoramento. A estimativa do ganho médio foi de 16,76% por ciclo por ano.

As respostas à seleção para três ciclos de seleção em famílias de meios irmãos foram estimadas por Delgadillo et al. (1995), na variedade Ancho Seleccion Pairumani, estimando-se também a herdabilidade para a produção de grãos e outras características agronômicas desejáveis. A produção de grãos aumentou em resposta à seleção, em 2,99% por ciclo, o que concordou com os ganhos teoricamente estimados em 4,88% por ciclo.

Utilizando-se da população Golden Glow, Maita et al. (1995), testaram as respostas diretas e correlatas a 20 ciclos de seleção massal, nos anos de 1993 e 1994. Os resultados evidenciaram um ganho de 3% por ciclo, em se tratando do número de espigas/planta e com relação à produção de grãos por planta e por hectare, ambos aumentaram em 1% por ciclo. O número de espigas por planta foi significativamente correlacionado positivamente com a produção e negativamente com os dias para o florescimento, conteúdo de umidade dos grãos, altura de inserção da espiga e altura da planta.

A seleção massal mostrou-se também eficiente num trabalho conduzido por Zhang et al. (1995), onde quatro ciclos neste esquema foram utilizados. Sob condições de dias longos, em Beijing, o ganho médio (sobre três anos) em produtividade por ciclo, foram 626 Kg/há (28,7%) e 623 (Kg/há) (29%) para as populações subtropicais C. Pop. 13 e C. Pop. 14, respectivamente.

Nas regiões norte, sul e em algumas áreas do Espírito Santo, 200 famílias de meios irmãos, da população EEL₄ foram analisadas durante os anos de 1985 a 1988. De acordo com Ferrão et al. (1995a), as taxas de seleção de 15% entre e 12,5 dentro das

famílias foram utilizadas. As performances alcançadas foram, para o primeiro, segundo e terceiro ciclos, em média, 91g, 129,3 g e 153,5 g por planta, respectivamente.

Ferrão et al. (1995c), avaliaram três ciclos de seleção massal na população EEL₂. As características avaliadas foram produção por espiga, altura da planta, altura da espiga e prolificidade. A análise de variância conjunta não detectou diferenças significativas para tratamentos e localidades, para as quatro características. Sugeriu-se que tal esquema de seleção utilizado não promoveu ganho genético durante os ciclos de seleção porque a população EEL₂ não expressou variabilidade genética.

Um programa de seleção com famílias de meios irmãos na variedade promissora IBO128 foi iniciado por Velasquez et al. (1995), para calcular o ganho genético nos ciclos de seleção, avaliando-se 250 progênies de meios irmãos no terceiro ciclo, além de calcular as respostas teóricas e a herdabilidade no terceiro ciclo, e calcular o coeficiente de variância aditiva. Os três ciclos de seleção e a população foram analisados, obtendo-se para a produção de grãos, para os ciclos, um ganho médio de 8,74%.

Uma população formada pelo inter cruzamento de 16 genótipos exóticos de milho foi geneticamente melhorada para produtividade, tolerâncias à algumas doenças e comprimento da espiga, durante dois ciclos de seleção conduzidos por Lopez & Biasutti (1996). Os processos de seleção massal, juntamente com a população original foram avaliadas em experimentos nos anos agrícolas de 1993/94 e 1994/95. Um conjunto de 110 progênies de meios irmãos, derivadas do segundo ciclo, produtivas e não produtivas ou com índice de colheita superior foram avaliadas para testar se existem diferenças no critério de seleção individual correlacionado com a performance das populações resultantes. Progênies produtivas e não produtivas apresentaram uma performance ligeiramente superior que àquelas

com superiores índices de colheita. A seleção massal foi eficiente no aumento da produtividade, reduzindo o comprimento da espiga, mas aumentando o número de dias para o florescimento.

Bernal et al. (1996), analisaram 250 progênies, as quais foram inicialmente submetidas a quatro ciclos de seleção recorrente em famílias de meios irmãos, dois ciclos em famílias de meios irmãos e dois ciclos de seleção massal. As 50 melhores progênies (com intensidade de seleção de 20%) foram selecionadas para produção e características agrônômicas desejáveis. Houve um ganho genético de aproximadamente 247 Kg/há. Os resultados mostraram a eficiência de tais métodos de seleção intrapopulacionais, os quais podem ser usados como população base para melhoramento de milho tropical.

Informações sobre a variância genética e herdabilidade foram obtidas a partir de um estudo desenvolvido por El Satter (1997), nas populações de milho Moshtohor 1 e Moshtohor 3. Os resultados sugeriram que programas de melhoramento intrapopulacionais apresentam bom potencial para melhorar características, como por exemplo, produção de grãos. Esquemas como seleção massal e espiga por fileira modificada apresentaram-se os menos eficientes.

Spaner et al. (1997), utilizaram o processo da seleção massal para iniciar um programa de melhoramento visando maior produção de milho verde na variedade, ICTA Farm Corn. As avaliações foram direcionadas para tamanho e peso da espiga, por ocasião da maturidade fisiológica. O comprimento, a largura e o peso das espigas aumentou linearmente com a seleção empregada (1,9, 1,5 e 2,4%/ ciclo, respectivamente), culminando em maiores produções. Após três gerações de seleção, a produção foi significativamente maior que em cruzamentos de polinização aberta, envolvendo a mesma variedade.

De acordo com El Hosary & Abdel Sattar (1997), durante o ano agrícola de 1993-1994, famílias a partir da variedade de milho sintética Moshtohor 2 foram selecionadas e avaliadas para herança a seis componentes, usando seis diferentes métodos de seleção. A variância aditiva foi significativa para altura da planta, altura de inserção da espiga e número de fileiras por espiga, enquanto a maioria das outras características foi controlada por efeitos de dominância. Herdabilidade de moderada a alta foi observada para todas as características, exceto, peso de 100 sementes. Avanços genéticos por ciclo de seleção foram 2,57; 3,01; 7,53; 6,26; 12,04 e 8,79% para seleção massal, seleção espiga por fileira, seleção em famílias de meios irmãos, seleção em famílias de irmãos germanos, teste de progênie e seleção em famílias S1, respectivamente.

Num estudo desenvolvido por Weyhrich et al. (1998), foram comparadas as respostas à seleção para sete diferentes métodos (massal, espiga por fileira modificado, meios irmãos com testador, irmãos germanos, progênie S1, progênie S2 e seleção recorrente recíproca com irmãos germanos). Todos estes métodos de seleção foram eficientes em melhorar a performance da população para produção de grãos, com a seleção massal apresentando a resposta mais baixa (0,6% no ciclo 1).

Um total de 27 ciclos de seleção massal divergente para comprimento da espiga em milho foram realizados no cultivar Iowa Long Ear Synthetic (BSLE) para determinar o efeito da seleção para comprimento da espiga na produção de grãos. Tal processo foi eficiente na modificação do comprimento da espiga: este parâmetro aumentou em 1,4% por ciclo de seleção de espigas mais compridas e diminuiu 1,9% por ciclo de seleção para espigas mais curtas. A seleção para espigas mais curtas foi acompanhada por uma diminuição acentuada na produção de grãos de 1,7% por ciclo de seleção, com nenhuma mudança sendo

observada na produção, quando a seleção foi para espigas mais longas. Houve evidências de que a variação genética diminui com o processo de seleção aplicado (Lopez & Hallauer, 1998).

A avaliação de famílias de meios irmãos em milho tem sido geralmente conduzida em um ambiente, sem considerar-se as interações genótipos ambiente no esquema de seleção. Pacheco et al. (1998), utilizou dois diferentes ambientes para testar 400 famílias de meios irmãos, analisando-se o peso de espiga. Os resultados mostraram a necessidade de testar-se famílias de meios irmãos em mais de um ambiente, de forma a melhorar a eficiência da seleção e evitar uma superestimativa da variância genética aditiva devido aos efeitos da interação.

Um dos últimos trabalhos conduzidos com seleção massal estratificada recorrente, na referida cultura, relata a ineficiência da seleção da cultivar AL 25 para aumentar a produtividade de grãos ou melhorar características como altura de inserção de espigas (Garcia, 2000).

2.2. Parâmetros genéticos

A maioria dos caracteres agronômicos importantes, em especial a produtividade, são quantitativos. O estudo da variação dos mesmos, por serem muito influenciados pelo ambiente e devido a maior complexidade genética, requer métodos genético-estatísticos. Um caráter quantitativo apresenta uma distribuição contínua em relação à frequência dos indivíduos na população, sendo esta distribuição caracterizada e descrita por

medidas de quantidade. Estas, por sua vez, são representadas por valores numéricos, que são os parâmetros da população.

Uma população constitui-se geralmente em um número muito grande de genótipos, os quais são avaliados em ambientes diferenciados. Devido a isto, os parâmetros em geral não são conhecidos, mas sim são obtidas estimativas de parâmetros genéticos e ambientais através de amostras de uma população de ambientes (Dudley & Moll, 1969).

A variação total de um determinado caráter numa população é descrita estatisticamente pela variância fenotípica que, por sua vez, corresponde à soma das variâncias genética e ambiental. A variância genética é um parâmetro restrito pois corresponde à porção da variância fenotípica que pode ser atribuída às diferenças genotípicas entre os fenótipos e, segundo Vencovsky (1969), esta não é de muita utilidade numa seqüência de gerações pois os genótipos dos indivíduos são perdidos em cada geração.

Allard (1971), Halluer & Miranda Filho (1981b) e Souza Júnior (1989) relatam que Fisher (1918) foi o primeiro a decompor a variância genotípica de um caráter em três componentes: a variância genética aditiva, em razão dos efeitos médios dos genes; a variância genética dominante, em virtude dos efeitos das interações intraalélicas, e a variância genética epistática, em função dos efeitos das interações interalélicas. Trabalhos posteriores, dos mais diversos autores, ampliaram o estudo da decomposição da variância genética, com a inclusão dos efeitos da endogamia (Cockerham, 1983, e Souza Júnior, 1989). Outros trabalhos enfocaram, ainda, a decomposição da variância genética para híbridos e para populações de espécies intermediárias (Cockerham & Weir, 1984).

De acordo com Falconer (1964), apenas uma pequena parte da variância epistática contribui para a covariância, sendo seu efeito, portanto, pequeno sobre a

semelhança entre parentes. Segundo Vencovsky (1969), as variâncias epistáticas têm provavelmente valores muito menores que as variâncias genéticas aditiva e de dominância em populações panmíticas. Desta forma, em milho as variâncias epistáticas são em geral negligenciadas pois, a maioria dos estudos para a estimação das mesmas, têm apresentado pequena magnitude (Hallauer & Miranda Filho, 1981a).

É importante para o melhorista a estimação dos componentes da variância pois a natureza e magnitude da variabilidade disponível na população irá determinar qual tipo de seleção será mais eficiente, além de orientar na escolha da população base para o melhoramento. Existem vários métodos onde são usados delineamentos experimentais e cruzamentos apropriados para a estimação dos componentes da variância genética. Os primeiros foram apresentados por Comstock & Robinson (1948 e 1952), sendo denominados de Delineamentos I, II e III e baseiam-se na covariância entre indivíduos aparentados obtidos pelos cruzamentos. Maiores detalhes dos vários métodos que podem ser utilizados são fornecidos por Cockerham (1963) e Hallauer & Miranda Filho (1981a). São consideradas várias suposições ou exigências para definir a população a ser amostrada, para a derivação das esperanças dos quadrados médios e para a interpretação genética dos componentes da variância (segundo Comstock & Robinson, 1948 e 1952): acasalamento ao acaso dos parentais; herança diplóide; equilíbrio ou ausência de ligação; ausência de epistasia. Dentro desta série de restrições, podem ser obtidas estimativas significativas dos componentes da variância genética sem nenhuma restrição sobre as frequências alélicas (Dudley & Moll, 1969).

Assim como os delineamentos apropriados, os experimentos de seleção, os quais incluem amostragem adequada e testes conduzidos corretamente em

experimentos de campo e repetidos em ambientes diversos, também podem ser usados para estimar os componentes da variância (Hallauer & Miranda Filho, 1981a). Ainda segundo estes autores, isto é desejável quando o pesquisador está iniciando um programa de seleção a longo prazo.

De acordo com Vencovsky & Barriga (1992), os parâmetros componentes da variação fenotípica de um caráter são estimados a partir de quadrados médios, provenientes da análise de variância de dados experimentais. Após a obtenção de tais quadrados médios, são estabelecidas as suas respectivas esperanças matemáticas, de acordo com o modelo matemático correspondente ao delineamento estatístico utilizado. A resolução das equações resultantes fornece, portanto, as estimativas dos componentes da variação fenotípica do caráter em questão.

Em ensaios experimentais realizados em dois ou mais ambientes, o desdobramento da variação fenotípica fornece, também, a estimativa da variância das interações entre locais e genótipos. Tal estimativa, quando o ensaio é montado em apenas um ambiente, não pode ser determinada, e aparece incrementando a estimativa da variância genética (Ramalho, 1977). O conhecimento das interações entre locais e genótipos orienta no planejamento e nas estratégias de melhoramento, bem como na recomendação de cultivares (Vencovsky & Barriga, 1992).

A efetividade de uma seleção dependerá da magnitude da variação genética expressa na variação fenotípica de um caráter. A proporção da variância genética sobre a variância fenotípica total, ou seja, a herdabilidade, guiará a escolha do método de melhoramento mais apropriado para a população em questão (Fehr, 1987).

A quantidade de variabilidade genética determinará, portanto, o ganho de seleção. Contudo, um aumento em tal valor pode ser conseguido, também, através de um incremento no diferencial de seleção, ou então por meio do controle dos fatores ambientais, isto é, por meio de um decréscimo da variância fenotípica entre as unidades de seleção. A redução desse parâmetro, em casos onde a seleção é baseada em médias de famílias, é obtida através do aumento do número de repetições, ou através do aumento do número de ambientes (locais e anos) (Hallauer & Miranda Filho, 1981b).

No melhoramento de plantas, e principalmente de populações de polinização aberta, a variância genética aditiva é muito importante, pois é o principal componente nas relações de semelhança entre indivíduos aparentados e, portanto, é a que contribui totalmente para a resposta à seleção da população, qualquer que seja o esquema empregado. Além disso, as expressões do progresso esperado por seleção são fornecidas como diretamente proporcionais à magnitude da variância genética aditiva da população.

Um grande número de trabalhos da literatura apontam a existência de quantidade suficientemente grande da variância genética aditiva em populações de milho, sendo a mesma também mostrada como o principal componente da variância genética do caráter produção de grãos. A importância da variância genética aditiva foi relatada inicialmente por Sprague & Tatum (1942), onde interpretaram a capacidade geral de combinação das linhagens como indicação de genes tendo efeitos largamente aditivos e a capacidade específica de combinação como tendo efeitos de dominância, epistáticos ou da interação genótipo x ambiente. Os sucessos alcançados nos programas de seleção para capacidade geral de combinação atestaram a presença de aproveitável porção da variância genética aditiva (Paterniani, 1969). Além disso, segundo Lonnquist (1964), as consideráveis

diferenças na capacidade geral de combinação, reveladas pelos experimentos de desenvolvimento e avaliação de linhagens de variedades de polinização aberta, evidenciaram a presença de considerável variação genética aditiva pois estas diferenças mostradas pelas linhagens são relatadas largamente como sendo diferenças nos efeitos genéticos aditivos.

Estas evidências são contrárias à hipótese de Hull (1945, 1952), que sugere a sobredominância como o tipo de ação gênica mais importante que governa a produção em milho e, além disso, que a variância genética havia se esgotado devido ao grande número de gerações com seleção massal nas variedades de milho. Vários outros trabalhos, utilizando-se dos procedimentos genético-estatísticos para estimação dos componentes da variância genética, mostraram-se contrários à hipótese de Hull e evidenciaram ainda mais a presença de suficiente variância genética aditiva em populações de milho, o que justificam o emprego de métodos de seleção intrapopulacionais (Compton & Bahadur, 1977; Goodman, 1965; Lindsey et al., 1962; Moll & Robinson, 1967; Moll & Stuber, 1971; Pal et al., 1986; Pommer et al., 1977; Robinson et al., 1955; Silva & Hallauer, 1975; Subandi & Compton, 1974).

Na interpretação da variância genética aditiva, segundo Falconer (1964), deve-se observar que a mesma pode provir de genes com qualquer grau de dominância ou epistasia, e sua existência não é uma indicação de que os genes agem aditivamente. De acordo com o autor, o conceito de variância aditiva não traz consigo o pressuposto de ação gênica aditiva.

A respeito da existência da variância genética aditiva em populações de milho em níveis que permitem ganhos contínuos, mesmo após sucessivos ciclos de seleção, Hallauer & Miranda Filho (1981a) apresentaram um levantamento das mesmas. O estudo

incluiu cinco tipos de populações (F2, sintéticos, variedades de polinização aberta, cruzamentos intervarietais e compostos, de diversos trabalhos da literatura e totalizando 99 estimativas. Na maioria dos trabalhos foram utilizados os delineamentos I, II e III e foram constatadas estimativas mais altas para as variâncias genéticas aditivas em todas as populações, sendo as médias obtidas de $468,6 \text{ (g/planta)}^2$ para σ^2_A e de $279,9 \text{ (g/planta)}^2$ para a σ^2_D .

Os autores também relatam que a seleção recorrente com progênes de meios irmãos, além de prestar-se ao melhoramento intrapopulacional dito, tem sido também bastante utilizada no Brasil e no exterior para a estimação dos componentes da variância, embora sem permitir a estimação da variância genética de dominância.

Um parâmetro genético de fundamental importância foi proposto por Vencovsky (1987). Trata-se do quociente b , razão direta entre o coeficiente de variação genética (CV_g) e o coeficiente de variação experimental (CV_e). Este valor b , na experimentação com progênes de milho, quando vale 1,0 ou mais indica uma situação muito favorável para a seleção.

2.3. Estimativas de parâmetros genéticos

Conforme Cockerham (1963), estimativas de parâmetros genéticos referem-se a populações específicas, das quais o material experimental é uma amostra de um grupo de condições ambientais específicas. A amostra deverá ter, portanto, um tamanho

adequado, a fim de que os parâmetros estimados sejam realmente representativos da população original.

Entretanto, não existem ainda na literatura, estudos que indiquem qual o tamanho ideal da amostra a ser utilizada na determinação de tais parâmetros. De acordo com Paterniani (1968), um programa de melhoramento baseado na seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos deve ser iniciado com cerca de 500 progênies, a fim de que não haja uma redução muito drástica na variância genética. Esse número poderá ser diminuído nos ciclos posteriores, porém não deverá ser muito inferior a 300. Artigos encontrados nessa área, porém, indicam tamanhos de amostras que variam de 50 a 1000 progênies.

Paterniani (1967) descreve as estimativas da variância genética entre progênies de meios irmãos, na população Dente Paulista, para o caráter produção de grãos em três ciclos de seleção. Os valores encontrados, em $(g/ planta)^2$, foram: 188,25, avaliando 227 progênies, para o ciclo original, 89,75, avaliando 300 progênies, para o ciclo 1, 53,00, avaliando 231 progênies, para o ciclo 2, e 66,25, avaliando 288 progênies, para o ciclo 3.

Paterniani (1968) relata estimativas da variância genética entre progênies de meios irmãos, na população Piramex, para o caráter produção de grãos, em quatro ciclos de seleção. Os valores encontrados, em $(g/ planta)^2$, foram: 189,50, para o ciclo original, avaliando 100 progênies, 39,25, avaliando 171 progênies, para o ciclo 1, 45,00, para o ciclo 2, avaliando 279 progênies, 13,00, para o ciclo 3, avaliando 292 progênies, e 43,75, para o ciclo 4, avaliando 294 progênies.

Carmo (1969), avaliando progênies de meios irmãos, estimou valores para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental, para o caráter produção de grãos. Os valores estimados, em $(g/ planta)^2$, foram respectivamente:

97,00 e 330,00, para o Dentado Composto A, grãos brancos, com 77 progênies avaliadas, 86,00 e 260,00, para o Dentado Composto A, grãos amarelos, com 77 progênies avaliadas, 118,00 e 550,00, para a população resultante do cruzamento Dentado Composto A (grãos brancos) x Duro Composto A, com 96 progênies avaliadas, e 120,00 e 518,00, para a população resultante do cruzamento Dentado Composto A (grãos amarelos) x Duro Composto A, com 96 progênies avaliadas.

Queiroz (1969) avaliou 96 progênies da população Composto Dentado (grãos amarelos) e 96 progênies da população Composto Dentado (grãos brancos), ambas de meios irmãos. Dentre outros, analisou os seguintes caracteres: produção de grãos (PG), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Para a variância genética entre progênies, encontrou os seguintes resultados, para PG, em $(g/ planta)^2$: 101,75 (grãos amarelos) e 81,75 (grãos brancos). Para AP, em $(cm/ planta)^2$: 114,50 (grãos amarelos) e 167,00 (grãos brancos). Para AE, $(cm/ planta)^2$: 99,25 (grãos amarelos) e 137,00 (grãos brancos). Para as correlações genéticas PG x AP, PG x AE e AP x AE, obteve, respectivamente, -0,07, -0,06 e 0,87, para grãos amarelos, e -0,22, -0,22 e 0,89, para grãos brancos.

Silva (1969) avaliou 188 progênies de meios irmãos da população Cateto Colômbia, no ciclo original, e 188 progênies, também de meios irmãos, no ciclo 1 de seleção. Para o caráter produção de grãos, obteve, como estimativas para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental, respectivamente, 114,50 e 526,00 $(g/ planta)^2$, para o ciclo original, e 75,50 e 153,00 $(g/ planta)^2$, para o ciclo 1.

Zinsly (1969) relata estimativas da variância genética entre progênies de meios irmãos, para o caráter produção de grãos, em três populações, utilizando 194

progênies de cada uma. Os valores encontrados foram, respectivamente, 36,25, 138,08 e 10,25 (g/ planta)², para as populações Cateto, Dente Paulista e Caincang.

Marquez - Sanchez & Hallauer (1970) estudaram, na população de milho Iowa Synthetic BB, a influência do tamanho da amostra na estimativa de parâmetros genéticos. Estimativas da variância genética foram obtidas para diferentes números de machos, cada um cruzado com um número constante de fêmeas, e para diferentes números de fêmeas cruzadas por macho. Concluíram, para o caráter produção de grãos, que pelo menos quatro fêmeas por macho deveriam ser utilizadas e, em relação ao número de machos, concluíram que pelo menos 48 machos, cruzados com seis a oito fêmeas, deveriam ser empregados.

Miranda Filho et al. (1972) estimaram a variância genética entre progênies, para o caráter produção de grãos, em dois compostos, o Composto Dentado e o Composto Flint, utilizando, respectivamente, 700 e 800 progênies de meios irmãos. Os valores encontrados foram 110,05 e 49,50 (g/ planta)², também respectivamente. De amostras dessas progênies, Miranda Filho et al. (1974) obtiveram estimativas da variância genética para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Os valores encontrados foram 52,00 e 77,00 (cm/ planta)², para AP, e 68,00 e 56,00 (cm/ planta)², para AE, para os compostos Dentado e Flint, respectivamente. O coeficiente de correlação genética entre AP e AE foi igual a 0,70, no Dentado, e a 0,50, no Flint.

Suarez Lezcano (1976), avaliando 500 progênies de meios irmãos da população Composto Flint Branco, obteve, para o caráter produção de grãos, a estimativa de 74,65 (g/planta)², para a variância genética entre progênies, e a estimativa, para a variância do

erro experimental, de $236,36 \text{ (g/planta)}^2$. Para a variância fenotípica entre médias de progênes, obteve a estimativa de $153,44 \text{ (g/planta)}^2$.

Torres Segovia (1976) relata estimativas da variância genética entre progênes de meios irmãos na população Centralmex, para o caráter produção de grãos, referentes a seis ciclos de seleção. Os valores encontrados, em g/planta^2 , foram: 28,03, 63,03, 28,93, 41,79, 85,84, 81,69 e 97,25, para os ciclos C_0 , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 e C_6 , respectivamente, avaliando 285, 291, 294, 284, 388, 500 e 500 progênes, também respectivamente.

Foram avaliadas 700 progênes de meios irmãos da população ESALQ-HV1-MII e 500 progênes de meios irmãos da população ESALQ-HV1-MII-HSI, por Cunha (1976), obtendo-se as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênes, para a variância do erro experimental e para a variância fenotípica entre médias de progênes, para o caráter produção de grãos, em (g/planta)^2 : 151,58, 298,70 e 292,20, para a população ESALQ-HV1-MII, e 84,30, 244,00 e 182,40, para a população ESALQ-HV1-MII-HSI.

Ramalho (1977) apresentou um resumo de trabalhos desenvolvidos no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), nos quais estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, para o caráter produção de grãos, ao nível de plantas individuais, haviam sido obtidas, para diferentes populações de milho, através de progênes de meios irmãos. Os números de progênes utilizadas, envolvendo 30 populações, variaram de 96 a 800. A estimativa média das variâncias genéticas entre progênes foi de $80,00 \text{ (g/planta)}^2$. Os valores variaram de 189,50 a $10,25 \text{ (g/planta)}^2$. As estimativas da variância do erro experimental variaram de 654,00 a $135,00 \text{ (g/planta)}^2$. O autor comenta, ainda, que as estimativas foram obtidas a partir de experimentos conduzidos, na maioria dos

casos, em apenas uma localidade e num único ano. Assim, existe a possibilidade de que os valores correspondentes às variâncias genéticas entre progênes tenham sido superestimados, uma vez que o componente de variação resultante das interações entre genótipos e ambientes não foi isolado. No entanto, as estimativas obtidas foram semelhantes a estimativas provenientes de ensaios realizados em mais de um ambiente. Comstock & Moll (1963) argumentam que tal fato ocorre porque as progênes de meios irmãos não liberam quantidade suficiente de variância genética.

O trabalho de Ramalho (1977) foi complementado por Sampaio (1986), que acrescentou novos dados à tabela originalmente montada. Esses novos trabalhos apresentavam números de progênes que variavam de 100 a 1000. As estimativas da variância genética entre progênes apresentaram, como média, o valor de $78,23 \text{ (g/planta)}^2$, e uma amplitude de $20,75$ a $156,50 \text{ (g/planta)}^2$. As estimativas da variância do erro experimental variaram de $357,00$ a $19,00 \text{ (g/planta)}^2$.

Quando se pratica seleção numa determinada população, teoricamente espera-se que haja redução na variabilidade genética, que, segundo Silva & Lonquist (1968), é função de vários fatores, quais sejam, frequência gênica da população, grau de dominância, intensidade de seleção e número de progênes selecionadas para a síntese da nova população. Segundo Vencovsky (1968) e Webel & Lonquist (1967), espera-se que a longo prazo o progresso genético médio por geração diminua devido à fixação dos alelos favoráveis pela seleção. De acordo com Lerner (1958), existe uma redução inicial na variabilidade genética com a seleção, sendo que posteriormente parte desta redução pode ser compensada, pois a permuta genética libera variabilidade potencial.

Esta sugestão é aceita por Paterniani (1967), Webel & Lonquist (1967) e Paterniani (1968), que, praticando seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, obtiveram progressos contínuos. Isto tem sido observado também por diversos outros autores (entre os quais Compton & Bahadur, 1977; Pérez et al., 1984; Pommer et al., 1977; Santos & Naspolini Filho, 1986a,b). Alguns, por outro lado, não observaram esta redução na variância genética da população original para o ciclo I de seleção (Lima, 1977; Lonquist et al., 1966; Pacheco, 1987; Torrez Segovia, 1976).

Diversos experimentos têm sido reportados na literatura sobre os efeitos da seleção na variabilidade genética populacional do caráter produção de grãos, embora com número limitado de ciclos de seleção praticados. Moll & Stuber (1974) levantaram alguns destes trabalhos, sendo que os mesmos não apresentavam uma queda significativa na variabilidade genética. Hallauer (1981) resumizou os resultados obtidos em seis programas de seleção da Universidade de Iowa (EUA), sendo que em nenhum destes tinha havido uma diminuição da variância genética aditiva com o avanço dos ciclos. Para a produção de grãos, portanto, devido ao grande número de “loci” envolvidos neste caráter, as variâncias genéticas não diminuíram significativamente com os ciclos de seleção (entre outros, Frey, 1983; Hallauer, 1981; Hallauer & Miranda Filho, 1981b; Moll & Stuber, 1974; Sprague & Ebehart, 1977).

Miranda et al. (1976), concluíram que a quantidade de variância aditiva e a magnitude do coeficiente de variação indicaram que a variedade Centralmex possui variabilidade genética a qual responderia para seleção à produtividade. Seleção simultânea, entre e dentro de famílias de meios irmãos para produtividade de grãos foi o método mais

eficiente para melhorar a produção de óleo, um aumento de 29,7 Kg de óleo/ há sendo alcançado.

Geraldi (1977) estimou parâmetros genéticos em três populações, utilizando 200 progênies de meios irmãos de cada uma delas. Para o caráter produção de grãos, as estimativas para a variância genética entre progênies, para a variância do erro experimental e para a variância fenotípica entre médias de progênies, todas em (g/planta)², foram respectivamente: 20,68, 332,86, 153,82, para o Composto Dentado branco, 47,64, 204,26 e 129,34, para o Composto Flint Branco, e 77,10, 357,46 e 220,09, para a Variedade Centralmex.

Miranda et al. (1977a) relatam os resultados obtidos em oito ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos na população IAC-1. No ciclo original, foram utilizadas 162 progênies, enquanto que, do ciclo 1 ao 4, foram usadas 196, e do ciclo 5 ao 7, foram avaliadas 169 progênies. Os autores concluíram que, para a produção de grãos, a amplitude do parâmetro variância genética entre progênies foi pequena e aparentemente aleatória.

Miranda et al. (1977b) obtiveram estimativas de parâmetros genéticos para a população IAC-1 Opaco 2, na qual o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos também estava sendo empregado. No ciclo original e no ciclo 1, foram utilizadas 169 progênies, enquanto que, no ciclo 2, com introdução, através de algumas linhagens, de fatores de prolificidade, foram usadas 49, e, no ciclo 3, com a mesma introdução, 169. Para o caráter produção de grãos, os autores observaram que houve, do ciclo 0 para o ciclo 1, uma brusca redução na variância genética entre progênies. No entanto, com a introdução dos fatores de prolificidade, ocorreu um aumento na variabilidade.

Crisóstomo & Zinsly (1977), analisando 100 progênies de meios irmãos da população ESALQ-A e 100 progênies de meios irmãos da população ESALQ-B, obtiveram, para o caráter produção de grãos, as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental: 107,00 e 346,00 (g/planta)², para a ESALQ-A, e 96,00 e 247,00 (g/planta)², para a ESALQ-B. Para o caráter altura da planta, obtiveram: 57,33 e 78,40 (cm/planta)², para a ESALQ-A, e 109,03 e 256,50 (cm/planta)², para a ESALQ-B. Para o caráter altura da espiga, obtiveram 88,63 e 73,40 (cm/planta)², para a ESALQ-A, e 77,33 e 35,80 (cm/planta)², para a ESALQ-B. Os valores para as correlações genéticas entre produção de grãos e altura da planta, entre produção de grãos e altura da espiga e entre altura da planta e altura da espiga, foram, respectivamente, -0,27, -0,29 e 0,83, para a ESALQ-A, e 0,27, 0,13 e 0,77, para a ESALQ-B.

Lima (1977) estimou a variância genética entre progênies de meios irmãos, para três populações, em sucessivos ciclos de seleção, para o caráter produção de grãos. As estimativas corresponderam, em (g/planta)², a 109,70, para a população ESALQ-VD-2-MI, com 700 progênies avaliadas, a 94,44, para a população ESALQ-VD-2-MI-HSI, com 500 progênies avaliadas, e a 86,08, para a população ESALQ-VD-2-MI-HSII, com 500 progênies avaliadas.

Lima & Paterniani (1977), a partir de 50 progênies obtidas ao acaso dentre as 500 originais da população ESALQ-VD-2-HSII, obtiveram, como valores para a variância genética entre progênies, 166,00 (g/planta)², 81,83 (cm/planta)² e 53,95 (cm/planta)² para os caracteres produção de grãos (PG), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), respectivamente. Como valores para as correlações genéticas entre os caracteres, encontraram -0,23, para PG x AP, -0,10, para PG x AE, e 0,76, para AP x AE.

Winkler (1977) avaliou 500 progênies de meios irmãos da população Composto Dentado Branco. Para o caráter produção de grãos, obteve, como estimativas para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental, os valores, em $(\text{g/planta})^2$, de 52,00 e de 322,00.

Miranda Filho (1977), analisando 1000 progênies de meios irmãos da população ESALQ-PB 1, encontrou o valor de 68,63 $(\text{g/planta})^2$, para a variância genética entre progênies, para o caráter produção de espigas. Tal valor apresentou-se, portanto, como intermediário entre os valores do mesmo parâmetro encontrados para os compostos Dentado e Flint (Miranda Filho et al. 1972).

Miranda Filho (1978), utilizando as mesmas 1000 progênies da população ESALQ-PB 1, encontrou os seguintes valores para a variância genética entre progênies, para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em $(\text{cm/planta})^2$: 64,50, para AP, e 50,50, para AE. O valor para AP foi intermediário entre aqueles encontrados para os compostos Dentado e Flint (Miranda Filho et al., 1974), enquanto que o encontrado para AE foi inferior aos obtidos para os dois compostos (Miranda Filho et al., 1974). Os valores para a variância do erro experimental foram, em $(\text{cm/planta})^2$: 55,11, para AP, e 36,16, para AE. Os coeficientes de herdabilidade ao nível de médias de progênies equivaleram a 53,14% para AP, e a 55,19%, para AE.

Avaliando 500 progênies de meios irmãos da mesma população, no segundo ciclo de seleção, Miranda Filho (1979) encontrou, para o caráter produção de espigas, o valor de 60,27 $(\text{g/planta})^2$, para a variância genética entre progênies, havendo, pois, uma ligeira alteração, em comparação com a estimativa obtida no primeiro ciclo. A estimativa do

erro experimental alterou-se, do primeiro para o segundo ciclo, de 393,31 para 349,51 (g/planta)².

Ghini & Miranda Filho (1979) avaliaram 147 progênies de meios irmãos da mesma população ESALQ-PB 1, em seu segundo ciclo de seleção, e estudaram os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Obtiveram, para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental, os valores de 78,24 e de 45,16 (cm/planta)², para AP, e de 43,55 e de 33,91 (cm/planta)², para AE. Observa-se, portanto, que houve um acréscimo na variância genética entre progênies, para AP, e um decréscimo, no mesmo parâmetro, para AE, em relação aos valores encontrados por Miranda Filho (1978), para a mesma população, na fase anterior de seleção (respectivamente 64,50 e 50,50). Como valores para os coeficientes de herdabilidade ao nível de médias de progênies, encontraram, para AP, 74,46% e, para AE, 68,44%.

Andrade & Miranda Filho (1980), a partir dos dados analisados por Ghini & Miranda Filho (1979), avaliando as 147 progênies de meios irmãos intrapopulacionais da população ESALQ-PB 1, em seu segundo ciclo de seleção, encontraram valores positivos para as correlações genéticas entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e posição relativa da espiga (AE/AP). tais valores foram 0,84, para a correlação AP x AE, 0,21, para a AP x AE/AP, e 0,71, para a correlação AE x AE/AP. Foi verificado, portanto, que AE/AP se apresenta mais fortemente correlacionado com AE do que com AP.

Sawazaki (1979) avaliou 13 ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, para o caráter produção de grãos, na variedade IAC Maya. Entre os ciclos 0 e 5, analisou 196 progênies, por ciclo. Entre os ciclos 6 e 8, 169 progênies, por

ciclo. No ciclo 9, 105 progênies. No ciclo 10, 86. Nos ciclos 11 e 12, analisou 169 progênies, por ciclo. E, finalmente, no ciclo 13, analisou 168 progênies (houve perda de uma progênie). A variância genética entre progênies variou de 134,83 a 11,75 (g/planta)², no decorrer dos ciclos. O erro a ela associado situou-se entre as porcentagens de 16,45 e 42,62. A herdabilidade ao nível de médias de progênies oscilou entre 67,30 e 9,49%.

Souza Júnior et al. (1980a) avaliaram 100 progênies de meios irmãos da população Suwan. Os caracteres considerados foram altura da planta (AP), altura da espiga (AE), posição relativa da espiga (AE/AP), prolificidade (IE), produção de grãos (PG) e número de ramificações do pendão (NR). Foram estimados os parâmetros: variância genética entre progênies, variância do erro experimental e variância fenotípica entre médias de progênies. Os valores para a variância genética entre progênies foram assim estimados: 63,59 (g/planta)², para PG, 44,14 (cm/planta)², para AP, 56,02 (cm/planta)², para AE, $9,86 \times 10^{-4}$, para AE/AP, e $31,62 \times 10^{-4}$, para IE. Os valores para a variância do erro experimental foram os seguintes: 56,22 (g/planta)², para PG, 78,35 (cm/planta)², para AP, 36,82 (cm/planta)², para AE, $2,03 \times 10^{-4}$, para AE/AP, e $168,81 \times 10^{-4}$, para IE. Para a variância fenotípica entre médias de progênies, as estimativas obtidas foram: 86,08 (g/planta)², para PG, 87,34 (cm/planta)², para AP, 79,77 (cm/planta)², para AE, $13,36 \times 10^{-4}$, para AE/AP, e $87,89 \times 10^{-4}$, para IE.

Souza Júnior et al. (1980b) estimaram correlações genéticas entre os caracteres, utilizando as 100 progênies de meios irmãos da população Suwan. PG mostrou-se positivamente correlacionado com IE (0,94) e com AP (0,28), mas negativamente correlacionado com AE (-0,03) e com AE/AP (-0,28), o que sugere que plantas mais produtivas apresentam uma posição relativa da espiga menor. A correlação entre IE e AP foi de 0,65, a entre IE e AE de 0,16, e a entre IE e AE/AP foi igual a -0,03. A correlação entre

AE/AP e AE (0,79) também foi maior que aquela apresentada entre AE/AP e AP (0,32), o que indica que a posição relativa da espiga deve ser mais determinada pela altura da espiga do que pela altura da planta. AP e AE apresentaram-se positivamente correlacionados (0,74).

Rissi & Paterniani (1981) analisaram progênies de meios irmãos de duas subpopulações da variedade Piranão, denominadas Piranão A e Piranão B. Para o caráter peso de espigas (PE), obtiveram as seguintes estimativas, a partir de 500 progênies de cada subpopulação, para a variância genética entre progênies, para a variância do erro experimental e para a variância fenotípica entre médias de progênies: 85,23, 209,88 e 169,25 (g/planta)², para a Piranão A, e 156,51, 157,32 e 221,28 (g/planta)², para a Piranão B. Para o caráter altura da planta (AP), analisaram 200 progênies de cada subpopulação, obtendo as seguintes estimativas: 75,42, 13,72 e 98,88 (cm/planta)², para a Piranão A, e 117,24, 13,10 e 138,77 (cm/planta)², para a Piranão B. Para o caráter altura de espiga (AE), também a partir de 200 progênies de cada subpopulação, obtiveram: 51,23, 13,45 e 73,76 (cm/planta)², para a Piranão A, e 64,61, -0,73 e 78,47 (cm/planta)², para a Piranão B. Os coeficientes de correlação genética obtidos para PE x AP, para PE x AE e para AP x AE foram, respectivamente, 0,44, 0,44 e 0,79, para a Piranão A, e 0,32, 0,30 e 0,75, para a Piranão B.

Lordelo & Miranda Filho (1981) estimaram parâmetros genéticos para os caracteres produção de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e posição da espiga (AE/AP), nas populações Piranão-VD 2 e Piranão-VF 1. 300 progênies de meios irmãos de cada população foram avaliadas. As correlações genéticas PG x AP, PG x AE, PG x AE/AP, AP x AE, AP x AE/AP e AE x AE/AP encontradas, para Piranão-VD 2, foram, respectivamente: 0,51, 0,55, 0,37, 0,84, 0,17 e 0,68. Para a Piranão-VF-1, também respectivamente, foram: 0,06, 0,27, 0,06, 0,90, 0,46 e 0,48. Os valores encontrados para a

variância genética entre progênes foram, respectivamente, para os caracteres PG, em $(\text{g/planta})^2$, AP, em $(\text{cm/planta})^2$, AE, em $(\text{cm/planta})^2$, e AE/AP: 79,80, 76,68, 49,14, e 0,60, para a população Piranão-VD 2, e 69,04, 109,90, 63,03 e 0,60, para a população Piranão-VF 1.

Môro (1982), visando verificar o efeito da seleção sobre a variância genética da população CMO5, avaliou 100 progênes S_1 da população original e 100 progênes S_1 da mesma população, no ciclo 1 de seleção. Foram estudados os caracteres produção de grãos, altura da planta e altura da espiga. Para a produção de grãos, os resultados indicaram que o processo de seleção elevou a estimativa da variância genética entre progênes, ou seja, a estimativa da variância genética entre as progênes obtidas da população no ciclo 1 de seleção foi maior que a estimativa da variância genética entre as progênes obtidas da população original. Para os caracteres altura da planta e altura da espiga, a conclusão é a mesma, ou seja, as estimativas da variância genética entre progênes foram maiores no experimento com a população no ciclo 1 de seleção.

Aguilar Moran (1984) avaliou 200 progênes de meios irmãos do material sintético MISFPB, como também 200 progênes, também de meios irmãos, do material sintético MISDPB. Analisou os caracteres produção de grãos (PG), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Estimou os parâmetros variância genética entre progênes, variância do erro experimental, variância fenotípica entre médias de progênes e o coeficiente de herdabilidade ao nível de médias de progênes. Para o caráter PG, as estimativas foram, respectivamente: 38,15, 57,43, 105,81 $(\text{g/planta})^2$ e 36,06%, para MISFPB, e 97,29, 19,21, 186,65 $(\text{g/planta})^2$ e 52,12% para MISDPB. Para o caráter AP: 54,36, 28,92, 97,54 $(\text{cm/planta})^2$, e 55,73% para MISFPB, e 85,45, 131,12, 199,93 $(\text{cm/planta})^2$, e 42,74%, para

MISDPB. Para o caráter AE: 11,53, 3,21, 25,89 (cm/planta)², e 44,54% para MISFPB, e 35,58, 65,13, 96,11 (cm/planta)², e 37,02%, para MISDPB. As correlações genéticas PG x AP, PG x AE e AP x AE foram, respectivamente: 0,50, 0,55 e 0,98, na MISFPB, e 0,71, 0,71 e 1,04, na MISDPB.

Dados a partir de duas estações de produtividade de famílias de meios irmãos (cerca de 900 no total), a partir de espigas obtidas de polinização aberta de plantas de 17 variedades e linhagens de diversos tipos foram analisadas para fornecer estimativas da variância genética aditiva e, a partir daí, o ganho esperado na produtividade e prolificidade. A variância aditiva na material estudado foi suficiente para fornecer uma resposta satisfatória à seleção massal nessas características. A variância genética aditiva para produtividade de grãos foi mais alta na população Comum Amarillo e MB221 e em ambas populações, a resposta esperada à seleção neste carácter foi de cerca de 20% (Vanegas et al., 1984).

Bianco (1984) estimou parâmetros genéticos em duas populações, a Piranão-VD 2 e a Piranão-VF 1. De cada população, foram avaliadas 300 progênies de meios irmãos. Analisou-se os caracteres peso de espigas (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Para o caráter PE, encontrou as seguintes estimativas para a variância genética entre progênies e para a variância do erro experimental: 367,05, e 354,59 (g/planta)², para a Piranão-VD 2, e 233,50 e 268,80 (g/planta)², para a Piranão-VF 1. Para o caráter AP: 79,31 e 84,31 (cm/planta)², para a Piranão-VD 2, e 60,29 e 135,46 (cm/planta)², para a Piranão-VF 1. Para o caráter AE: 69,71 e 53,38 (cm/planta)², para a Piranão-VD 2, e 34,88 e 60,39 (g/planta)², para a Piranão-VF 1.

ZimbacK (1985) analisou 349 progênies de meios irmãos da subpopulação A, como também 349 da subpopulação B, ambas da variedade dentado

braquítico opaco. Estimou os parâmetros variância genética entre progênies, variância do erro experimental e variância fenotípica entre, médias de progênies, para o caráter peso de espigas, encontrando os seguintes valores: 210,96, 535,52 e 478,72 (g/planta)², para a subpopulação A, e 219,28, 490,56 e 464,56 (g/planta)², para a subpopulação B.

Santos & Napolini Filho (1986a) obtiveram, estimativas de parâmetros genéticos na população Dentado Composto Nordeste, a fim de examinar a variabilidade genética relacionada ao caráter peso de espigas e de verificar a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, no decorrer, também, de três ciclos de seleção. Da mesma forma que na população Flint Composto Nordeste, avaliaram 500 progênies, por ciclo. Obtiveram as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênies, para a variância do erro experimental, para a variância fenotípica entre médias de progênies e para a herdabilidade ao nível de médias de progênies, respectivamente: 40,15, 216,92, 105,23 (g/planta)² e 38,16%, para a população original, 18,66, 325,38, 116,28 (g/planta)² e 16,04%, para o ciclo1, 36,87, 314,00, 131,07 (g/planta)² e 28,13%, para o ciclo 2, e 23,06, 210,87, 86,32 (g/planta)² e 26,71%, para o ciclo 3. Diferentemente do que ocorreu com a população Flint Composto Nordeste, a variabilidade genética, expressa através da variância genética entre progênies, apresentou uma significativa oscilação ao longo dos ciclos de seleção.

Três ciclos de seleção foram realizados por Santos & Napolini Filho (1986b) entre e dentro de progênies de meios irmãos na população Flint Composto Nordeste, com o objetivo de obter-se estimativas de parâmetros genéticos para o caráter peso de espigas e de verificar a variabilidade genética dessa população. Foram avaliadas, em cada ciclo, 500 progênies de meios irmãos. Obtiveram-se as seguintes estimativas, para a variância genética

entre progênies, para a variância do erro experimental, para a variância fenotípica entre médias de progênies e para a herdabilidade ao nível de médias de progênies, respectivamente: 25,16, 184,71, 80,57 (g/planta)² e 31,22%, para a população original, 18,66, 325,38, 116,28 (g/planta)² e 16,04%, para o ciclo 1, 19,39, 309,23, 112,15 (g/planta)² e 17,28% para o ciclo2, e 17,00, 154,98, 63,50 (g/planta)² e 26,77%, para o ciclo 3. Como é possível observar, a variabilidade genética expressa pela magnitude da variância genética entre progênies, sofreu um decréscimo do ciclo original para o ciclo1, permanecendo mais ou menos constante nos subsequentes ciclos de seleção.

Sampaio (1986) analisou 343 progênies de meios irmãos da população ESALQ-PB 4 e 245 progênies de meios irmãos da população ESALQ-PB 5. Para o caráter peso de espigas (PE), encontrou as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênies, para a variância do erro experimental e para a variância fenotípica entre médias de progênies: 106,16, 150,48 e 201,99 (g/planta)², para a população ESALQ-PB 4, e 60,81, 203,73 e 157,01 (g/planta)², para a população ESALQ-PB 5. Para o caráter altura da planta (AP): 80,09, 33,72 e 104,08 (cm/planta)², para a ESALQ-PB 4, e 50,70, 33,94 e 81,12 (cm/planta)², para a ESALQ-PB 5. Para o caráter altura de espiga (AE): 48,53, 19,48 e 65,49 (cm/planta)², para a ESALQ-PB 4, e 37,92, 21,66 e 56,59 (cm/planta)², para a ESALQ-PB 5. Os coeficientes de correlação genética encontrados foram: -0,19, para PE x AP, 0,33, para PE x AE, e 0,82, para AP x AE, na população ESALQ-PB 4, e 0,38, para PE x AP, -0,01, para PE x AE, e 0,78, para AP x AE, na população ESALQ-PB 5.

Tosello et al. (1987), a partir de uma amostra de 364 progênies de meios irmãos da população ESALQ VD opaco, estimaram parâmetros genéticos para os caracteres produção de grãos (PG), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). As

estimativas obtidas para a variância genética entre médias de progênes foram: 83,36, 501,44 e 334,08 (g/planta)², para PG, 46,96, 231,99 e 162,96 (cm/planta)², para AP, e 30,51, 181,25 e 121,14 (cm/planta)², para AE. As correlações genéticas encontradas entre os caracteres foram 0,18, para PG x AP, 0,36, para PG x AE, e 0,76, para AP x AE. AS estimativas de correlação entre PG e AP e entre PG e AE foram de baixa magnitude, o que indica que o caráter produção de grãos não foi fortemente influenciado pelos caracteres altura da planta e altura da espiga.

Soares Filho (1987), estimou parâmetros genéticos em duas populações, a Piranão-VD2B e a Piranão-VF1B, em dois ciclos de seleção, avaliando, de cada uma, em cada ciclo, 300 progênes de meios irmãos. Para o caráter peso de espigas, obteve as seguintes estimativas, referentes ao primeiro ciclo de seleção, para a variância genética entre médias de progênes e para a herdabilidade ao nível de médias de progênes: 26,14, 128,69 (g/planta)² e 20,32%, para a Piranão-VD2B, e 33,34, 129,42 (g/planta)² e 25,76%, para a Piranão-VF1B. Em relação ao segundo ciclo de seleção: 103,67, 212,60 (g/planta)² e 48,76%, para a Piranão-VD2B, e 114,20, 217,13 (g/planta)² e 52,59%, para a Piranão-VF1B.

Bassoi (1987) avaliou 656 progênes de meios irmãos da população Piranão-HV 1, em dois locais, sendo 146 com endosperma dentado, 244 com endosperma dentado algo duro, 222 com endosperma semi-dentado, 38 com endosperma duro algo mole e 6 com endosperma duro. Foram analisados cinco caracteres: peso de espigas (PE), prolificidade (IE), altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e posição relativa da espiga (AE/AP). O coeficiente de herdabilidade ao nível de médias de progênes foi estimado. Para o caráter PE, comparando-se as diferentes categorias de progênes, oscilou entre 3,00 e 62,70%, local 1, e entre 44,00 e 67,80%, local 2. Para o caráter IE, entre 21,80 e 59,60%, local 1, e entre 35,10 e 60,60%, local 2. Para o caráter AP, entre 45,30 e 60,40%, local 1, e entre 47,40 e

57,80%, local 2. Para o caráter AE, entre 33,50 e 56,00%, local 1, e entre 18,70 e 56,80%, local 2. Para o caráter AE/AP, entre 21,30 e 36,10%, local 1, e entre 14,90 e 48,00%, local 2.

Canton (1988) avaliou oito ciclos de seleção recorrente na população Suwan DMR, utilizando progênies de meios irmãos. No ciclo 1, foram analisadas 384 progênies e no ciclo 2, foi realizada uma seleção massal estratificada. Para o ciclo 3 foram analisadas 399 progênies; no ciclo 4, 132; no ciclo 5, 167; no ciclo 6, 68, no ciclo 7, 51, e no ciclo 8, foram analisadas 145 progênies. Em relação ao caráter produtividade de grãos, as estimativas para a variância genética entre progênies apresentaram, como média, o valor de $78,36 \text{ (g/planta)}^2$, e uma amplitude, também em $(\text{g/planta})^2$, de 69,97 a 653,24. Para o mesmo caráter, as estimativas para a variância fenotípica entre médias de progênies apresentaram, como média, o valor de $202,14 \text{ (g/planta)}^2$, e uma amplitude, também em $(\text{g/planta})^2$, de 60,20 a 399,60.

Souza Júnior & Miranda Filho (1989) estudaram os caracteres produção (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em duas populações, a ESALQ-PB 1 e a BR-105. Obtiveram progênies de meios irmãos intra e interpopulacionais. Analisaram 93 pares de progênies, na população ESALQ-PB 1, e 98 pares, na população BR-105, para o caráter PE, e 60 pares, na ESALQ-PB 1, e 90 pares, na BR-105, para os caracteres AP e AE. Considerando-se as progênies intrapopulacionais, as seguintes estimativas para a variância genética entre progênies foram encontradas: $59,06 \text{ (g/planta)}^2$, caráter PE, $55,78 \text{ (cm/planta)}^2$, caráter AP, e $22,85 \text{ (cm/planta)}^2$, caráter AE, na população ESALQ-PB 1, e $45,26 \text{ (g/planta)}^2$, caráter PE, $64,97 \text{ (cm/planta)}^2$, caráter AP, e $17,52 \text{ (cm/planta)}^2$, caráter AE, na população BR-105.

Helms et al. (1989) avaliaram cinco populações, utilizando 50 progênies S_2 de cada uma delas. O objetivo era determinar se, após um programa de seleção recorrente para produção de grãos, mudanças na variância genética haviam ocorrido. As populações eram: BSSSCO, a original, BSSS(R)C5, obtida após cinco ciclos de seleção recorrente recíproca, BSSS(R)C9, obtida após nove ciclos de seleção recorrente recíproca, BS13(S)C0, obtida após sete ciclos de seleção a partir de progênies de meios irmãos, e BS13(S)C3, obtida após três ciclos de seleção a partir de progênies S_2 da população BS13(S)C0. As populações BS13(S)C3 e BSSS(R)C5 apresentaram estimativas superiores para a variância genética entre progênies, quando comparadas com a estimativa obtida para a população original, enquanto que as populações BS13(S)C0 e BSSS(R)C9 apresentaram estimativas inferiores, também quando comparadas com a estimativa determinada para a população original.

Mamede (1991) estimou parâmetros genéticos e fenotípicos em duas populações, a ESALQ-VD 2 e a ESALQ-VF 1. Avaliou 200 progênies de meios irmãos de cada população e analisou os caracteres peso de espigas (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), obtendo os parâmetros variância genética entre progênies, variância do erro experimental e a variância fenotípica entre médias de progênies. Para o caráter PE, as estimativas foram, respectivamente: 60,18, -28,72 e 167,84 (g/planta)², para a ESALQ-VD 2, e 49,87, -41,88 e 137,17 (g/planta)², para a ESALQ-VF 1. Para o caráter AP: 60,00, 30,00 e 100,00 (cm/planta)², para a ESALQ-VD 2, e 60,00, 30,00 e 100,00 (cm/planta)², para a ESALQ-VF 1. Para o caráter AE: 70,00, 20,00 e 110,00 (cm/planta)², para a ESALQ-VD 2, e 70,00, 20,00 e 100,00 (cm/planta)², para a ESALQ-VF 1.

Chaves & Miranda Filho (1992), utilizando 147 progênies de meios irmãos da população ESALQ-PB 5, estudaram o efeito do tamanho da parcela na seleção de progênies. Para o caráter produção de grãos, foram estimados valores para a variância genética entre progênies para os seguintes tamanhos de parcelas: 1 m, 2 m, 3 m, 4 m e 5 m, havendo cinco plantas por metro. Os valores encontrados foram, respectivamente, 38,38, 43,30, 40,30, 42,33 e 53,05 (g/planta)². O erro associado apresentou um consistente decréscimo com o aumento do tamanho da parcela, o que indica uma elevação na precisão. As estimativas para a herdabilidade ao nível de médias de progênies apresentaram uma contínua ascensão com o aumento do tamanho da parcela (respectivamente 22,63, 35,55, 40,35, 45,58 e 57,25%), enquanto que o erro associado sofreu uma progressiva diminuição. Tal como ocorre com a variância genética entre progênies, tal fato revela um incremento de precisão na obtenção das estimativas.

Mariote (1993) avaliou progênies de meios irmãos interpopulacionais de duas populações, a IG-1 e a IG-2. De cada população, avaliou 100 progênies. Para o caráter peso de espigas obteve as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênies, para a variância das interações entre progênies e locais, para a variância fenotípica entre médias de progênies e para a herdabilidade ao nível de médias de progênies, respectivamente: 43,70, 72,87, 111,31 (g/planta)² e 39,25%, para IG-1, e 47,95, 137,39, 159,71 (g/planta)² e 30,00%, para IG-2. Para os caracteres altura da planta e altura da espiga, estimou também a variância do erro experimental. Assim, para o caráter altura da planta, obteve as seguintes estimativas, para a variância genética entre progênies, para a variância das interações entre progênies e locais, para a variância fenotípica entre médias de progênies, para a variância do erro experimental e para a herdabilidade ao nível de médias de progênies, respectivamente: 15,40,

38,11, 39,35, 13,17 (cm/planta)² e 39,13%, para IG-1, e 14,15, 37,31, 37,15, 13,48 (cm/planta)² e 38,08%, para IG-2. Para o caráter altura da espiga, obteve as seguintes estimativas, para os mesmos parâmetros e nas mesmas unidades: 10,60, 21,58, 34,80, 4,03 e 30,45, para IG-1, e 8,90, 22,60, 23,35, 68,90 e 38,11, para IG-2.

Souza Júnior et al. (1993) avaliaram duas populações, a BR-105 e a BR-106, em relação a seus respectivos potenciais genéticos para o melhoramento interpopulacional. Assim, obtiveram 200 progênies de meios irmãos interpopulacionais, para cada população. Estimaram, para o caráter peso de espigas, a variância genética entre progênies, a variância das interações entre progênies e locais, a variância fenotípica entre médias de progênies e a herdabilidade ao nível de médias de progênies, encontrando os seguintes valores, respectivamente: 34,15, 67,69, 117,47 (g/planta)² e 29,08%, para a BR-105, e 36,41, 107,76, 110,92 (g/planta)² e 32,83%, para a BR-106. Tais estimativas mostraram que os valores encontrados, para as duas populações, são muito próximos, com ligeira superioridade para aqueles obtidos quando a população BR-106 foi utilizada como fêmea.

Em estudo desenvolvido por Stojisin & Kannenberg (1994), os objetivos foram: comparar a eficiência de quatro métodos de seleção em cinco populações de milho (CGSynA, CGSynB, CGG, CGN e CGW) melhoradas para índices envolvendo produção de grãos, umidade dos grãos e porte da planta, separar os efeitos da seleção a partir daqueles devido ao acaso e estimar os efeitos gênicos aditivos e devidos aos desvios da dominância contribuindo para a resposta à seleção. Quatro procedimentos de seleção foram comparados: espiga-por-fileira em CGSynA, CGSynB, CGG e CGN; famílias de meios irmãos em todas as cinco populações; progênies auto polinizadas em todas as cinco

populações; e seleção recorrente recíproca em CGSynA e CGW. Em geral, os índices aumentaram com aumentos concomitantes em produção e decréscimo na umidade de grãos. Geralmente, progênes auto polinizadas apresentaram-se como o mais eficiente método de seleção, com famílias de meios irmãos em segundo lugar. A resposta à seleção foi atribuída à mudanças nas frequências alélicas com maioria de efeitos devidos à dominância na seleção em espiga-por-fileira, maioria de efeitos aditivos em progênes auto polinizadas e tanto efeitos devidos à dominância quanto efeitos aditivos, em famílias de meios irmãos e seleção recorrente recíproca.

Dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos foram efetuados na população de milho EEL₂ num trabalho desenvolvido por Ferrão et al.(1995b). Em relação ao caráter peso de espigas, as variâncias genéticas aditivas variaram entre locais e ciclos com valores entre 501,4 e 1002,7 (g/ planta)². O ganho genético médio esperado com a seleção do primeiro e segundo ciclo foi de 1,5% e 8,2%, respectivamente.

Holthaus & Lamkey (1995a), desenvolveram um estudo para estimar a performance principal e variâncias genéticas na variedade BSSS após sete ciclos de seleção de progênes em famílias de meios irmãos, seis ciclos de seleção em progênes S₂ e 11 ciclos de seleção recorrente recíproca. Os métodos relacionados à famílias de meios irmãos e à seleção recorrente recíproca produziram as respostas mais eficientes para produção de grãos na população *per se*, 0,076 e 0,104 ton./há por ciclo, respectivamente. Embora a variância aditiva tenha diminuído, a alta herdabilidade estimada sugere que melhoramento adicional nas médias populacionais deveriam ser alcançados através de cada método de seleção. Outras médias e variabilidade genética estimada para demais características agronômicas importantes (umidade

de grãos, comprimento de espigas, dentre outras), geralmente mostram respostas favoráveis à seleção.

A resposta causada pela seleção a três ciclos de seleção foram estudados por Delgadillo et al. (1995), em variedades promissoras na Bolívia, juntamente com a herdabilidade para produção de grãos e outras características agronômicas. A produção de grãos aumentou em resposta à seleção em torno de 2,99% por ciclo, a qual concorda com respostas teóricas calculadas de 4,88% por ciclo. Para comprimento e diâmetro de espiga respostas atuais foram 2,4 e 3,53% por ciclo, respectivamente, os quais concordam com respostas teóricas de 2,53 e 3,7% por ciclo. Valores de 25,06 e 20,13%, respectivamente, foram obtidos para herdabilidade estimada e coeficiente de variância aditiva para produção.

Conforme citou Ayala et al. (1995), estimativas da variância genética aditiva, coeficientes de variância genética e herdabilidade em sentido restrito, e ganho genético esperado foram obtidos para produção, altura de planta e altura de inserção após um ciclo simples de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população Arquitetura. Herdabilidades estimadas foram 33,7% para produção de grãos, 56,4% para altura de planta e 63,4% para altura de espiga.

Um programa de melhoramento envolvendo seleção de meios irmãos na variedade promissora IBO128 foi iniciada em 1992 para calcular o ganho genético nos ciclos de seleção, avaliando-se 250 famílias de meios irmãos do terceiro ciclo, calculando-se a resposta teórica e a herdabilidade no terceiro ciclo, bem como o coeficiente de variância aditiva (Velasquez et al., 1995). Para produção de grãos e ganho genético para os ciclos, ocorreu 8,74% entre localidades, fato este que concorda com a resposta média teórica de 6,056% para o terceiro ciclo.

No mesmo trabalho anteriormente citado por Ayala et al. (1995), as estimativas da variância genética aditiva, o coeficiente de variação genética e a herdabilidade no sentido restrito, e o ganho genético esperado foram obtidos para produção, altura da planta e altura de inserção de espigas após um ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população Arquitetura. As estimativas da herdabilidade foram 33,7% para produção de grãos, 54,6% para altura da planta e 63,4% para altura de inserção da espiga. Tais estimativas indicaram bom potencial para o melhoramento visando produção de grãos, bem como redução da altura da planta e da espiga através de seleção recorrente intrapopulacional.

Um estudo foi desenvolvido por Holthaus & Lamkey (1995b), para estimar a performance principal e parâmetros genéticos de importância na variedades BSSS, antes e depois de sete ciclos de seleção com progênies de meios irmãos, seis ciclos de seleção com progênies S_2 , e 11 ciclos de seleção recorrente recíproca. Os autores encontraram que houve poucas mudanças nos componentes de variância após a seleção para a maioria das características observadas. A variância aditiva geralmente constituiu-se da maior porção da variância genética total para todas as características observadas, exceto, para produção de grãos. As estimativas da herdabilidade e correspondentes estimativas da variância genética aditiva indicaram que a resposta continuada à seleção é esperada para cada método de seleção.

Utilizando-se o sistema de cruzamentos NC1, famílias de irmãos completos e meios irmãos foram desenvolvidas em populações originais e melhoradas da variedade de milho Vijay. As progênies de cada população foram cultivadas sob baixas e altas densidades (53.200 e 88.850 plantas/ha, respectivamente), e parâmetros genéticos para produção de grãos e seus componentes foram estimados separadamente bem como o comportamento sob as duas densidades. A população selecionada registrou um ganho de

16,3% na produção de grãos sobre a original. Não houve diferença significativa entre a variância aditiva na população original e na selecionada para produção de grãos, indicando que a seleção não provocou nenhuma mudança na variabilidade genética aditiva para esta característica. Em geral, as estimativas da variância aditiva foram relativamente mais baixas no caso de densidade de plantas maior para a maioria dos caracteres. Como nenhuma mudança significativa nos componentes da variância genética foi observada na população selecionada, resposta continuada à seleção pode ser esperada. A seleção sob condições normais de densidade de plantas é esperada por ser mais eficiente que em densidades superiores, o que leva à uma redução na variância aditiva (Nagi & Khehra, 1996).

Amaral (1999), avaliou a variabilidade genética da cultivar AL-34, realizando parte de um ciclo de seleção pelo método entre e dentro de progênies de meios irmãos. O autor concluiu que a cultivar apresenta variabilidade para os parâmetros altura de planta, altura de inserção de espiga e que, para a característica peso de espigas, ainda persiste razoável quantidade de variabilidade genética quando se compara os parâmetros genéticos obtidos por outros autores com populações também selecionadas para tal característica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

No presente trabalho foram utilizadas duas populações de milho, correspondentes ao 4º e 15º ciclos de seleção massal aplicados na obtenção da cultivar AL 25, pelo Núcleo de Produção de Sementes “Ataliba Leonel” DSMM - CATI – Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, no município de Manduri. No item 3.1.1. é descrita a metodologia utilizada na obtenção da referida cultivar.

3.1.1. Obtenção da cultivar

Conforme Garcia (2000), atendendo ao objetivo de obter cultivares de milho rústicas, produtivas e de ampla adaptação, empregando-se o método de seleção massal

estratificada, foram intercruzados e recombinados em campos isolados cerca de 35 híbridos comerciais de ciclo precoce, escolhidos por suas características agronômicas e de produtividade. Os intercruzamentos iniciais foram realizados no ano agrícola de 1988/89, e em seguida foram realizadas três recombinações, duas no ano agrícola de 1989/90, uma no verão e outra na safrinha, e a terceira no verão do ano agrícola de 1990/91.

O referido material assim obtido, foi então submetido a 15 ciclos de seleção massal, considerando-se características como: produtividade, resistência a estresse hídrico, resistência a baixas temperaturas, altura de inserção de espigas, plantas eretas, e bom aspecto visual como um todo. Foi efetuada pressão de seleção ciclo a ciclo, sendo os ensaios conduzidos em solo com índice de saturação em bases (V%) inferior a 20%, verificando-se quais plantas realmente eram mais produtivas.

No presente trabalho, foram utilizados materiais provenientes dos ciclos de seleção massal na cultivar AL 25: 100 progênies de meios irmãos resultantes do 4º ciclo de seleção massal (C₄) e 100 progênies resultantes do 15º ciclo de seleção massal (C₁₅). Utilizou-se também quatro híbridos simples, os quais constituíram-se em testemunhas, sendo: D 657, XL-214, XL-251 e XL-269.

3.1.2. Características da cultivar AL 25

É considerado um material de baixo custo, apresentando menores riscos em condições adversas de ambiente, destacando-se pelo seu alto potencial de produção

de massa verde e grãos, além de constituir-se em ótima opção para silagem. O Quadro 1 descreve morfológica e fisiologicamente, o material em questão.

Quadro 1. Características morfológicas e fisiológicas da cultivar AL 25, 1991

Características	Cultivar AL 25
Semeadura	Safra normal: setembro a dezembro Safrinha: janeiro a março
Florescimento	62 a 63 dias
Ciclo	Precoce (130 a 140 dias)
Altura da planta	235 cm
Altura da espiga	135 cm
Tipo de grão	Semiduro, alaranjado
Potencial de produção	Até 9000 Kg/ há
Produtividade média de campo	Safra normal: 5500 Kg/ há Safrinha: 3000 Kg/ há

Como vantagens da utilização dessa cultivar, citam-se: baixo índice de acamamento, empalhamento razoável, ideal para comercialização do milho verde, tolerante às principais doenças, recomendado para solos de baixa e alta fertilidades, indicado para o plantio em todo o Estado de São Paulo, além de Minas Gerais, Goiás e Paraná, podendo também ser utilizado para o ciclo safrinha.

3.2. Métodos

3.2.1. Obtenção das progênes

Inicialmente foram obtidas as 100 progênes de meios irmãos de cada uma das duas populações em questão, com a semeadura sendo realizada no mês de agosto de 1998, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Paulista – UNESP, localizada no município de São Manuel. Duas áreas homogêneas distintas, e suficientemente separadas fisicamente uma da outra, a fim de impedir contaminação genética, foram utilizadas para a obtenção de tais progênes, sendo a primeira área constituída por material proveniente do 4º ciclo de seleção massal conduzido, e a outra por material proveniente do 15º ciclo.

3.2.2. Avaliação das progênes

Após a etapa de obtenção das progênes ter sido concluída, ao final de janeiro de 1999, as mesmas foram distribuídas em quatro experimentos, denominados experimentos A, B, C e D, em blocos casualizados, com três repetições.

Cada experimento continha, assim, 25 progênes de meios irmãos do 4º ciclo, 25 progênes de meios irmãos do 15º ciclo, bem como os quatro híbridos simples, funcionando como testemunhas. Optou-se pela utilização deste tipo de delineamento, visando minimizar a influência do erro experimental, já que foram utilizados 200 tratamentos e quatro

testemunhas, sendo a área experimental relativamente extensa para que o delineamento fosse conduzido em látice.

As parcelas experimentais caracterizaram-se por linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas entre linhas por 0,90 m, resultando então, em 54 linhas por repetição, com parcela útil de 4,5 m². Na semeadura foram colocadas 40 sementes por parcela, não sendo realizado desbaste, com estande médio de cada parcela constituindo-se de 25 plantas.

Este processo iniciou-se em fevereiro de 1999, com a colheita sendo efetuada em julho do mesmo ano agrícola. O mesmo procedimento descrito anteriormente foi novamente executado, com início em fevereiro de 2000 e colheita em julho próximo, constituindo-se, então, no segundo ano de realização do experimento. Ambas as etapas de avaliação foram realizadas no ciclo safrinha.

O solo utilizado foi predominantemente arenoso, já corrigido. As adubações de plantio e cobertura e o controle de plantas daninhas e insetos foram realizados de acordo com a necessidade em cada repetição. Todos os dados foram tomados na parcela, de uma amostra representativa obtida das plantas competitivas. A semeadura e a colheita foram realizadas manualmente. As espigas das plantas colhidas, já secas, e despalhadas, foram levadas ao laboratório da fazenda para a realização dos procedimentos de análise.

3.2.3. Caracteres avaliados

Foram avaliados no 4º e 15º ciclos de seleção, para a cultivar AL 25, as seguintes características:

- **Altura de Inserção da Espiga:** A altura da espiga correspondeu à distância, em metros, da superfície do solo ao nó de inserção da espiga mais alta. Foram tomadas cinco plantas competitivas dentro de cada parcela, sendo calculada a média das cinco leituras.
- **Produção de grãos por parcela:** Através do peso de espigas despalhadas, foi obtido o peso total de cada parcela, em gramas. Foi determinada a umidade dos grãos e a produção corrigida para a umidade de 13%. Os dados foram também corrigidos para o estande médio de cada experimento, através da análise de covariância, de acordo com a metodologia proposta por Vencovsky & Barriga (1992).
- **Produção por planta:** Foram tomadas cinco plantas, ao acaso e competitivas dentro da parcela, obtendo-se o peso total de cada planta, em gramas.

3.2.4. Análises de variância

3.2.4.1. Análises de variância para produção de grãos ao nível de totais de parcelas

As análises de variância foram feitas separadamente para cada experimento, e conjuntamente para os dois anos de avaliação.

O Quadro 2 apresenta o esquema de análise de variância utilizado, para a característica produção por parcelas, individualmente.

Quadro 2. Esquema de análise de variância individual para cada ano, para produção de grãos por parcela, com progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999 e 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos	2	-
Tratamentos	49	-
C ₄	24	Q1
C ₁₅	24	Q2
C ₄ vs C ₁₅	1	Q3
Resíduo	98	Q4

O Quadro 3 apresenta o esquema utilizado para proceder-se à análise conjunta.

Quadro 3. Esquema de análise de variância conjunta para os dois anos, para produção de grãos por parcela, com progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999/ 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos/ Exp.	4	-
C ₄	24	Q1
C ₁₅	24	Q2
C ₄ vs C ₁₅	1	Q3
Anos	1	Q4
Ciclos x Anos	49	Q5
Resíduo	196	Q6

No Quadro 4 são apresentados os esquemas de análise de variância, das progênes de meios irmãos, e as esperanças matemáticas dos quadrados médios, individuais para cada ano e cada ciclo.

Quadro 4. Quadrados médios das análises individuais e respectivas esperanças matemáticas E(QM), segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica produção de grãos por parcela, avaliada ao nível de totais de parcelas da cultivar AL25, 1999 e 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	E(QM)
Blocos	2	-	-
Progênes	24	Q1	$n\sigma^2d + n^2\sigma^2e + r n^2 \sigma^2p$
Resíduo	48	Q2	$n\sigma^2d + n^2\sigma^2e$
Dentro	300	Q3	σ^2d

Onde:

Q₁ = quadrado médio entre progênes ao nível de totais de parcelas;

Q₂ = quadrado médio do erro entre parcelas, ao nível de totais de parcelas;

Q₃ = quadrado médio dentro de progênes ao nível de plantas;

σ^2e = variância do erro ambiental entre parcelas ao nível de totais de parcelas;

σ^2p = variância genética entre progênes ao nível de totais de parcelas;

σ^2d = variância fenotípica entre plantas dentro de progênes;

r = número de repetições;

n = número de plantas por parcela.

Para a característica produção por parcelas, as estimativas da variância genética entre progênes, ao nível de totais de parcela, foram obtidas como segue:

$$\sigma^2_p = \frac{Q1 - Q2}{n^2 r}$$

Sendo estimadas também:

$$\sigma^2_e = \frac{Q2 - n Q3}{n^2}$$

$$\sigma^2_d = Q3$$

O Quadro 5 apresenta, para produção de grãos, o modelo utilizado para a realização da análise conjunta, com as progênes separadas, mas considerando-se ambos os anos de realização dos experimentos.

Considerando-se o modelo misto, isto é, os efeitos dos genótipos como aleatórios e os efeitos dos anos como fixos, foram obtidas as esperanças dos quadrados médios e posteriormente foram realizadas análises complementares visando estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos separadamente para cada progênie.

Os quadrados médios dentro de progênes foram obtidos independentemente, através das médias ponderadas pelos graus de liberdade, das estimativas das variâncias individuais dentro de parcelas.

Vale ressaltar que quando se trabalha com locais como efeito fixo e o de famílias como efeito aleatório, não há concordância na literatura com relação a E (QM) da fonte de variação famílias (Ramalho, et al., 2000).

Quadro 5. Quadrados médios das análises conjuntas e respectivas esperanças matemáticas E(QM), segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica produção de grãos por parcela, da cultivar AL25, avaliada ao nível de totais de parcelas, 1999/2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	E(QM)
Blocos/ Anos	4	-	-
Anos	1	Q1	
Progênes	24	Q2	$n\sigma^2 d + n^2\sigma^2 e + r n^2 \sigma^2 p$
Progênes x Anos	24	Q3	-
Resíduo Médio	48	Q4	$n\sigma^2 d + n^2\sigma^2 e$
Dentro	300	Q5	$\sigma^2 d$

O modelo matemático de acordo com a metodologia apresentada por Vencovsky (1978), foi o seguinte:

$$Y_{ijn} = m + p_i + b_j + e_{ij} + d_{ijn}$$

Onde:

Y_{ijn} = é a observação realizada na planta n da progênes I, no bloco j;

m = média geral;

p_i = efeito da progênie i (i = 1,2 ... p);

b_j = efeito do bloco j (j = 1,2 ... r);

e_{ij} = efeito da parcela ij;

d_{ijn} = efeito relativo à planta n da parcela ij (n = 1,2 ...m)

3.2.4.2. Análises de variância para altura de inserção de espigas ao nível de médias de parcelas

Para o cálculo dos componentes da análise de variância para a característica altura de inserção de espigas, foram utilizados esquemas para análises individuais e conjuntas, de modo análogo ao realizado para a produção de grãos por parcela, mas com os resultados agora processados ao nível de médias de parcelas.

Conforme pode ser observado, o Quadro 6 apresenta o esquema de análise de variância utilizado, para a característica altura de inserção de espigas, individualmente.

Quadro 6. Esquema de análise de variância individual para cada ano, para altura de inserção de espigas, com progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999 e 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos	2	-
Tratamentos	49	-
C ₄	24	Q1
C ₁₅	24	Q2
C ₄ vs C ₁₅	1	Q3
Resíduo	98	Q4

O Quadro 7 apresenta o esquema utilizado para realização da análise conjunta.

Quadro 7. Esquema de análise de variância conjunta para os dois anos, para altura de inserção de espigas, com progênes do ciclo 4 e ciclo 15, nos experimentos A, B, C e D da cultivar AL25, 1999/ 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos/ Exp.	4	-
C ₄	24	Q1
C ₁₅	24	Q2
C ₄ vs C ₁₅	1	Q3
Anos	1	Q4
Ciclos x Anos	49	Q5
Resíduo	196	Q6

O Quadro 8 apresenta o procedimento referente às análises de variância onde as progênes provenientes de ambos os ciclos de seleção massal, são analisadas separadamente, nos diversos experimentos.

Considerando-se novamente o modelo misto, com os efeitos dos genótipos considerados aleatórios e os efeitos dos anos como fixos, foram obtidas as esperanças dos quadrados médios e posteriormente foram realizadas análises complementares visando estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos.

Os quadrados médios dentro de progênes foram obtidos independentemente, através das médias ponderadas pelos graus de liberdade, das estimativas das variâncias individuais dentro de parcelas.

Para a característica em questão, altura de inserção de espigas, os quadrados médios dentro de progênes foram obtidos amostrando-se 5 plantas em todas as parcelas avaliadas.

Quadro 8. Quadrados médios das análises individuais e respectivas esperanças matemáticas E(QM), segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica altura de inserção de espigas, avaliada ao nível de médias de parcelas da cultivar AL25, 1999 e 2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	E(QM)
Blocos	2	-	-
Progênies	24	Q_1	$\sigma^2 d/n + \sigma^2 e + r \sigma^2 p$
Resíduo	48	Q_2	$\sigma^2 d/n + \sigma^2 e$
Dentro	300	Q_3	$\sigma^2 d$

Onde:

Q_1 = quadrado médio entre progênies ao nível de médias de parcelas;

Q_2 = quadrado médio do erro entre parcelas, ao nível de média de parcelas;

Q_3 = quadrado médio dentro de progênies ao nível de plantas;

$\sigma^2 e$ = variância do erro ambiental entre parcelas ao nível de médias de parcelas;

$\sigma^2 p$ = variância genética entre progênies ao nível de médias de parcelas;

$\sigma^2 d$ = variância fenotípica entre plantas dentro de progênies;

r = número de repetições;

n = número de plantas por parcela.

Para esta característica, as estimativas das variâncias foram obtidas da seguinte maneira:

$$\sigma^2 d = Q_3$$

$$\sigma^2 e = Q_2 - Q_3 / n$$

$$\sigma^2_p = \frac{Q1 - Q2}{r}$$

O Quadro 9 apresenta o modelo utilizado para a realização da análise conjunta, com as progênies separadas, mas considerando-se agora, ambos os anos de realização dos experimentos.

Quadro 9. Quadrados médios das análises conjuntas e respectivas esperanças matemáticas E(QM), segundo o delineamento em blocos ao acaso para a característica altura de inserção de espigas, da cultivar AL25, avaliada ao nível de médias de parcelas, 1999/2000

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	E(QM)
Blocos/ Anos	4	-	-
Anos	1	Q1	
Progênies	24	Q2	$\sigma^2 d/n + \sigma^2 e + r \sigma^2 p$
Progênies x Anos	24	Q3	-
Resíduo Médio	48	Q4	$\sigma^2 d/n + \sigma^2 e$
Dentro	300	Q5	$\sigma^2 d$

O modelo matemático de acordo com a metodologia apresentada por Vencovsky (1978), foi o seguinte:

$$Y_{ijn} = m + p_i + b_j + e_{ij} + d_{ijn}$$

Onde:

Y_{ijn} = é a observação realizada na planta n da progênies I, no bloco j;

m = média geral;

p_i = efeito da progênie i ($i = 1,2 \dots p$);

b_j = efeito do bloco j ($j = 1,2 \dots r$);

e_{ij} = efeito da parcela ij ;

d_{ijn} = efeito relativo à planta k da parcela ij ($n = 1,2 \dots m$)

Para cada uma das análises realizadas, individuais e conjuntas, em ambas as características, estimou-se o coeficiente de variação experimental (CVe), avaliando-se a precisão dos experimentos. A classificação de tal parâmetro foi feita seguindo-se a proposta por Gomes (1977).

Ao final dos procedimentos relativos às análises de variância, foi estimado também, para ambas as características em questão, o coeficiente de variação genética, conforme sugerido por Vencovsky (1987):

$$CVg = \frac{\sigma_p}{\bar{x}} \times 100$$

Estimou-se ainda o coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de progênies, objetivando comparações com os híbridos simples, os quais funcionaram como testemunhas. Tal parâmetro, seguindo-se a metodologia do mesmo autor anteriormente citado foi calculado da seguinte forma:

$$CVd = \frac{\sigma_d}{\bar{x}} \times 100$$

Ainda segundo Vencovsky (1987), calculou-se o quociente entre CV_g e CV_e , para as características produção de grãos e altura de inserção de espigas, ou seja:

$$b = CV_g / CV_e$$

Sendo este valor b , de extrema importância na experimentação com progênies de milho. O mesmo quando vale 1,0 ou mais, indica uma situação muito favorável para a seleção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para maior facilidade de compreensão, os resultados serão apresentados da seguinte maneira: primeiramente valores relativos à produção de grãos, individualmente para os anos 1999 e 2000, ao nível de totais de parcelas. Posteriormente serão discutidos os valores referentes à análise conjunta para os dois anos, e em seguida abordar-se-ão os resultados referentes aos parâmetros genéticos. De maneira análoga ao descrito, serão discutidos também os valores encontrados para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas. O último item aborda uma discussão geral dos resultados obtidos para as características avaliadas.

4.1 Produção de grãos

4.1.1. Análises individuais

No Quadro 10 são apresentados os quadrados médios da análise individual dos quatro experimentos para a característica produção de grãos por parcela, avaliando-se as progênies do ciclo 4 e ciclo 15.

Observa-se no Quadro 10 que os coeficientes de variação experimental foram classificados de medianos a elevados, segundo Gomes (1977), indicando ser a característica produção de grãos, muito influenciada pela variação ambiental e de difícil avaliação e seleção, como apresentado por vários autores. Ressalta-se que o ensaio experimental foi dividido em quatro experimentos visando minimizar o erro experimental, mas pelo exposto, percebe-se que tal influência não pôde ser evitada, mesmo adotando-se tal procedimento experimental.

Uma das fontes de variação de maior importância no presente trabalho, refere-se ao confronto entre as progênies de ambos os ciclos estudados (C_4 vs C_{15}). Neste caso, foram apontadas diferenças significativas apenas no experimento A, ano 2000, (a 1% de probabilidade) e no experimento D, ano 1999, a 5% de probabilidade. Tais resultados indicam que nos demais experimentos não houve detecção de diferença significativa para tal fator de variação, com ambos os ciclos comportando-se de maneira semelhante, quanto à média de produção de grãos.

Quadro 10. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos

F.V	GL	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênes C ₄	24	425.165 ^{ns}	916.047 ^{ns}	436.228*	676.580*	420.602 ^{ns}	670.673*	395.512*	489.360*
Progênes C ₁₅	24	340.337 ^{ns}	410.902 ^{ns}	316.079 ^{ns}	497.284 ^{ns}	354.166 ^{ns}	467.017*	213.076 ^{ns}	1.347.656*
C ₄ vs C ₁₅	1	152.580 ^{ns}	5.036.160*	18.040 ^{ns}	74.640 ^{ns}	845.250 ^{ns}	10 ^{ns}	1.575.740*	23.350 ^{ns}
Resíduo	98	325.218	719.299	254.141	392.783	272.317	247.650	240.230	311.145
C.V (%)		25,07	23,85	21,57	17,73	21,52	15,02	23,05	17,03

* significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

Observa-se ainda, pelo Quadro 10, que os quadrados médios para progênies oriundas do quarto ciclo de seleção (C₄) apresentaram diferenças significativas, pelo teste F, a 5% de probabilidade, nos experimentos B, ano 1999, B, ano 2000, C, ano 2000, D, ano 1999 e D, ano 2000. Tal resultado confirma a evidência de que ciclos originais de seleção apresentam maior magnitude relacionada à variabilidade fenotípica. Confirmando tal evidência, nota-se que no caso do 15º ciclo de seleção, apenas nos experimentos C, ano 2000 e D, ano 2000 foram apontadas diferenças significativas a 5% de probabilidade.

O Quadro 11 apresenta as médias de produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, para ambas as populações nos dois anos de realização dos experimentos.

Quadro 11. Médias de produção de grãos (g/parcela), ao nível de totais de parcelas, para as progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000

Experimentos		Produção (g/parcela)			
		Progênies Ciclo 4		Progênies Ciclo 15	
Experimento A	Ano 1999	2.242,3	A	2.306,0	A
Experimento A	Ano 2000	3.372,5	A	3.738,9	B
Experimento B	Ano 1999	2.347,9	A	2.325,9	A
Experimento B	Ano 2000	3.550,8	A	3.555,4	A
Experimento C	Ano 1999	2.349,2	A	2.499,3	A
Experimento C	Ano 2000	3.311,0	A	3.312,0	A
Experimento D	Ano 1999	2.023,8	A	2.228,8	B
Experimento D	Ano 2000	3.286,9	A	3.261,9	A
Produção Média		2.810,6		2903,6	

Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F

Conforme pode-se constatar no Quadro 11, verifica-se uma tendência, em média, de pequeno aumento de produtividade nas progênes referentes ao ciclo 15, ou seja a população resultante de 11 ciclos de seleção para características que culminam em aumento de produtividade. Diferenças semelhantes foram observadas por Richey (1922) e Garcia (2000), onde ambos os autores citam que os ciclos de seleção massal praticados em tais trabalho foram muito semelhantes à população original, com aumentos médios de pouca expressão sendo obtidos quanto à produtividade. Concordando com os resultados encontrados para produção de grãos, também cita-se o trabalho desenvolvido por Smith & Brunson (1952), citados por Jugenheimer (1976). Os autores compararam cinco ciclos de seleção e após dez anos de avaliação concluíram que a população melhorada para alta produção foi equivalente à população original, em média. Trabalhos semelhantes ao desenvolvido nesta tese foram conduzidos por Gardner (1978) e Delgadillo et al. (1995). Em ambos os casos, os autores trabalhando com ciclos de seleção massal, encontraram progressos de 3% por ciclo na produção de grãos, discordando dos dados obtidos no presente trabalho, onde todos os onze ciclos de seleção culminaram num aumento médio de aproximadamente 3,2%.

Percebe-se também que, em todos os experimentos analisados, ocorreu maior produção de grãos por parcela durante o segundo ano de realização do ensaio experimental (ano 2000). A possível explicação para tal fato será discutida posteriormente.

O Quadro 12 apresenta, as variâncias fenotípicas para ambos os ciclos, apontando em todos os experimentos, com exceção do Experimento D, ano 2000, um valor superior para o quadrado médio das progênes do ciclo 4. Ou seja, fenotipicamente, e em média, ocorre maior variância para o ciclo com menor grau de seleção, como era de se esperar.

De modo geral e como esperado existe uma tendência de maior variância fenotípica em progênies do ciclo 4, em relação às do ciclo 15, embora tais efeitos sejam de baixa magnitude, com a metodologia utilizada não permitindo estatisticamente que os mesmos fossem detectados. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferrão et al. (1995a,b,c).

Quadro 12. Variâncias fenotípicas (Quadrados Médios) em totais de parcelas, para a característica produção de grãos, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000

Experimentos		Variâncias fenotípicas	
		Progênies Ciclo 4	Progênies Ciclo 15
Experimento A	Ano 1999	413.624,2	340.336,7
Experimento A	Ano 2000	916.047,5	410.901,4
Experimento B	Ano 1999	436.227,5	316.078,9
Experimento B	Ano 2000	676.579,9	497.283,8
Experimento C	Ano 1999	420.602,1	354.165,4
Experimento C	Ano 2000	670.672,7	467.017,2
Experimento D	Ano 1999	395.511,6	213.076,1
Experimento D	Ano 2000	489.360	1.347.656
Variâncias Médias		552.328,2	493.314,4

Respostas semelhantes às do presente trabalho, em termos de média e variância fenotípica foram também encontradas por Ngandu (1981). Como alterações provocadas pela seleção massal, durante 14 ciclos, houve uma resposta baixa para produção de grãos, bem como pequeno decréscimo na variância para produtividade. Ganhos condizentes,

por ciclo, para produção de grãos, após a seleção massal, foram também encontrados por Mulamba et al. (1983), Vanegas et al. (1984), Maita et al. (1995), Lopez & Biasutti (1996), Bernal et al. (1996), Spaner et al. (1997), Lopez & Hallauer (1998). Weyhrich et al. (1998), encontraram também a resposta mais baixa para seleção massal (0,6% no ciclo 1), quanto à performance da população para produção de grãos.

Discordando dos resultados aqui encontrados, a seleção massal mostrou-se eficiente num trabalho conduzido por Zhang et al. (1995), onde quatro ciclos neste esquema foram utilizados, e, maiores ganhos por ciclo de seleção foram obtidos. Possivelmente a população original utilizada possuía maior variabilidade genética se comparada à população do 4º ciclo de seleção massal em estudo no presente caso.

4.1.2. Análises conjuntas

Para a característica produção de grãos por parcela, foram realizadas ainda as análises de variância conjuntas, para os dois anos de realização do experimento. O Quadro 13 apresenta os quadrados médios da análise conjunta, bem como as respectivas significâncias pelo teste F.

Quadro 13. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progêneses do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progêneses C ₄	24	591.032,7 ^{ns}	739.859,7*	715.291,7*	507.959,1*
Progêneses C ₁₅	24	363.163,9 ^{ns}	554.929,9*	609.437,5*	858.308,3*
C ₄ vs C ₁₅	1	3.470.900*	9.700 ^{ns}	428.200 ^{ns}	607.600 ^{ns}
Anos	1	123.180.940**	107.317.080**	59.047.599**	98.860.051**
Progêneses x Anos	49	606.783,9 ^{ns}	326.902,8 ^{ns}	307.734 ^{ns}	543.712,6**
Resíduo Médio	196	522.258,7	323.462,1	259.983,7	275.687,6
C.V (%)		24,8	19,3	17,8	19,4

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

O coeficiente de variação experimental apresentou-se com valores semelhantes aos encontrados para as análises individuais, classificando-se como medianos e alguns, elevados, de acordo com a classificação proposta por Gomes (1977). Tais resultados confirmam a dificuldade de avaliação e seleção para a característica produção de grãos, sendo a mesma muito afetada pela variação ambiental.

Observou-se significância pelo teste F para o quadrado médio da interação progênes x anos, apenas no experimento D, indicando assim que em três experimentos, as progênes de meios irmãos de ambos os ciclos de seleção apresentaram o mesmo comportamento relativo à produção de grãos, independente do ano de realização do experimento.

Para o fator de variação anos, observa-se que houve significância pelo teste F, para todos os experimentos, a 1% de probabilidade. Computando-se a média geral de produção de grãos por parcela, encontram-se valores superiores para os experimentos conduzidos no ano de 2000 (3423,7 g/ parcela)², em relação ao ano de 1999 (2290,4 g/ parcela)². Tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que no ano 2000 as condições climáticas ofereceram maiores oportunidades para o aumento da produção de grãos, além de uma presença intensa de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), com níveis de dano econômico acentuados, em 1999, com controle químico tendo sido realizado por meio de super dosagem.

Observando-se os valores relacionados à fonte de variação C₄ vs C₁₅, referindo-se neste sentido à média dos dois anos de realização do experimento, nota-se que somente o experimento A apresentou quadrados médios com a respectiva diferença significativa pelo teste F. Tais resultados apontam que em média, em três, dos quatro

experimentos envolvidos, as progênies do ciclo 4 e ciclo 15 comportaram-se de maneira semelhante frente à produção de grãos por parcela.

Para os quadrados médios das progênies, de forma conjunta, foram encontrados os mesmos padrões de significância, das análises individuais, ou seja, apenas o experimento A não apresentou quadrado médio significativo, para as progênies de meios irmãos, nos ciclos 4 e 15.

Verifica-se também a mesma tendência quanto ao valor das variâncias fenotípicas (quadrados médios) das populações em ambos os ciclos. De maneira semelhante à análise individual, percebe-se que ocorre uma diminuição nos quadrados médios para produção nas populações do ciclo onde houve maior intensidade de seleção (ciclo 15), com exceção do experimento D, onde ocorreu o inverso. Como já citado anteriormente, fenotipicamente, ocorre maior variância para o ciclo onde não houve seleção de maneira mais acentuada, como era de se esperar. Ocorre também o inverso quando refere-se à média de produtividade em ambos os ciclos.

Cabe ressaltar que atualmente a avaliação de progênies de meios irmãos tem sido geralmente conduzida em um ambiente, sem considerar-se as interações genótipos ambiente no esquema de seleção. Conforme exposto anteriormente, o presente trabalho foi conduzido em apenas um local, desconsiderando-se a interação anterior. Este procedimento não relaciona-se ao trabalho citado por Pacheco et al. (1998), onde os autores afirmam a necessidade de testar-se famílias de meios irmãos em mais de um ambiente, de forma a melhorar a eficiência da seleção e evitar uma superestimativa da variância genética aditiva devido aos efeitos da interação.

Dessa forma, verifica-se que neste trabalho isolou-se o efeito da variação anos, e da interação progênies x anos, não tendo sido considerada a interação genótipo x ambiente, uma vez que os experimentos foram conduzidos em apenas uma localidade. Considera-se, então, que a variância genética pode ainda estar associada a uma superestimativa.

4.1.3. Estimativas de parâmetros genéticos

Sabe-se que a característica produção de grãos, constitui-se em um caráter quantitativo, devendo o mesmo ser estudado por meio de métodos genético-estatísticos. É de suma importância, num programa de melhoramento genético, ou em sua avaliação, a estimação dos componentes de variância, pois a natureza e magnitude da variabilidade disponível na população irão indicar o tipo de seleção a ser empregada com eficiência, além de fornecer subsídios para caracterizar a população base para o melhoramento.

Com vistas ao citado anteriormente, vários são os trabalhos apontando as estimativas de parâmetros genéticos, alvo de avaliação complementar do presente trabalho. A discussão de tal tópico inicia-se com referência ao tamanho ideal da amostra a ser utilizada na determinação de tais parâmetros. Os poucos artigos encontrados nessa área, indicam tamanhos de amostras que variam de 50 a 1000 progênies, concordando com o número de progênies de meios irmãos utilizadas no presente trabalho, em número de 100 por ciclo.

No Quadro 14 são apresentados os quadrados médios ao nível de totais de parcelas para produção de grãos, para as análises individuais para os dois anos de realização dos experimentos, para as progênies de meios irmãos do ciclo 4. No Quadro 15 são apresentados os mesmos parâmetros, para as progênies do ciclo 15. A partir de tais quadrados médios foram estimados os parâmetros genéticos apresentados posteriormente.

Observa-se pelo Quadro 14 que foram encontradas as mesmas significâncias pelo teste F, já estimadas para as progênies do quarto ciclo de seleção massal em cada um dos experimentos. Neste caso, obtiveram-se os resíduos considerando-se apenas um tipo de população, isto é, estimou-se um resíduo isolado para a população do ciclo 4. Tal procedimento com análise individual foi adotado considerando-se maior precisão na obtenção dos parâmetros genéticos a partir das esperanças de quadrados médios.

Trabalhando-se com a população do ciclo 4 isoladamente, houve maior oscilação com relação ao coeficiente de variação experimental, já que os resíduos foram isolados. Segundo Gomes (1977), tal classificação variou de baixo (6,7%) a elevado (30,2%).

Quadro 14. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas

F.V	G.L	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênes C ₄	24	425.165 ^{ns}	916.047 ^{ns}	436.228 *	676.580 *	420.602 ^{ns}	670.673 *	395.512 *	489.360*
Resíduo	48	241.289	1.039.958	261.938	364.841	212.862	180.337	275.268	49.380
Dentro	300	1943,99	4.191,43	1.507,16	3.700,88	1.468,09	3.857,91	1527,12	3288,78
C.V (%)		21,9	30,2	21,7	17,2	19,7	12,8	25,9	6,7

* significativo a 5% de probabilidade, ns não significativo, pelo teste F

Quadro 15. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênies do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas

F.V	G.L	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênies C ₁₅	24	340.337 ^{ns}	410.902 ^{ns}	316.079 ^{ns}	497.284 ^{ns}	354.166 ^{ns}	467.017 *	213.076 ^{ns}	1.347.656*
Resíduo	48	418.951	413.780	251.280	424.663	327.250	322.204	211.223	584.735
Dentro	300	1.934,90	3.291,06	1.507,16	3.700,88	1468,09	3857,91	2041,52	3100,19
C.V (%)		28,1	17,2	21,5	18,3	22,8	17,1	20,6	23,4

* significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

Observa-se pelo Quadro 15 que procedimento semelhante foi adotado para as progênies provenientes do 15º ciclo de seleção massal, com as devidas significâncias pelo teste F tendo sido estimadas e já discutidas em análises anteriores. Neste caso, os coeficientes de variação experimental classificaram-se de medianos a elevados (Gomes, 1977), mesmo isolando-se o resíduo para tal população.

Vale ressaltar que o objetivo da condução de tais análises de variância resume-se ao fato de que serão estimados parâmetros genéticos a partir dos quadrados médios obtidos pelas mesmas.

No Quadro 16, são apresentados os quadrados médios para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, conjuntamente para os anos 1999 e 2000, para as progênies do ciclo 4. No Quadro 17, são apresentados os mesmos parâmetros referentes a tais análises conjuntas, para as progênies de meios irmãos do ciclo 15.

Conforme pode ser observado pelo Quadro 16, foram obtidas as mesmas significâncias pelo teste F, já obtidas anteriormente nas análises já realizadas, para os fatores de variação referentes às progênies do ciclo 4. Para o fator anos, novamente foram encontradas significâncias em todos os experimentos, mesmo isolando-se o resíduo para cada uma das populações. Foram observadas alterações na interação progênies x anos, em que, no presente caso foram apontadas diferenças significativas nos experimentos C e D. Para o caso do resíduo médio utilizado anteriormente, apenas o quadrado médio obtido pelo experimento D apresentou significância. Os coeficientes de variação classificaram-se de medianos a elevados, conforme estimativa anterior.

Quadro 16. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progênies C ₄	24	591.032,7 ^{ns}	739.859,7*	715.291,7*	507.959,1*
Anos	1	47.902.973**	50.715.489**	34.688.833**	59.826.450**
Progênies x Anos	24	761.443,46 ^{ns}	382.884,10 ^{ns}	393.249,35 *	379.356,26 *
Resíduo	96	640.623,4	313.389,15	196.599,34	162.324,08
Dentro	300	3067,71	2604,02	2662,99	2.407,95
C.V (%)		28,5	19,1	15,7	15,2

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

Quadro 17. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênes do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica produção de grãos, ao nível de totais de parcelas, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progênes C ₁₅	24	363.163,9 ^{ns}	554.929,9*	609.437,5*	858.308,3*
Anos	1	76.995.809**	56.684.527**	24.775.854**	40.025.120**
Progênes x Anos	24	403.391,02 ^{ns}	281.086,58 ^{ns}	217.662,22 ^{ns}	689.410,7*
Resíduo	96	416.364,9	337.971,86	324.726,94	397.978,8
Dentro	300	2612,98	4134,25	2.769,19	2.570,85
C.V (%)		21,3	19,7	19,6	22,9

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

Para os valores apresentados no Quadro 17, referindo-se as progênies referentes ao 15º ciclo de seleção massal, foram encontrados resultados bastante semelhantes àqueles estimados, utilizando-se um resíduo médio para ambas as populações: apenas no experimento A não foram detectadas diferenças significativas entre progênies, em todos os experimentos foram encontradas diferenças significativas para os anos de realização dos experimentos e quanto à interação progênies x anos, apenas no experimento D verificou-se significância pelo teste F. Os coeficientes de variação obtidos foram semelhantes aos calculados nas análises anteriores, ou seja, com classificação de mediana a elevada (Gomes, 1977).

No Quadro 18, são apresentados os parâmetros genéticos, estimados a partir dos quadrados médios apresentados nos quadros anteriores, para a característica produção de grãos por parcela, ao nível da análise individual ($g/planta^2$). Note-se que neste caso, as populações encontram-se separadas, e ao final do quadro localizam-se os mesmos parâmetros estimados para os quatro híbridos simples, funcionando como testemunhas. Para tais híbridos interessa apenas o cálculo da variância fenotípica entre plantas dentro de progênies (σ^2_d), visando comparações com as progênies do ciclo 4 (C_4) e ciclo 15 (C_{15}).

Quando se faz a comparação da variância genética entre progênies, confrontando-se ambos os ciclos, para produção de grãos por parcela, verifica-se uma tendência à diminuição deste parâmetro genético nas progênies do ciclo 15. Confirmando-se a tendência esperada, conforme foram sendo realizados os ciclos de seleção, a variação entre progênies tendeu a diminuir. A única exceção para tal afirmativa encontra-se no experimento D, ano 2000, onde a população apresentou uma variância genética muito superior àquela estimada para as progênies do quarto ciclo de seleção.

Quadro 18. Estimativas de parâmetros genéticos para a característica produção de grãos por parcela, calculados a partir de análises individuais na cultivar AL 25, ao nível de totais de parcelas, 1999 e 2000

Experimento	Anos	Progênes	σ^2_d	σ^2_e	σ^2_p
A	1999	C ₄	1943,99	308,31	98,07
A	2000	C ₄	4191,43	1496,28	0
A	1999	C ₁₅	1934,90	592,93	0
A	2000	C ₁₅	3291,06	530,41	0
B	1999	C ₄	1507,16	358,82	92,95
B	2000	C ₄	3700,88	435,71	166,27
B	1999	C ₁₅	1929,55	324,87	34,56
B	2000	C ₁₅	6338,95	425,91	38,73
C	1999	C ₄	1468,09	281,86	110,79
C	2000	C ₄	3857,91	134,23	261,52
C	1999	C ₁₅	1462,58	465,09	14,35
C	2000	C ₁₅	4075,80	325,49	77,24
D	1999	C ₄	1527,12	379,35	64,13
D	2000	C ₄	3288,78	0	234,66
D	1999	C ₁₅	2041,52	256,29	0,9885
D	2000	C ₁₅	3100,19	811,56	406,89
A	1999	Testemunha	1572,12	-	-
A	2000	Testemunha	2067,69	-	-
B	1999	Testemunha	1105,18	-	-
B	2000	Testemunha	3519,06	-	-
C	1999	Testemunha	864,79	-	-
C	2000	Testemunha	4099,74	-	-
D	1999	Testemunha	1232,36	-	-
D	2000	Testemunha	2879,74	-	-

Nos experimentos onde houve resultados como variância genética igual a zero, e variância genética muito superior no 15º ciclo de seleção massal, em relação ao 4º ciclo, notam-se valores significantes no que se refere à variância do erro experimental, fator este que pode estar relacionado a tais resultados.

Trabalhos como os de Paterniani (1967), Paterniani (1968), Carmo (1969), Queiroz (1969), Silva (1969), Zinsly (1969), Miranda Filho et al. (1972), Suarez Lezcano (1976), Torres Segovia (1976), Lima (1977), Santos & Naspolini Filho (1986a), Lopez & Hallauer (1998), dentre outros, concentraram-se na avaliação de tais parâmetros como descrito na presente avaliação. Com exceção do trabalho desenvolvido por Torres & Segovia (1976), todos os demais citados anteriormente encontraram valores para a variância genética entre progênies de meios irmãos, inferiores, à medida que os procedimentos de seleção foram efetuados. Estes trabalhos confirmam os dados obtidos na presente avaliação, onde a variância média entre progênies do quarto ciclo de seleção alcançou a estimativa de $128,54 \text{ (g/parcela)}^2$, enquanto aquelas provenientes do 15º ciclo de seleção massal, forneceram variância média em torno de $71,59 \text{ (g/parcela)}^2$.

Por outro lado, alguns autores não observaram esta redução na variância genética da população original para populações selecionadas, como por exemplo Lima (1977), Lonquist et al. (1966), Torrez Segovia (1976), Soares Filho (1987), Pacheco (1987), Nagi & Khehra (1996). Existem também trabalhos mostrando a oscilação de parâmetro genético ao longo dos ciclos de seleção, o que pode ser exemplificado por Santos & Naspolini Filho (1986b). Tais resultados podem ser explicados pela diferença de variabilidade genética presente em cada um dos materiais submetidos à seleção massal, nos diversos trabalhos.

Para os dados apresentados neste trabalho, somente um dos experimentos, para a característica produção de grãos, apresentou aumento de tal variância entre progênies, confirmando o trabalho desenvolvido por Môro (1982), fato este, possivelmente em consequência da variância do erro experimental $811,56 \text{ (g/parcela)}^2$, um dos valores mais elevados dentro da análise. As estimativas da variância do erro experimental variaram de 1496,28 a zero (g/parcela)^2 . Tais amplitudes encontradas foram de amplo espectro, quando comparadas àquelas correspondentes a trabalhos desenvolvidos por Silva (1969), Suarez Lezcano (1976), Ramalho (1977), Bianco (1984), Zimback (1985), Sampaio (1986), Santos & Napolini Filho (1986a, 1986b).

Faz-se interessante a comparação dos dados em questão com um trabalho desenvolvido por Ramalho (1977). Neste caso, o autor encontrou estimativa média das variâncias genéticas entre progênies em torno de $80,00 \text{ (g/planta)}^2$, com as estimativas do erro experimental variando de 654,00 a $135,00 \text{ (g/planta)}^2$. Os dados obtidos na presente avaliação apresentaram estimativas ligeiramente superiores tanto para as estimativas das variâncias genéticas médias entre progênies, quanto para a amplitude de variância devida ao erro experimental. Em ambos os casos, as estimativas foram obtidas em apenas uma localidade, mas no caso do trabalho desenvolvido pelo autor anteriormente citado, as avaliações foram feitas num único ano, diferentemente do procedimento aqui adotado. Entretanto, quando se faz referência a trabalhos cujas estimativas foram provenientes de ensaios realizados em mais de um ambiente, autores como Comstock & Moll (1963), argumentam que tal fato ocorre porque as progênies de meios irmãos não liberam quantidade suficiente de variância genética.

Observa-se também pelo Quadro 18, os valores estimados para variância fenotípica entre plantas, dentro de progênies (σ^2_d). Calculando-se as variâncias médias para cada uma das progênies, verifica-se que as progênies provenientes do quarto ciclo de seleção apresentaram, em média, tal variância em menor magnitude (2685,67 g/planta²), do que a apresentada pelas progênies do ciclo 15 (3021,81 g/planta²).

Para as estimativas do mesmo parâmetro genético citado anteriormente (σ^2_d), foram tomados os valores referentes aos quatro híbridos simples que funcionaram como testemunhas. Analisando-se os resultados obtidos, constata-se que em todos os experimentos, o parâmetro em questão, quando estimado para as progênies de ambos os ciclos, apresentou-se com valor superior (2853,74 g/planta²) ao das testemunhas (2167,6 g/planta²). A única exceção verificada refere-se ao experimento C, ano 2000, onde a variância das testemunhas foi maior. Os resultados observados confirmam a tendência de que híbridos simples apresentam valores inferiores com relação à variância fenotípica entre plantas dentro de progênies, uma vez que neste caso, a única fração de variância presente é a ambiental.

Foram também estimados os coeficientes de variação fenotípica entre plantas dentro de progênies. Reafirmando os valores discutidos anteriormente, no sentido de que a variância dentro de híbridos simples é menor que a de progênies de meios irmãos, foram obtidos os seguintes resultados: 1,6% para os híbridos simples e 1,9% para as progênies de meios irmãos de ambos ciclos de seleção massal. Tal parâmetro constitui-se de grande importância, já que envolve, em seu cálculo os valores referentes à média de produção de grãos por parcela.

Uma análise interessante constitui-se no fato de que, impreterivelmente, tanto em progênies, quanto em testemunhas, todas as estimativas de

variância fenotípica entre plantas, dentro de progênies, foram mais altas no segundo ano de realização do experimento.

O Quadro 19 apresenta os mesmos parâmetros genéticos anteriores estimados para as análises conjuntas, com ambas as populações continuando analisadas separadamente, mas tendo agora conjuntamente os anos de realização dos experimentos.

Quadro 19. Estimativas de parâmetros genéticos para a característica produção de grãos por parcela, calculados a partir de análises conjuntas na cultivar AL 25, ao nível de totais de parcelas, 1999/2000

Experimento	Anos	Progênies	σ^2_d	σ^2_e	σ^2_p
A	1999 com 2000	C ₄	3067,71	902,29	0
A	1999 com 2000	C ₁₅	2612,98	561,67	0
B	1999 com 2000	C ₄	2604,02	397,27	227,46
B	1999 com 2000	C ₁₅	4134,25	375,39	115,72
C	1999 com 2000	C ₄	2662,99	208,04	276,64
C	1999 com 2000	C ₁₅	2769,19	408,79	151,85
D	1999 com 2000	C ₄	2407,95	163,41	184,34
D	1999 com 2000	C ₁₅	2570,85	533,94	245,51
Estimativas Médias		C ₄	2685,67	417,75	172,11
Estimativas Médias		C ₁₅	3021,82	469,95	128,27

Neste caso, confirmam-se as tendências verificadas nas análises individuais, como seria de se esperar, com o experimento A, alcançando valor zero para a variância genética entre progênies, mas em contrapartida alcançando os maiores valores relacionados a estimativa da variância do erro ambiental. Nos experimentos B e C os valores calculados concordam diretamente com os trabalhos constantes da bibliografia, com

diminuição da variância genética entre progênies, na população submetida a mais 11 ciclos de seleção (ciclo 15).

Essa diminuição não ocorreu para o experimento D, com o ano 2000 alcançando valores altos para a variância do erro experimental entre parcelas (533,94 g/planta²). Tal comportamento apresentado pelo experimento D pode também ser atribuído ao fato de que o mesmo foi conduzido utilizando-se apenas 25 progênies de meios irmãos por experimento, número este que pode ter sido insuficiente para a estimativa correta de tais parâmetros, neste caso.

Comparando-se os valores em média, confirma-se à tendência à redução da variância genética entre progênies após procedimentos referentes à seleção massal, com as progênies do 4º ciclo alcançando valores próximos de 172,11 (g/planta)², e àquelas referentes ao 15º ciclo, 128,27 (g/planta)².

O Quadro 20 apresenta, para a característica produção de grãos por parcela, os coeficientes de variação genética, para ambas as populações.

Como a estimativa da variância genética entre progênies alcançou valores negativos, no experimento A, o coeficiente de variação genética resultou em valor zero, como consequência. Para os demais experimentos, observa-se redução deste parâmetro na população do ciclo 15, para os experimentos B e C, e mais uma vez tendência contrária ao esperado, para o experimento D, com um pequeno aumento do coeficiente de variação genética na população submetida à seleção. Contudo, o coeficiente médio de variação genética, resume a tendência de diminuição da variação genética conforme são efetuados os procedimentos de seleção. Embora de pequena magnitude, confirma-se a redução de tal variação nas progênies oriundas dos onze ciclos de seleção massal.

Quadro 20. Coeficientes de variação genética para a característica produção de grãos por parcela, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15, nos dois anos de realização do experimento para a cultivar AL 25, 1999/2000

Coeficiente de Variação Genética (%)	Progênies Ciclo 4	Progênies Ciclo 15
Experimento A (Anos 1999 com 2000)	0	0
Experimento B (Anos 1999 com 2000)	0,515	0,365
Experimento C (Anos 1999 com 2000)	0,587	0,424
Experimento D (Ano 1999 com 2000)	0,511	0,570
Coeficiente Médio	0,403	0,339

Para a característica produção de grãos, o coeficiente médio de variação genética sofreu redução da ordem de 15,9% durante os onze ciclos de seleção massal realizados. Valores superiores (26%) foram encontrados para três ciclos de seleção massal conduzidos, num estudo realizado por Santos & Napolini Filho (1986a).

Ao final das determinações dos coeficientes de variação experimental e coeficiente de variação genética entre progênies, estimou-se o quociente b , o qual indica a situação da população utilizada para ao procedimento de seleção. De acordo com os resultados obtidos, para as progênies do 4º ciclo de seleção massal, alcançou-se, para a característica produção de grãos por parcela, um quociente $b = 0,024$, ou seja, situação não favorável para a seleção. Verifica-se que tal quociente localizou-se muito abaixo do limite exigido para considerar-se sucesso com tal procedimento (b maior ou igual a 1), de acordo com Vencovsky (1987). Vale ressaltar que a característica produção de grãos por parcela, é considerada como sendo de baixa herdabilidade e portanto, sofrendo grande influência do fator ambiental. Dessa foram, torna-se muito difícil obter-se sucesso com tal característica utilizando-se o

procedimento da seleção massal, na população avaliada. O valor de tal quociente estimado reafirma todos os resultados encontrados nas análises referentes à produção de grãos por parcela.

4.2. Altura de inserção de espigas

4.2.1. Análises individuais

No Quadro 21 são apresentados os valores referentes aos quadrados médios e respectivas significâncias da análise individual de cada um dos quatro experimentos, agora para a característica altura de inserção de espigas, com ambas as progênes analisadas, com dados tomados ao nível de médias de parcelas.

Os coeficientes de variação experimental para esta característica, nos diversos experimentos foram baixos, indicando boa precisão, sendo esta uma característica não tão influenciada pelo ambiente. Ressalta-se que as 200 famílias de meios irmãos utilizadas neste estudo, bem como os quatro híbridos simples foram divididos em quatro experimentos, de forma a minimizar a influência do erro experimental.

Confrontando-se as alturas médias de inserção de espigas nos dois ciclos de seleção (C_4 vs C_{15}), verificou-se que o teste F detectou significância nos quadrados médios, nos experimentos A, ano 1999, B, ano 1999, a 5% de probabilidade, e B, ano 2000 a

Quadro 21. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas

F.V	G.L	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênies C ₄	24	0,0268884**	0,0289384**	0,0414836**	0,0213094**	0,0370413**	0,027194**	0,0481456**	0,0213084**
Progênies C ₁₅	24	0,0381965**	0,0268877**	0,0370336**	0,043161**	0,0281274**	0,0230061**	0,0252263*	0,0113646 ^{ns}
C ₄ vs C ₁₅	1	0,05568*	0,010923 ^{ns}	0,0573833*	0,0741892**	0,0043320 ^{ns}	0,0051073 ^{ns}	0,02281 ^{ns}	0,017536 ^{ns}
Resíduo	98	0,0111948	0,0098180	0,0138373	0,0075812	0,0109906	0,0106159	0,0127389	0,0083237
C.V (%)		8,15	8,89	9,09	7,93	9,26	10,13	8,63	9,23

** significativo a 1 %, * significativo a 5 %, ns não significativo pelo teste F

1% de probabilidade. Para os demais experimentos tal comparação foi não significativa, indicando que na maioria dos experimentos não houve detecção de diferença significativa para tal fator de variação, com ambas as populações comportando-se de maneira semelhante, quanto à altura de inserção de espigas.

O Quadro 21 aponta ainda as significâncias encontradas pelo teste F para as progênies em ambos os ciclos de seleção. No caso das progênies do ciclo 4, houve diferença significativa em todos os experimentos, a 1% de probabilidade, indicando a existência de certa magnitude relacionada à variabilidade genética.

O mesmo ocorreu de modo semelhante para as progênies do ciclo 15, ciclo com maior intensidade de seleção, onde todos os experimentos mostraram comportamento análogo ao exposto anteriormente, exceto no experimento D, ano 2000, onde não foram detectadas diferenças significativas para tal característica pelo teste F. De qualquer forma, confirma-se a tendência em encontrar-se maior variabilidade genética em progênies de ciclos originais de seleção.

O Quadro 22 apresenta as médias de altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, para ambas as progênies, analisadas nos dois anos de realização dos experimentos.

Percebe-se uma ligeira tendência ao aumento da altura de inserção de espigas nas médias das famílias de meios irmãos referentes ao ciclo 15, com o contrário sendo observado somente no Experimento C, ano 2000. Essas diferenças em altura de inserção de espiga tiveram amplitude máxima de 0,045 metros, ou 4,5 centímetros, entre as médias de progênies dos ciclos 4 (a menor) e 15 (a maior), no experimento B ano 2000, e foram detectadas devido ao baixo coeficiente de variação experimental (7,93%). Em alguns

experimentos, tais diferenças apontadas entre as progênies foram tão pequenas que não houve detecção pelo teste F. Diante desses resultados, verifica-se a ineficiência da seleção massal aplicada à cultivar AL 25, para diminuição da altura de inserção de espigas.

Quadro 22. Médias de altura de inserção de espigas (m/planta), ao nível de médias de parcelas, para as progênies do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000

		Altura de Inserção de Espigas (m/ planta)			
Experimentos		Progênies Ciclo 4		Progênies Ciclo 15	
Experimento A	Ano 1999	1,27912	A	1,31776	B
Experimento A	Ano 2000	1,10522	A	1,12229	A
Experimento B	Ano 1999	1,27354	A	1,31267	B
Experimento B	Ano 2000	1,07613	A	1,12062	B
Experimento C	Ano 1999	1,30637	A	1,31712	A
Experimento C	Ano 2000	1,02249	A	1,01082	A
Experimento D	Ano 1999	1,29581	A	1,32048	A
Experimento D	Ano 2000	0,97752	A	0,99914	A
Altura Média		1,16703		1,19012	

Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando refere-se à altura média, em metros por planta, nota-se que o ciclo constituído por progênies provenientes do 15º ciclo de seleção apresentou valores ligeiramente mais elevados. Percebe-se que praticamente não ocorreu diminuição da altura de plantas, ao contrário, fato este explicado também pela seleção visando aumentos na produtividade, o que geralmente culmina com aumentos na altura de inserção de espigas, em função da correlação positiva para ambas as características.

Em termos gerais, observa-se que não houve diferenças entre as alturas de inserção de espigas de um ciclo de seleção para outro. Tal fato pode ser explicado também pelo esquema de seleção massal adotado para a obtenção da referida cultivar. O objetivo principal de tal procedimento era selecionar plantas mais produtivas, sendo a altura de inserção de espigas, uma característica secundária a ser selecionada. Se o objetivo principal da seleção fosse a diminuição da altura de inserção de espigas, haveria de se esperar que os resultados fossem mais expressivos.

Segundo Garcia (2000), alguns trabalhos que relatam ganhos em produtividade decorrentes do uso da seleção massal estratificada indicam também aumentos na altura de inserção de espigas. Môro (1977), relata ganhos na produtividade de grãos e aumentos na altura média das plantas. Mareeck & Gardner (1979), referem-se à seleção massal para produtividade acarretando, além de ganhos em produtividade, aumentos correlatos na altura da espiga. Kincer & Josephson (1976), Rodriguez et al. (1976) e Segóvia (1983), realizando seleção indireta para produtividade, por meio de seleção massal para prolificidade obtiveram, além de ganhos na produtividade, aumentos na altura de espigas.

Consoante com isso, Iriarte & Márquez (1984), pela comparação de dois métodos de melhoramento obtiveram, além dos aumentos em produtividade, aumentos significativos na altura de planta e altura da espiga, para ambos os métodos, sendo um deles a seleção massal. Há de se ressaltar que em todos estes trabalhos aumentos na produção de grãos e altura de inserção de espigas foram significativos, diferentemente do observado neste trabalho. À semelhança deste trabalho, citam-se os resultados obtidos por Poloni (1980), onde o autor não constatou ganhos significativos em produtividade, permanecendo a altura de inserção de espigas, também inalterada.

O Quadro 23 apresenta as variâncias fenotípicas obtidas pelos quadrados médios das progênes dos ciclos 4 e 15 para altura de inserção de espigas.

Quadro 23. Variâncias fenotípicas (Quadrados Médios) em médias de parcelas, para a característica altura de inserção de espigas, nas progênes do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25, 1999 e 2000

Experimentos		Variâncias fenotípicas	
		Progênes Ciclo 4	Progênes Ciclo 15
Experimento A	Ano 1999	0,0268884	0,0381965
Experimento A	Ano 2000	0,0289384	0,0268877
Experimento B	Ano 1999	0,0414836	0,0370336
Experimento B	Ano 2000	0,0213094	0,0431610
Experimento C	Ano 1999	0,0370413	0,0281274
Experimento C	Ano 2000	0,0271940	0,0230061
Experimento D	Ano 1999	0,0481456	0,0252263
Experimento D	Ano 2000	0,0213084	0,0113646
Variância Média		0,0315386	0,0291254

A tendência à diminuição da variabilidade genética nas progênes de meios irmãos do 15º ciclo, não foi encontrada para altura de inserção de espigas em todos experimentos. Os seguintes experimentos alcançaram tal tendência: A, ano 2000, B, ano 1999, C, ano 1999, C, ano 2000, D, ano 1999 e D, ano 2000. Para os demais experimentos (A, ano 1999 e B, ano 2000) ocorreu o processo inverso, ou seja, houve aumento da variância fenotípica à medida que a seleção se processou.

Em média, verifica-se que ocorreu redução na variabilidade genética nas progênes resultantes do 15º ciclo de seleção, para a altura de inserção de espigas, embora

de baixa magnitude, confirma-se tal tendência. Tal fato pode ser novamente explicado pela possível baixa magnitude relacionada à variabilidade genética presente nas progênes de meios irmãos do 4º ciclo de seleção massal. Além disso, reforça-se a explicação da pouca expressão referente à redução da variância fenotípica por ter sido a característica altura de inserção de espigas objetivo secundário durante a execução dos ciclos de seleção massal.

4.2.2. Análises conjuntas

O Quadro 24 apresenta os quadrados médios e respectivas significâncias, pelo teste F, das análises conjuntas nos quatro diferentes experimentos.

Os coeficientes de variação experimental apresentaram-se com valores semelhantes aos encontrados para as análises individuais, todos sendo classificados como baixos (Gomes, 1977). Esses resultados confirmam a relativa facilidade de avaliação e seleção para a característica altura de inserção de espigas, não sendo a mesma tão influenciada pelo fator ambiental.

Foi observada significância pelo teste F para o quadrado médio da interação progênes x anos, nos experimentos A e B, indicando assim que em dois experimentos, as progênes de meios irmãos de ambos os ciclos de seleção apresentaram o comportamento relativo à altura de inserção de espigas, dependente do ensaio ter sido conduzido em 1999 ou em 2000. O mesmo não ocorreu nos experimentos C e D, onde tal característica não sofreu influência do ano de realização dos experimentos.

Quadro 24. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental das análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progêneses do ciclo 4 e ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progêneses Ciclo 4	24	0,0346191**	0,0437852**	0,0584104**	0,0557547**
Progêneses Ciclo 15	24	0,051872**	0,0640486**	0,0403546**	0,0252931**
C ₄ vs C ₁₅	1	0,05796*	0,1310434**	0,0000181 ^{ns}	0,04019 ^{ns}
Anos	1	2,5565244**	2,8440846**	6,53071**	7,6710407**
Progêneses x Anos	49	0,0170349*	0,0172288*	0,00832476 ^{ns}	0,0122471 ^{ns}
Resíduo Médio	196	0,0105064	0,0107092	0,0108033	0,0105313
C.V (%)		8,5	8,6	8,9	8,9

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo pelo teste F

Para o fator de variação anos, como na característica produção de grãos, observa-se que houve significância pelo teste F, para todos os experimentos, a 1% de probabilidade. Observando-se o comportamento das progênies nos dois anos de realização do ensaio experimental, encontram-se valores para a altura de inserção de espigas inferiores, nos experimentos conduzidos no ano 2000. Tal afirmação contradiz a correlação positiva encontrada entre produção e altura de plantas, uma vez que a produção de grãos alcançou valores superiores para os experimentos conduzidos no ano de 2000 (3423,7 g/ parcela)².

Quando observa-se o confronto entre as progênies de meios irmãos para a característica altura de inserção de espigas, quanto à média dos dois ensaios experimentais, nota-se que os experimentos A e B apresentaram os quadrados médios com a respectiva diferença significativa pelo teste F (5% e 1% de probabilidade, respectivamente). Tais resultados apontam que em média, em dois, dos quatro experimentos envolvidos, as progênies dos ciclo 4 e ciclo 15 comportaram-se de maneira semelhante quanto à altura de inserção de espigas.

Analisando-se agora as referidas significâncias para ambas as progênies, separadamente, verifica-se que tanto no ciclo 4, quanto após onze ciclos de seleção massal, foram apontadas diferenças significativas, em todos os experimentos, a 1% de probabilidade. Isto indica que, a variabilidade genética presente no quarto ciclo de seleção, manteve-se também, após o procedimento de seleção massal, sendo detectada em todos os experimentos com progênies do 15º ciclo.

4.2.3. Estimativas de parâmetros genéticos

De maneira análoga à característica produção de grãos por parcela, discutir-se-ão as estimativas dos parâmetros genéticos em cada análise, através das esperanças de quadrados médios e outras medidas complementares, como por exemplo, o coeficiente de variação genética entre progênies, o coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de progênies e o quociente b .

No Quadro 25 são apresentados os quadrados médios ao nível de médias de parcelas para altura de inserção de espigas, para as análises individuais para os dois anos de realização dos experimentos, com relação às progênies de meios irmãos do ciclo 4. No Quadro 26 são apresentados os mesmos parâmetros, para as progênies do ciclo 15. A partir de tais quadrados médios foram estimados os parâmetros genéticos apresentados posteriormente.

Percebe-se pelo Quadro 25 que foram encontradas as mesmas significâncias pelo teste F, para os quadrados médios de altura de inserção de espigas, já estimadas para as progênies do quarto ciclo de seleção massal em cada um dos experimentos. Na presente análise, obtiveram-se os resíduos considerando-se apenas um tipo de população, isto é, estimou-se um resíduo isolado para a população do ciclo 4. Tal procedimento, isolando-se o resíduo por população, foi adotado considerando-se maior precisão na obtenção dos parâmetros genéticos a partir das esperanças de quadrados médios.

Trabalhando-se com a população do ciclo 4 isoladamente, houve semelhança quanto aos valores referentes aos coeficientes de variação experimental em relação àqueles obtidos considerando-se o resíduo médio. Tais coeficientes foram de baixa magnitude segundo Gomes (1977).

Quadro 25. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas

F.V	G.L	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênes C ₄	24	0,02688**	0,028938**	0,0414836**	0,0213094**	0,0370413**	0,027194**	0,0481456**	0,0213084**
Resíduo	48	0,01372	0,0110093	0,0132403	0,0097576	0,0126441	0,0065828	0,0123699	0,0104932
Dentro	300	0,00938933	0,0167086	0,01138	0,0149556	0,0125006	0,0156337	0,0141272	0,0147804
C.V (%)		9,2	9,5	9,03	9,2	8,6	7,9	8,6	10,5

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Quadro 26. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises individuais dos experimentos A, B, C e D, nos anos 1999 e 2000, nas progênes do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas

F.V	G.L	Q.M							
		A 1999	A 2000	B 1999	B 2000	C 1999	C 2000	D 1999	D 2000
Progênes C ₁₅	24	0,0381965**	0,0268877**	0,0370336**	0,043161**	0,0281274**	0,0230061**	0,0252263*	0,0113646 ^{ns}
Resíduo	48	0,0086033	0,0089720	0,0147936	0,00540204	0,009568517	0,0148526	0,0132382	0,00553415
Dentro	300	0,0099542	0,0187744	0,0085729	0,0143836	0,013264	0,0191976	0,0136005	0,0149565
C.V (%)		7,03	8,4	9,3	6,6	7,4	12,05	8,7	7,4

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F

Observa-se pelo Quadro 26 que procedimento semelhante foi adotado para as progênies provenientes do 15º ciclo de seleção massal, para a característica altura de inserção de espigas, com as devidas significâncias pelo teste F tendo sido estimadas e já discutidas em análises anteriores. Neste caso, os coeficientes de variação experimental classificaram-se como baixos, confirmando-se tal tendência mesmo quando trabalhou-se com resíduo médio. Vale ressaltar que o objetivo da condução de tais análises de variância resume-se ao fato de que serão estimados parâmetros genéticos a partir dos quadrados médios obtidos pelas mesmos.

No Quadro 27, são apresentados os quadrados médios para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, conjuntamente para os anos 1999 e 2000, para as progênies do ciclo 4.

Conforme observado pelo Quadro 27, os valores referentes ao coeficiente de variação ambiental foram classificados como de baixa magnitude, fato este, característico do carácter altura de inserção de espigas.

Nota-se ainda que as significâncias obtidas para os quadrados médios de progênies, pela análise conjunta, são as mesmas já apresentadas em esquemas anteriores, com o mesmo comportamento, ou seja, em todos os experimentos, houve diferença significativa entre as progênies de meios irmãos do 4º ciclo de seleção massal.

Análise semelhante foi observada para o fator anos, onde houve significância pelo teste F, em todos os experimentos analisados, confirmando o fato de que as progênies apresentaram comportamento diferenciado, quanto à altura de inserção de espigas, nos anos 1999 e 2000.

Quadro 27. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 4 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progênies C ₄	24	0,0346191**	0,0437852**	0,0584104**	0,0557547**
Anos	1	1,133957**	1,4614547**	3,0220427**	3,7991459**
Progênies x Anos	24	0,0212073*	0,0190074*	0,00582496 ^{ns}	0,0136993*
Resíduo	96	0,0123648	0,0114989	0,009613523	0,0114315
Dentro	300	0,013049	0,0131678	0,0140672	0,0144538
C.V (%)		9,3	9,1	8,4	9,4

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo, pelo teste F

Ligeira diferença quanto à interação progênes x anos, foi observada quando o resíduo utilizado foi isolado para a população do ciclo 4. Neste caso, em comparação com a análise utilizando-se o resíduo médio, somente o experimento C não apresentou diferença significativa.

No Quadro 28, são apresentados os mesmos parâmetros referentes a tais análises conjuntas, para as progênes de meios irmãos do ciclo 15. Novamente, o resíduo calculado foi estimado isoladamente para cada população, visando aumentar a eficiência da análise estatística e por conseqüência obter parâmetros genéticos com base em estimativas que realmente reflitam a condição das populações estudadas.

Observa-se pelo Quadro 28 que os coeficientes de variação experimental classificaram-se como baixos, de maneira semelhante à todas as análises realizadas para altura de inserção de espigas.

Quanto às respectivas significâncias pelo teste F, para a fonte de variação “Progênes C₁₅”, foram apontadas diferenças em todos os experimentos. Os mesmos resultados foram observados para o caso do fator anos, com semelhanças observadas quando os cálculos foram executados com resíduos médios. A única alteração observada foi no que se refere à interação progênes x anos, pois no presente caso não foram observadas diferenças significativas nos diversos experimentos.

Vale ressaltar novamente que a apresentação de tais resultados justifica-se pelo fato de que a partir dos mesmos foram estimados os parâmetros genéticos para análises da característica altura de inserção de espigas.

Quadro 28. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficiente de variação experimental nas análises conjuntas para os anos 1999/ 2000 das progênies do ciclo 15 da cultivar AL 25 para a característica altura de inserção de espigas, ao nível de médias de parcelas, nos experimentos A, B, C e D

F.V	G.L	Q.M			
		A	B	C	D
Progênies C ₁₅	24	0,051872**	0,0640486**	0,0403546**	0,0252931**
Anos	1	1,4312075**	1,3831715**	3,5180833**	3,8720619**
Progênies x Anos	24	0,0132127 ^{ns}	0,0161457 ^{ns}	0,010779 ^{ns}	0,011298 ^{ns}
Resíduo	96	0,00878762	0,0100978	0,01222105	0,0093862
Dentro	300	0,0143643	0,0114782	0,0162308	0,0142785
C.V (%)		7,7	8,2	9,5	8,3

** significativo a 1%, , ns não significativo, pelo teste F

O Quadro 29, apresenta os parâmetros genéticos estimados a partir dos quadrados médios apresentados nos quadros anteriores, para a característica altura de inserção de espigas, ao nível da análise individual (em m/ planta). As populações encontram-se separadas, e ao final do quadro localizam-se os mesmos parâmetros estimados para as testemunhas, os quatro híbridos simples utilizados para comparações com as duas populações alvo. Vale ressaltar mais uma vez que para tais híbridos interessa apenas o cálculo da variância fenotípica entre plantas dentro de progênies (σ^2_d), visando comparações com as progênies do ciclo 4 (C_4) e do ciclo 15 (C_{15}).

Pelo exposto no quadro, nota-se que, diferentemente do observado para produção, nenhum dos experimentos apresentou parâmetros genéticos cujas estimativas igualassem-se a zero.

Objetiva-se também, nesse caso, a comparação das variâncias genéticas entre progênies, confrontando-se ambos os ciclos, para altura de inserção de espigas. Pelo estimado, verifica-se uma tendência à diminuição deste parâmetro genético nas progênies do ciclo 15, para os experimento B, ano 1999, bem como nos experimentos C e D em ambos os anos de realização do ensaio experimental.

Quadro 29. Estimativas de parâmetros genéticos para a característica altura de inserção de espigas (m/ planta)², calculados a partir de análises individuais na cultivar AL 25, ao nível de médias de parcelas, 1999 e 2000

Experimento	Anos	Progênes	σ^2_d	σ^2_e	σ^2_p
A	1999	C ₄	0,0093893	0,0118423	0,0043907
A	2000	C ₄	0,0167086	0,0076676	0,0059762
A	1999	C ₁₅	0,0099542	0,0066124	0,0098645
A	2000	C ₁₅	0,0187744	0,0052172	0,0059719
B	1999	C ₄	0,0113800	0,0109643	0,0093026
B	2000	C ₄	0,0149556	0,0067665	0,0038506
B	1999	C ₁₅	0,0085729	0,0130791	0,0074133
B	2000	C ₁₅	0,0143836	0,0025253	0,0125863
C	1999	C ₄	0,0125006	0,0101440	0,0081323
C	2000	C ₄	0,0156337	0,0034561	0,0068704
C	1999	C ₁₅	0,0132640	0,0069157	0,0061863
C	2000	C ₁₅	0,0191976	0,0110131	0,0027178
D	1999	C ₄	0,0141272	0,0095445	0,0119253
D	2000	C ₄	0,0147804	0,0075372	0,0036050
D	1999	C ₁₅	0,0136005	0,0105181	0,0039960
D	2000	C ₁₅	0,0149565	0,0025428	0,0019435
A	1999	Testemunha	0,0078167	-	-
A	2000	Testemunha	0,0062808	-	-
B	1999	Testemunha	0,0031691	-	-
B	2000	Testemunha	0,0070283	-	-
C	1999	Testemunha	0,0066016	-	-
C	2000	Testemunha	0,0091191	-	-
D	1999	Testemunha	0,0063291	-	-
D	2000	Testemunha	0,0082775	-	-

Vale ressaltar que tais resultados não foram encontrados para os experimentos não mencionados, por razões que podem estar relacionadas à variância do erro ambiental entre parcelas, para o caso do experimento A, ano 1999, onde tal parâmetro apresentou-se como um dos mais elevados encontrados ($0,00118423 \text{ m/planta}^2$). Dessa forma, estimativas mais elevadas para a variância do erro experimental, trazem como consequência contradições ao esperado, com relação às variâncias genéticas entre progênies. Mesmo assim, na maioria dos experimentos, conforme foram sendo realizados os ciclos de seleção, a variação genética entre progênies tendeu a diminuir, como era de se esperar. Através do cálculo da variância genética média entre progênies, encontrou-se $0,0067564 \text{ (m/planta)}^2$ para progênies do 4º ciclo de seleção e $0,0063346 \text{ (m/planta)}^2$ para aquelas provenientes do 15º ciclo de seleção, resultados caracterizados como de baixíssima magnitude para uma característica pouco influenciada pelo ambiente e de fácil seleção.

Para as variâncias relacionados ao erro experimental, os resultados apontaram, para a característica altura de inserção de espigas uma amplitude de variação de $0,01308$ a $0,01184 \text{ (m/planta)}^2$, valores bastante inferiores àqueles encontrados por Miranda Filho (1978), Ghini & Miranda Filho (1979), Souza Júnior et al. (1980a), Aguilár Moran (1984), Bianco (1984), Samapaio (1986), Mamede (1991), Mariote (1993), onde tais autores avaliaram também progênies de meios irmãos.

Observa-se também pelo Quadro 29, os valores estimados para variância fenotípica entre plantas, dentro de progênies (σ^2_d). Calculando-se as variâncias médias para cada uma das progênies, verifica-se que as progênies provenientes do quarto ciclo de seleção apresentaram tal variância em menor valor médio ($0,0136844 \text{ m/planta}^2$) do que a

apresentada pelas progênes do ciclo 15 (0,0140879 m/planta²). As mesmas tendências foram também encontradas para a característica produção de grãos por parcela.

Para as estimativas do mesmo parâmetro genético citado anteriormente (σ^2_d), foram tomados os valores referentes aos quatro híbridos simples que funcionaram como testemunhas. Analisando-se os resultados obtidos, constata-se que em todos os experimentos, o parâmetro em questão, quando estimado para as progênes de ambos os ciclos, apresentou-se com valor superior (0,0138861 m/planta²) ao das testemunhas (0,0068277 m/planta²).

Os trabalhos consultados sobre a variância fenotípica média, tanto para produção de grãos por parcela, quanto para altura de inserção de espigas, não trouxeram informações sobre possíveis testemunhas utilizadas para comparações, conforme procedimento utilizado no presente trabalho. Como mencionado, todas estas estimativas foram superiores ao encontrado para as testemunhas, os quatro híbridos precoces (0,00682 m/planta²). Tais valores foram também inferiores àqueles encontrados por Souza Júnior et al. (1980b), Rissi & Paterniani (1981), Aguilar Moran (1984), Sampaio (1986), Mamede (1991), Mariote (1993).

Como era de se esperar, os híbridos simples apresentaram variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas de magnitude inferior em relação às progênes de meios irmãos, uma vez que a única fração de variância presente em híbridos simples é a variância ambiental.

Uma análise interessante constitui-se no fato de que, impreterivelmente, tanto em progênes, quanto em testemunhas, com exceção do experimento A, no ano 2000, todas as estimativas de variância fenotípica entre plantas, dentro de progênes, foram mais altas no segundo ano de realização do experimento.

Foram calculados também os coeficientes de variação fenotípica entre plantas dentro de progênies. Confirmando-se a tendência da diminuição de tal componente de variância nos híbridos simples, os mesmos, utilizados como testemunhas, apresentaram valores inferiores (7,4%), quando comparados às progênies de meios irmãos (10,0%). Tal parâmetro constitui-se num fator de suma importância para tal determinação, já que é calculado em função das médias de alturas de espigas para progênies e testemunhas.

Já o Quadro 30 apresenta as análises conjuntas, onde os mesmos parâmetros genéticos acima foram novamente estimados, com as progênies do ciclo 4 e ciclo 15 continuando a ser analisadas separadamente, mas apresentando-se agora, em conjunto, os dois anos de realização dos experimentos.

Quadro 30. Estimativas de parâmetros genéticos para a característica altura de inserção de espigas ($m/ planta$)², calculados a partir de análises conjuntas na cultivar AL 25, ao nível de médias de parcelas, 1999/2000

Experimento	Anos	Progênies	σ^2_d	σ^2_e	σ^2_p
A	1999 com 2000	C ₄	0,0130490	0,0097550	0,0074181
A	1999 com 2000	C ₁₅	0,0143643	0,0059147	0,0143613
B	1999 com 2000	C ₄	0,0131678	0,0088653	0,0107621
B	1999 com 2000	C ₁₅	0,0114782	0,0078021	0,0179836
C	1999 com 2000	C ₄	0,0140672	0,0068001	0,0162656
C	1999 com 2000	C ₁₅	0,0162308	0,0089748	0,0093778
D	1999 com 2000	C ₄	0,0144538	0,0085407	0,0147744
D	1999 com 2000	C ₁₅	0,0142785	0,0065305	0,0053022
Estimativas Médias		C ₄	0,0136844	0,0084903	0,0123050
Estimativas Médias		C ₁₅	0,0140879	0,0073055	0,0117562

Pelo exposto na análise conjunta, nota-se que a tendência à diminuição da variância genética entre progênes, naquelas submetidas a onze ciclos de seleção, aconteceu somente nos experimentos C e D, tanto no ano de 1999, quanto no ano 2000. Relacionando-se os resultados encontrados com as análises isoladamente, percebe-se que somente alguns dos experimentos obedeceu à tendência de diminuição da variância genética entre progênes a medida que os ciclos de seleção se processam. Tal tendência pode ser confirmada se levar-se em consideração as variâncias médias para ambas as progênes dos dois diferentes ciclos, onde as progênes de meios irmãos do 4º ciclo de seleção massal apresentaram variância genética muito pouco superior àquela estimada para as progênes do ciclo 15.

São apresentados no Quadro 31 os resultados referentes aos coeficientes de variação genética, para a característica altura de inserção de espigas, para ambas as populações.

Quadro 31. Coeficientes de variação genética para a característica altura de inserção de espigas, nas progênes dos ciclo 4 e ciclo 15, nos dois anos de realização do experimento para a cultivar AL 25, 1999/ 2000

Coeficiente de Variação Genética (%)	Progênes Ciclo 4	Progênes Ciclo 15
Experimento A (Ano 1999 com 2000)	7,22	9,82
Experimento B (Ano 1999 com 2000)	8,83	11,02
Experimento C (Ano 1999 com 2000)	10,95	8,32
Experimento D (Ano 1999 com 2000)	10,69	6,27
Coeficiente Médio	9,43	8,86

Pelo exposto, confirma-se que nos experimentos A e B ocorreu aumento nos valores referentes aos coeficientes de variação genética, quando confrontam-se as

progênies dos ciclos 4 e 15. O contrário é fato no caso dos experimentos C e D, onde houve diminuição da variância genética entre progênies, e conseqüentemente, redução do parâmetro exposto no quadro anterior. Mesmo assim, se as conclusões fossem tomadas, observando-se os coeficientes médios de variação genética, confirmaria-se tal tendência de diminuição da variância genética entre progênies, conforme são realizados os procedimentos de seleção massal. O coeficiente de variação genética estimada no ciclo 4 foi 6,04% superior àquele resultante das progênies submetidas a onze ciclos de seleção massal, confirmando-se a tendência explicada anteriormente, contudo, os efeitos causados pela seleção massal, mostraram-se novamente, de baixa magnitude, para uma característica pouco influenciada pelo ambiente, e por conseqüência, de alta herdabilidade.

Concluindo-se as determinações dos coeficientes de variação experimental e coeficiente de variação genética entre progênies, estimou-se o quociente b , para as progênies de meios irmãos do 4º ciclo de seleção massal, o qual indica a situação da população utilizada para ao procedimento de seleção. De acordo com os resultados obtidos, para a característica altura de inserção de espigas, alcançou-se um quociente $b = 1,05$, ou seja, situação favorável para a seleção, no caso da referida característica. Verifica-se que tal quociente localizou-se acima do limite exigido para considerar-se sucesso com tal procedimento (b maior ou igual a 1), de acordo com Vencovsky (1987). Vale ressaltar que a característica altura de inserção de espigas, é considerada como sendo de alta herdabilidade e portanto, pouco influenciada pelo ambiente. Dessa forma, existe uma certa facilidade em obter-se sucesso com tal característica utilizando-se o procedimento da seleção massal.

4.3. Discussão geral

Conforme observado pelos resultados apresentados anteriormente, os onze ciclos de seleção massal aos quais a cultivar AL 25 foi submetida, trouxeram como consequência alterações nos componentes da média e da variância para a característica produção de grãos e altura de inserção de espigas, mesmo que de baixa magnitude.

Drummond (1959) já havia relatado a alteração de caracteres de planta e de espiga, pelo uso de tal método de seleção, mas, o autor citou também que a seleção massal seria ineficiente para aumentar de forma considerável, a produtividade, sendo essa ineficiência devida à baixa herdabilidade apresentada pelo caráter.

Com considerações semelhantes, Richey (1922) concluiu que a seleção massal aplicada à produção, garante a manutenção e não o aumento da produtividade. Os resultados obtidos no presente trabalho concordam diretamente com a afirmação do autor, uma vez que após os procedimentos de seleção terem sido efetuados, as análises estatísticas revelaram que houve um aumento, em média, de apenas 3,2% para produção de grãos, a partir do 4º até o 15º ciclo de seleção massal realizados.

Entretanto, a maioria dos trabalhos publicados sobre o uso da seleção massal em programas de melhoramento genético do milho apresenta resultados positivos, com ganhos em várias características. Segundo Garcia (2000), a existência de um número pequeno de trabalhos mostrando o insucesso da seleção massal deve estar associada à falta de motivação ou de interesse dos pesquisadores em publicar esses resultados e pode induzir à

idéia de que a seleção massal é bastante eficiente como método de melhoramento de populações de milho.

Em se tratando de outro parâmetro analisado, a variância genética entre progênies, espera-se que quando a seleção é praticada, teoricamente haja redução na variabilidade genética, o que segundo Silva & Lonquist (1968) é função de vários fatores, como frequência gênica da população, grau de dominância, intensidade de seleção e número de progênies selecionadas para a síntese da nova população, sendo a literatura ampla no que se refere a estimativa de parâmetros genéticos resultantes de procedimentos de seleção.

Pelos resultados obtidos observou-se que houve confirmação da tendência à diminuição da variabilidade genética, mas tal diminuição apresentou-se com valores de baixíssima magnitude, contradizendo o esperado por ocasião do início da realização deste trabalho, uma vez que foram realizados onze ciclos de seleção massal, sendo este um número expressivo.

Outros trabalhos reportam os efeitos da seleção massal na variabilidade genética populacional do caráter produção de grãos, embora com número limitado de ciclos de seleção praticados. Moll & Stuber (1974), relacionaram alguns desses trabalhos, onde em todos eles não ocorreu uma queda significativa na variabilidade genética, concordando diretamente com os dados colhidos em alguns experimentos deste trabalho. Uma possível explicação para tais resultados, concentra-se no fato de que devido ao grande número de “loci” envolvidos no caráter produção de grãos, as variâncias genéticas não diminuiram significativamente com os ciclos de seleção. Para confirmar-se tal explicação, citam-se os trabalhos de Miranda et al. (1977a), Miranda Filho (1979), Frey (1983), Hallauer (1981), Hallauer & Miranda Filho (1981b), Sprague & Ebehart (1977).

Vale ressaltar que para a característica produção de grãos, foram estimados valores considerados medianos a elevados para o coeficiente de variação experimental (Gomes, 1977) em todos os experimentos, e no que se refere ao parâmetro genético variância do erro ambiental, alguns valores também elevados foram encontrados, o que em parte poderia influenciar nos resultados contraditórios obtidos. Em contra partida, acrescenta-se o fato de que a produtividade de grãos constitui-se numa característica altamente influenciada pelo ambiente e valores semelhantes aos componentes citados anteriormente, são comumente encontrados por vários autores.

Na realização do presente trabalho optou-se também pelo cálculo da estimativa de outros parâmetros genéticos que raramente são abordados em pesquisas relacionadas à seleção massal, conforme observado durante a confecção da revisão de literatura contendo citações sobre tais procedimentos. Trata-se do cálculo do coeficiente de variação genética (CVg), coeficiente de variação fenotípica dentro de progênies (CVd) e quociente b, sendo o último razão direta entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental.

A utilização do coeficiente de variação genética justifica-se pelo fato de que, além de contemplar a variância genética entre progênies, proveniente de uma análise conjunta, em que são isolados vários fatores de variação, o mesmo utiliza-se da média geral obtida para a característica analisada, oferecendo resultados mais expressivos, já que em alguns casos, podem ocorrer experimentos, dentro de um grupo, com resultados contraditórios, os quais poderiam mascarar as tendências gerais, se fossem considerados isoladamente.

Os resultados alcançados pela estimativa deste parâmetro levaram à conclusões que concordam diretamente com o fato de que os onze ciclos de seleção massal

praticamente não promoveram alterações significativas no componente de variância genética, encontrando-se apenas, ligeira redução.

Outro aspecto interessante a ser ressaltado refere-se à utilização do coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de progênies, o qual apontou neste caso, a situação das progênies de meios irmãos frente aos híbridos simples utilizados como testemunha. A literatura consultada praticamente não ofereceu citações nesse sentido, e os resultados obtidos mostraram que ambas as populações utilizadas apresentaram valores superiores aos dos híbridos simples, conforme esperado. Tal parâmetro genético constitui-se num indicador da variância fenotípica presente nas populações, uma vez que contempla em sua estimativa, a média geral da característica avaliada no experimento.

Concluindo-se a abordagem relacionada aos parâmetros genéticos, optou-se também por estimar o coeficiente b , buscando-se confirmar a situação desfavorável das progênies do 4º ciclo de seleção massal, considerada população original no presente trabalho. Um quociente $b = 0,024$ trás como consequência total insucesso num programa de melhoramento com essas características, para a produção de grãos.

Atualmente sabe-se que o método é eficiente para caracteres de alta herdabilidade, como por exemplo, a altura de inserção de espigas, segunda característica avaliada no presente trabalho. Neste caso houve como esperado, diminuição da variância fenotípica média em progênies resultantes do 15º ciclo de seleção, entretanto, de baixíssima magnitude.

O contrário foi observado para a média de alturas de inserção de espigas, com as progênies do 4º ciclo de seleção massal apresentando alturas ligeiramente inferiores. Esperavam-se, contudo, efeitos mais significativos da seleção massal nos

componentes da média e da variância na altura de inserção de espigas, uma vez que é um caráter de alta herdabilidade, além de terem sido registrados baixos coeficientes de variação experimental na execução dos experimentos, conforme Gomes (1977).

Analisando-se conjuntamente os comportamentos obtidos para as características produção de grãos e altura de inserção de espigas, nota-se que houve pequeno acréscimo em ambas, o que poderia ser explicado pela correlação positiva entre tais caracteres. Resultados semelhantes foram obtidos por Môro (1977), Mareeck & Gardner (1979), Kincer & Josephson (1976), Rodriguez et al. (1976), Segóvia (1983) e Iriarte & Márquez (1984), mas com aumentos expressivos. Já Poloni (1980) forneceu resultados que confirmam claramente os dados do presente trabalho, onde o autor não constatou ganhos significativos tanto em produção de grãos, quanto em altura de inserção de espigas, utilizando-se a seleção massal.

Os coeficientes de variação genética obtidos para esta última característica, confirmam de maneira integral, os resultados relativos à pequena diminuição da variância genética conforme processaram-se os ciclos de seleção. Quanto à comparação com as testemunhas, os híbridos simples apontaram variância fenotípica de menor valor se comparada às progênies de meios irmãos, conforme ocorreu para a característica produção de grãos por parcela.

Mediante os resultados apontados para o quociente b (1,05) seria de se esperar resultados mais expressivos nas alterações dos componentes da média e da variância para a característica altura de inserção de espigas. Segundo Vencovsky (1987), valores maiores ou iguais a 1 são sinônimos de que a população em questão é promissora para programas de melhoramento genético através da seleção massal, mas verificou-se que após

onze ciclos de seleção massal, a população melhorada comportou-se semelhantemente às progênies do 4º ciclo de seleção massal.

Tais resultados contraditórios podem ser explicados pelo fato da característica altura de inserção de espigas ter sido selecionada em caráter secundário, já que o objetivo principal era selecionar-se plantas mais produtivas. Caso a seleção tivesse aplicada diretamente à diminuição de altura de inserção de espigas, os resultados poderiam ter sido mais expressivos, conforme apontou o quociente b.

Vale ressaltar que estes últimos parâmetros genéticos estimados confirmam as tendências observadas nas análises individuais e conjuntas, além do presente trabalho objetivar incluir análises que não são comumente efetuadas em pesquisas envolvendo a seleção massal.

Mediante a análise dos trabalhos constantes da literatura quanto ao sucesso da seleção massal, percebe-se que existem resultados os mais contraditórios possíveis. Por exemplo, foram aqui citados relatos que confirmam o insucesso de tal método através de ganhos pouco expressivos ou até mesmo inexistentes, como Poloni (1980), El Satter (1997) e Garcia (2000), dentre outros. Por outro lado, existem relatos de autores que caracterizam a seleção massal como eficiente, ilustrando-se tal afirmação com um trabalho conduzido por Jobet & Barriga (1988b), onde os autores concluíram que esse procedimento constitui-se no método mais fácil e rápido para melhorar a produtividade de grãos na cultura do milho numa dada população.

A possível explicação para essa oscilação encontrada para os vários trabalhos de pesquisa, concentra-se nas diferenças genéticas em termos de variabilidade, presentes em cada uma dessas populações. Assim, percebe-se que ainda que a seleção massal

seja considerada um método pouco eficiente para caracteres de baixa herdabilidade, como por exemplo, a produção de grãos, aumentos na média e diminuição na variância genética poderiam ser obtidos, caso a população original apresentasse variabilidade genética em alta magnitude.

Para explicar a ausência de alterações significativas nos componentes da média e da variância para as características produção de grãos e altura de inserção de espigas, algumas hipóteses podem ser consideradas. A primeira delas constitui-se no fato de que possivelmente a população original (4º ciclo de seleção massal), assim considerada no presente trabalho, da cultivar AL 25, não dispõe de variabilidade genética suficiente para que a seleção massal resulte em ganhos significativos. Apesar de terem sido recombinaados 35 híbridos na obtenção da cultivar, imagina-se que o resultado tenha sido uma população com baixa variabilidade genética. Tal hipótese pode ser reforçada pelo valor do quociente b citado anteriormente.

Outra hipótese a ser considerada seria o fato de que a seleção massal constitui-se num método ineficiente para caracteres de baixa herdabilidade, como produção de grãos. Dessa forma, o método seria indicado para diminuir a altura de inserção de espigas, caso essa característica fosse selecionada em caráter primário. Tal possibilidade também pode ser confirmada pelo valor do quociente b .

Uma alternativa para melhorar a eficiência do método do uso da seleção massal no melhoramento intrapopulacional de milho pode estar relacionada ao controle de ambos os parentais, o que não aconteceu durante tais ciclos de seleção massal terem sido efetuados pelo Núcleo de Produção de Sementes Ataliba Leonel. Confirmando tal hipótese, Drummond (1959), já havia relatado que a ausência de controle sobre o pólen

reforçaria o pouco poder da seleção massal e Empig et al. (1971) e Paterniani (1980) encontraram maior eficiência neste esquema, com tal controle parental.

Vários trabalhos são concordes em propor o método de “seleção espiga por fileira modificada”, ou “seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos”, visando tal aumento na produção de grãos (Webel & Lonquist, 1967; Moll & Robinson 1966). Comparando-se os procedimentos, atualmente encontram-se maiores progressos por ciclo de seleção utilizando-se o método em questão, ao invés da seleção massal. Uma alternativa para incrementar a produção de grãos na cultivar AL 25 seria conduzir ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

Como citado anteriormente, uma alternativa para o aumento da eficiência em programas de seleção de cultivares de milho, para características como produção de grãos por parcela e altura de inserção de espigas, já que no presente estudo, a seleção massal refletiu efeitos quase insignificantes, seria utilizar-se a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (Paterniani, 1969; Zinsly, 1969; Iriarte & Márquez, 1984). Concordando com as citações de Garcia (2000), tal método permitiria fundamentar a seleção em dados sobre as características dos genótipos selecionados, bem como obter melhor controle sobre a variação ambiental e seleção simultaneamente em diversos ambientes.

Surge também o fato de que alguns trabalhos conduzem este tipo de experimento aqui relatado em mais de um local, isolando-se dessa forma, a interação genótipo x ambiente. Tal procedimento não foi adotado na condução dos experimentos aqui analisados, em que houve determinação das fontes de variação anos e progênies x anos, já que os experimentos foram conduzidos nos anos de 1999 e 2000. Dessa forma percebe-se que a variância genética obtida nas diferentes análises pode ainda estar superestimada, sem o

isolamento da interação genótipo x ambiente, concordando com os resultados obtidos por Amaral (1999). Caso tal fator de variação fosse considerado, os resultados poderiam ter sido ainda menos significativos.

Finalmente, visando explicar a ineficiência do método da seleção massal no presente trabalho, citam-se as condições em que o material foi selecionado, ou seja, condições adversas, como em solos não corrigidos, com baixa saturação de bases e teores elevados de alumínio trocável, com baixo suprimento de nutrientes, sob acentuado estresse hídrico, em épocas e sob temperaturas desfavoráveis, sob intensa competição com plantas invasoras e sem proteção contra pragas e doenças. Segundo Garcia (2000), a seleção efetuada sob tais condições adversas visava incrementar as características de rusticidade e ampla adaptabilidade das cultivares, características essas que não puderam ser avaliadas no presente trabalho, conduzido em solo corrigido e condições normais de cultivo.

Ainda outro aspecto da seleção massal a ser considerado como possivelmente relacionado ao insucesso foi a seleção feita simultaneamente para várias características, como produtividade, tolerância a acidez do solo, altura de espiga e de planta, resistência a acamamento e quebramento, resistência ou tolerância a doenças e pragas, ao frio, a altas temperaturas, pois algumas dessas características são correlacionadas.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados das avaliações apresentadas neste trabalho, concluiu-se que os onze ciclos de seleção massal não promoveram alterações significativas na média e na variância genética da cultivar de milho AL 25, para as características produção de grãos e altura de inserção de espigas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR MORAN, J.F. *Avaliação do potencial genético de linhagens e respectivos testadores obtidos de duas populações de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1984. 118p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

AMARAL, J.G.C. do. *Estimativas de Parâmetros Genéticos na Cultivar de Milho (Zea mays L.) AL 34 em condição de safrinha*. Botucatu, 1999. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

ALLARD, R.W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.

ANDRADE, J. A. C., MIRANDA FILHO, J.B. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e do pendão do milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.14, p.5-10, 1980.

ARRIEL, E.F., RAMALHO, M.A.P., PACHECO, C.A.P. Expected and realized gains in the CMS-39 maize population after three cycles of half-sib family selection. *Revista Brasileira de Genética*, v.16, n.4, p.1013-18, 1993.

AYALA, O.J., CHURATA, B.G., AVILA, L.G., CESPEDES, P.L.M. Estimates of genetic parameters in the maize composite (*Zea mays* L.) Arquitetura. In: MEMORIAS DE LA REUNION LATINOAMERICANA, 3, REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16, 1995, Cochabamba. *Anais...* Cochabamba, 1995. p.769-79.

BASSOI, M. C. *Avaliação de progênies de meios irmãos de milho (Zea mays L.) em função do tipo de endosperma*. Piracicaba, 1987. 127p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BERNAL, R.V., ORTIZ, R.E.P., MONTIEL, N.G., MACIAS, M.S. Mejoramiento de maices criollos tropicales mediante seleccion recurrente. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v.19, n.1, p.9-20, 1996.

BIANCO, S. *Avaliação do potencial genético de populações de milho (Zea mays L.) braquítico para teor de óleo na semente*. Piracicaba, 1984. 98p. (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BORÉM, A. *Melhoramento de Plantas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 547p.

BRUNSON, A.M., EARLE, F.R., CURTIS, J.J. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. *Agronomy Journal*, v. 40, p.180-85, 1948.

CANTON, T. *Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (Zea mays L.) Suwan DMR*. Piracicaba, 1988. 112p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CARMO, C. M. *Avaliação de progênies de meios irmãos em populações heterogêneas de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1969. 48p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, H.W.L., PACHECO, C.A.P., SANTOS, M.X., GAMA, E.E.G.e., MAGNAVACA, R. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos na população de milho BR 5028 – São Francisco, no nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.11, p.1727-33, 1994.

CARVALHO, H.W.L., PACHECO, C.A.P., SANTOS, M.X., GAMA, E.E.G.e., MAGNAVACA, R. Genetic potential of maize population (*Zea mays* L. “CMS 33”) for breeding in northeastern Brazil. *Ciência e Prática*, v.19, n.1, p.37-42, 1995.

CHAVES, L. J., MIRANDA FILHO, J. B. Plot size for progeny selection in maize (*Zea mays* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, v.84, n.7/8, p.963-70, 1992.

COCKERHAM, C.C. Estimation of genetic variances. In: HANSON, W. D., ROBINSON, H. F. *Statistical genetics and plant breeding*. Washington: NASNRC, 1963. p.982-98.

COCKERHAM, C.C. Covariances of relatives form self-fertilization. *Crop Science*, v.23, p.1177-80, 1983.

COCKERHAM, C.C., WEIR, B. S. Covariances of relatives stemming from a population undergoing mixed self and random mating. *Biometrics*, v.40, p.157-64, 1984.

COMPTON, W.A., BAHADUR, K. Ten cycles of progress from modified ear to row selection in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v.17, p.378-80, 1977.

COMSTOCK, R. E., ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in population of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometric*, v.4, p.254-66, 1948.

COMSTOCK, R. E., ROBINSON, H.F. Estimation of average degree of dominance of genes.

In: GOWEN, J.W. *Heterosis*. Ames: Iowa State Univ. Press, 1952. p. 2496-516.

COMSTOCK, R. E., MOLL, R. H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W. D.,

ROBINSON, H. F. *Statistical genetics and plant breeding*. Washington: NASNRC, 1963. p.526-58.

COORS, J.G., MARDONES, M.C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize.I.

Direct and correlated responses. *Crop Science*, v.29, p.262-66, 1989.

CRISÓSTOMO, J. R., ZINSLY, J.R. Estimação de parâmetros genéticos em duas populações

de milho (*Zea mays* L.). *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.11, p. 33-7, 1977.

CUNHA, M. A. P. *Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays*

L.). *ESALQ-HV-1*. Piracicaba, 1976. 84 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DELGADILLO, G.M., CLAURE-IRIARTE, T., AVILA, L.G., CESPEDES, P.L.M.

Evaluacion of three cycles of combined half-sib family selection in the maize variety Ancho Seleccion Pairumani. In: MEMORIAS DE LA REUNION LATINOAMERICANA, 3, REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16, 1995, Cochabamba. *Anais...* Cochabamba, 1995. p.793-802.

DRUMMOND, G.A. Seleção em massa. In: Reunião Brasileira do milho, 4, 1959, Cruz das Almas. *Anais...* Cruz das Almas: Instituto Agrônômico do Leste, 1959, p.1-5.

DUDLEY, J.W., MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of herdability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science*, v.9, p.257-62, 1969.

EL-HOSARY, A.A., ABDEL-SATTAR, A.A. Components of genetic variance in synthetic variety of maize "Moshtohor 2" with reference to expected gain from selection. *Annals of Agricultural Science*, v.35, n.1, p.171-80, 1997.

EL SATTAR, A.A.A. Estimates of genetic variance in two new populations of maize. *Annals of Agricultural Science-Cairo*, v.42, n.2, p.525-35, 1997.

EMPIG, L.T., GARDNER, C.O., COMPTON, W.A. Theoretical gains for different population improvement procedures. *Miscellaneous Publication, Experiment Station, (Nebraska)*, v.26, supl., p.1-22, 1971.

FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. New York: Ronald Press, 1964. 365p.

FERRÃO, R.G., GAMA, E.E.G. e., FERRÃO, M.A.G.F., SANTOS, J.A.C. Three cycles of selection among and within half-sib families in the maize population EEL₄. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n.9, p.1195-1200, 1995a.

FERRÃO, R.G.; GAMA, E.E.G. e., COSTA, A.de F.S.da., SANTOS, J.A.C., FERRÃO, M.A.G.F. Estimativas de parâmetros genéticos em dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população de milho (*Zea mays* L.) EEL₂. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n.7, p.957-62, 1995b.

FERRÃO, R.G.; GAMA, E.E.G. e., FERRÃO, M.A.G.F. Três ciclos de seleção massal estratificada na população de milho EEL₂. *Revista Ceres*, v.42, n.241, p.325-29, 1995c.

FEHR, W. R. *Principles of cultivar development*. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 536p.

FISHER, R. A. The correlation between relatives in the supposition of Mendelian inheritance. *Transaction Royal Society Edinburgh*, v.52, p.399-433, 1918.

FREIRE, E.C., PATERNIANI, E. Selection among and within half sib families in the maize population ESALQ VD2-SI82 under winter conditions. *Revista Brasileira de Genética*, v.9, n.3, p.459-65, 1986.

FREY, K.J. Plant population management and breeding. In: WOOD, D.R. *Crop Breeding*. Madison: American Society of Agronomy, 1983. p.55-88.

GARCIA, L.L.C. *Avaliação da seleção massal estratificada aplicada na obtenção de quatro cultivares de milho (Zea mays L.)*. Botucatu, 2000. 94p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GARDNER, C.O. Population improvement in maize. In: WALDEN, D.B. *Maize breeding and genetics*. New York: John Wiley & Sons, 1978. p.207-8.

GERALDI, I. O. *Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (Zea mays L.) e perspectivas de melhoramento*. Piracicaba, 1977. 103p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GHINI, R., MIRANDA FILHO, J.B. Herdabilidade da altura da planta e da espiga no segundo ciclo de seleção da população ESALQ-PB 1 de milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.13, p.130-7, 1979.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: ESALQ/ USP, 1977. 384p.

GOODMAN, M.M. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. *Crop Science*, v.5, p.87-90, 1965.

HALLAUER, A. R. Selection and Breeding Methods. In: FREY, K.J. *Plant Breeding II*.
Ames: Iowa State University Press, 1981. p.3-35.

HALLAUER, A. R., MIRANDA FILHO, J. B. Means and variances. In: ____ . *Quantitative
genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 1981a. p. 21-35.

HALLAUER, A. R., MIRANDA FILHO, J. B. Selection: theory. In: ____ . *Quantitative
genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 1981b. p.159-204.

HELMS, T. C., HALLAUER, A. R., SMITH, O. S. Genetic variability estimates in improved
and nonimproved Iowa Stiff Stalk Synthetic maize populations. *Crop Science*, v.29, n.4,
p. 959-62, 1989.

HOLTHAUS, J.F., LAMKEY, K.R. Population means and genetic variances in selected and
unselected Iowa Stiff Stalk Synthetic maize populations. *Crop Science*, v.35, p.1581-89,
1995a.

HOLTHAUS, J.F.; LAMKEY, K.R. Response to selection and changes in genetic parameters for 13 plant and ear traits in two maize recurrent selection programs. *Maydica*, v.40, n.4, p.357-70, 1995b.

HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.37, p.134-45, 1945.

HULL, F.H. Recurrent selection and overdominance. In: GOWEN, J.W. *Heterosis*. Ames: Iowa State University Press, 1952. p.451-73.

IRIARTE, T.C., MÁRQUEZ, S.F. Mejoramiento del maiz en Bolivia por seleccion massal y seleccion combinada de medios hermanos. *Agrociência*, v.58, p.191-203, 1984.

JOBET, F.C., BARRIGA, B.P. Genetic variance of yield and other quantitative characters in a population of maize. I. Estimation of the components of variance and herdability. *Agro Sur*. v.16, n.2, p.73-83, 1988a.

JOBET, F.C.; BARRIGA, B.P. Genetic variance of yield and other quantitative characters in a population of maize. II. Estimation of genetic progress with two selection methods. *Agro Sur.* v.16, n.2, p.84-93, 1988b.

JUGENHEIMER, R.W. *Corn improvement, seed production and uses.* New York: John Wiley & Sons, 1976. 670p.

KINCER, H.C., JOSEPHSON, L.M. Mass selection for prolificacy in corn. *American Soc. Agron. Abstracts*, p.55, 1976.

LERNER, M.I. *The genetic basis of selection.* New York: John Wiley & Sons, 1958. 298p.

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

LIMA, M. , PATERNIANI, E. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos do milho (*Zea mays* L.) ESALQ-VD-2- MI-HSII e suas implicações no melhoramento. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.11, p.84-9, 1977.

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

LINDSEY, M.F., LONNQUIST, J.I.I., GARDNER, C.O. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of cornbelt corn. *Crop Science*, v.2, p.105-8, 1962.

LIU, X.Z., PENG, Z.B. Study on improvement effects on population (Zhong Zong 2) of half sib recurrent selection. *Acta Agronomica Sinica* , v.20, n.6, p.670-6, 1994.

LONNQUIST, J.H. The development and performance of synthetic varieties of corn. *Agronomy Journal*, v.41, p.153-6, 1949.

LONNQUIST, J.H. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Science*, v.4, p.227-8, 1964.

LONNQUIST, J.H., COTA, O.A., GARDNER, C.O. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variances of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v.6, p.330-2, 1966.

LOPEZ, J.L., BIASUTTI, C.A. Adaptative mass selection on an exotic maize population (*Zea mays* L.). Preliminary results. *Agri Scientia*, v.13, p.75-80, 1996.

LOPEZ, J.L., HALLAUER, A.R. Twenty seven cycles of divergent mass selection for ear length in maize. *Crop Science*, v.38, n.4, p.1099-1107, 1998.

LORDELO, J.A.C., MIRANDA FILHO, J.B. Parâmetros genéticos nas populações de milho Piranão-VD-2 e Piranão-VF-1. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.15, p.109-14, 1981.

MAITA, R., COORS, J., AVILA, L.G., CESPEDES, P.L.M. Twenty cycles of biparental mass selection for prolificacy in the maize population Golden Glow. Direct and indirect responses. In: MEMORIAS DE LA REUNION LATINOAMERICANA, 3, REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16, 1995, Cochabamba. *Anais...* Cochabamba, 1995. p.1031-53.

MAMEDE F. B. F. *Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em duas populações de milho (Zea mays L.) opaco*. Piracicaba, 1991. 183p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MAREECK, J.H., GARDNER, C.O. Responses to mass selection in maize and stability of resultant populations. *Crop Science*, v.19, p.779-83, 1979.

MARIOTE, D. *Avaliação do potencial genético de duas populações de milho (Zea mays L.) e suas implicações no melhoramento do teor de óleo*. Piracicaba, 1993. 101p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MARQUEZ-SANCHEZ, F., HALLAUER, A.R. Influence of sample size on the estimation of genetic variances in a synthetic variety of maize. I. Grain yield. *Crop Science*, v.10, n.4, p.357-61, 1970.

MIRANDA, P., RUSCHEL, R., PATERNIANI, E. Avaliação de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) centralmex, para produção de grãos e óleo. *Boletim Técnico, Instituto de Pesquisas Agronômicas*, v.76, p.1-37, 1976.

MIRANDA, L.T. , MIRANDA, L. C. E., POMMER, C.V., SAWAZAKI, E. Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho IAC-1. *Bragantia*, v.36, p.187-96, 1977a.

MIRANDA, L.T. , MIRANDA, L C. E., POMMER, C.V., SAWAZAKI, E. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho IAC-1 Opaco-2. *Bragantia*, v.36, p.197-205, 1977b.

MIRANDA FILHO, J. B. Avaliação de famílias de meios irmãos na população ESALQ-PB 1. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.11, p. 90-4, 1977.

MIRANDA FILHO, J. B. Herdabilidade da altura da planta e da espiga na população ESALQ-PB 1 de milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.12, p.116-21, 1978.

MIRANDA FILHO, J. B. Avaliação de famílias de meios irmãos do segundo ciclo de seleção da população ESALQ-PB 1 de milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.13, p.149-58, 1979.

MIRANDA FILHO, J. B., VENCOVSKY, R., PATERNIANI, E. Variância genética aditiva da produção de grãos em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.6, p.67-73, 1972.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOVSKY, R.; PATERNIANI, E. Variância genética aditiva da altura da planta e da espiga em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.8, p.104-8, 1974.

MOLL, R.H., ROBINSON, H.F. Observed and expected response in four selection experiments in maize. *Crop Science*, v.6, p.319-24, 1966.

MOLL, R.H., ROBINSON, H.F. Quantitative genetic investigations of yield of maize. *Der Züchter*, v.37, p.192-99, 1967.

MOLL, R.H., STUBER, C.W. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v.11, p.706-11, 1971.

MOLL, R.H., STUBER, C.W. Quantitative genetics - Empirical results relevant to plant breeding. *Advances in Agronomy*, v.26, p.277-313, 1974.

MÔRO, J.R. *Comparação entre seleção massal estratificada e seleção massal com testemunha em um composto de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1977. 54p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MÔRO, J.R. *Efeito da alta intensidade de seleção no melhoramento do milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1982. 59p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MULAMBA, N.N., HALLAUER, A.R., SMITH, O.S. Recurrent selection for grain yield in a maize population. *Crop Science*, v.23, p.536-40, 1983.

NAGI, K.S., KHEHRA, A.S. Effect of selection on the components of genetic variability for grain yield and its components under two plant densities in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Genetics*, v.56, n.2, p.129-36, 1996.

NGANDU, N.M. Evaluation of mass selection for grain yield and estimation of genetic variability in three selected maize (*Zea mays* L.) populations. *Dissertation Abstracts International*, v.42, n.4, p.1263-4, 1981.

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

PACHECO, C.A.P., RAMALHO, M.A.P., MAGNAVACA, R. Genotypes and environment interaction in maize half-sib progenies evaluation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.4, p.433-9, 1998.

PAL, S.S., KHEHRA, A.S., DHILLON, B.S. Genetic analysis of and advance in a maize population. *Maydica*, v.31, p.153-62, 1986.

PATERNIANI, E. *Cultura e adubação do milho*. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 541p. 1966.

PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v.7, n.3, p.212-6, 1967.

PATERNIANI, E. *Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no melhoramento do milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1968. 92p. Tese (Livre Docência em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PATERNIANI, E. Melhoramento genético de populações de milho. In: KERR, W.E. *Melhoramento e Genética*. São Paulo: EDUSP, 1969. p.39-59.

PATERNIANI, E. Avaliação de cultivares de milho braquítico. *Relatório Científico do Departamento de Genética*, v.14, p.61-8, 1980.

PATERNIANI, E. Maize breeding in the tropics. *Critical Review in Plant Sciences*, v.9, p.122-54, 1990.

PÉREZ, F.R. ARÉVALO, C.G. SPEZZI, S. GARGIULO, C.A. Selección entre y dentro de progenies de médios hermanos en la variedad de maiz Tea 64. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, v.61, p. 27-39, 1984.

POLONI, D.J. Avaliação de duas modalidades de seleção massal em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1980. 58p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

POMMER, C.V., MIRANDA, L.T. de., MIRANDA, L.E.C. de., SAWAZAKI, E. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho IAC-1 opaco 2. *Bragantia*, v.36, p.197-205, 1977.

QUEIROZ, M. A. *Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho (Zea mays L.) e suas implicações com o melhoramento.* Piracicaba, 1969. 71p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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

RAMALHO, M. A. P., FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. Componentes da Variância. In: ____ . *Experimentação em Genética e Melhoramento de Plantas.* Lavras: UFLA, 2000, p.69-85.

RICHEY, F.D. The experimental basis for the present status of corn breeding. *Journal of American Society of Agronomy*, v.14, p.1-17, 1922.

RISSI, R., PATERNIANI, E. Estimates of genetic parameters in two sub-populations of variety of maize (*Zea mays* L.) Piranão. *Revista Brasileira de Genética*, v.4, n.4, p. 579-92, 1981.

ROBINSON, H.F., COMSTOCK, R.E., HARVEY, P.H. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. *Genetics*, v.49, p.45-59, 1955.

RODRIGUEZ, P.C.G., ARBOLEDA, R.F., VARGAS, S.J.E. Efecto de la seleccion masal estratificada ambiental por prolificidad y rendimiento en el comportamiento de algunos caracteres de una población de maíz (*Zea mays* L.). *Informativo del maíz*, v.16, p.14, 1976.

SAMPAIO, N. F. *Propriedades genéticas e potencial para o melhoramento dos compostos de milho (Zea mays L.) ESALQ-PB e ESALQ-PB 5*. Piracicaba, 1986. 105p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SANTOS, M.X., NASPOLINI-FILHO, V. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Dentado Composto Nordeste. *Revista Brasileira de Genética*, v.9, n.2, p. 307-19, 1986a.

SANTOS, M.X., NASPOLINI-FILHO, V. Estimativas de parâmetros genéticos para peso de espigas na população de milho Flint Composto Nordeste. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, n.7, p.739-46, 1986b.

SAWAZAKI, E. *Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para produção de grãos de milho IAC Maya*. Piracicaba, 1979. 99p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SEGÓVIA, V.F.S. Avaliação da seleção massal em ambos os sexos para prolificidade em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1983. 91p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVA, J. *Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Cateto Colômbia Composto*. Piracicaba, 1969. 74p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SILVA, J.C., HALLAUER, A.R. Estimation of epistatic variance in Iowa Sttilk Synthetic maize. *Journal of Heredity*, v.66, p.290-96, 1975.

SILVA, W.J. da., LONNQUIST, J.H. Genetic variances in populations developed from Full-sib and S_1 topcrosses progeny selection in a open-pollinated variety of maize. *Crop Science*, v.8, p.201-4, 1968.

SMITH, L.H., BRUNSON, A.M. An experiment in selection corn for yield by the method of ear-row breeding plot. In: JUGENHEIMER, R.W. *Corn improvement, seed production and uses*. New York: John Wiley & Sons, 1976. p.635-70.

SOARES FILHO, W. S. *Características fenotípicas e genéticas das populações de milho braquítico Piranão-VD-2B e Piranão-VF-1B*. Piracicaba, 1987. 185p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Introdução. In: ____ . *Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal*. Piracicaba: FEALQ, 1989. p. 1-3.

SOUZA JÚNIOR, C. L., MIRANDA FILHO, J. B. Genetic variability in two maize (*Zea mays* L.) populations and its relationship with intra-and interpopulation recurrent selection. *Revista Brasileira de Genética*, v.12, n.2, p.271-85, 1989.

SOUZA JÚNIOR, C. L., GERALDI, I. O., ZINSLY, J. R. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de alguns caracteres na população de milho (*Zea mays* L.) Suwan. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.14, p.139-45, 1980a.

SOUZA JÚNIOR, C. L., GERALDI, I. O., ZINSLY, J. R. Correlações genéticas e fenotípicas entre seis caracteres da população de milho (*Zea mays* L.) Suwan. *Relatório Científico do Departamento de Genética da ESALQ*, v.14, p.146-52, 1980b.

- SOUZA JÚNIOR, C.L., SANTOS, M.X. dos., MAGNAVACA, R., GAMA, E.E.G. E. Estimativas de parâmetros genéticos na interpopulação de milho BR-105 x BR-106 e suas implicações no melhoramento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.4, p.473-9, 1993.
- SPANER, D., BRATHWAITE, R.A.I., MATHER, D.E. Mass selection for ear size to improve green maize yield in a West Indian landrace. *Plant varieties and seeds*, v.10, n.2, p.121-8, 1997.
- SPRAGUE, G.F. Na estimation of the number of top-crossed plants required for adequate representation of a corn variety. *Agron. J. Madison*, v. 31, n. 11-16, 1939.
- SPRAGUE, G.F. TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of American Society of Agronomy*, v.34, p.923-32, 1942.
- SPRAGUE, G.F. EBERHART, S.A. Corn breeding. In: SPRAGUE, G.F. *Corn and corn improvement*. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p.305-62.

STOJSIN, D., KANNENBERG, L.W. Genetic changes associated with different methods of recurrent selection in five maize populations: I. Directly selected traits. *Crop Science*, v.34, n.6, p.1466-72, 1994.

SUAREZ LEZCANO, R. *Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.) Composto Flint Branco*. Piracicaba, 1976. 52p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SUBANDI, R., COMPTON, W.A. Genetic studies in a exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 44, p.153-59, 1974.

TORRES SEGOVIA, R. *Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.) Centralmex*. Piracicaba, 1976. 98p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

TOSELLO, G. A., SOUZA JÚNIOR, C. L., GERALDI, I. O. Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres da planta e da qualidade do grão em uma população de milho opaco (*Zea mays* L.). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo*, v.44, n.1, p.627-42, 1987.

VANEGAS, A.H., VICTORIA, R.M.T., VARGAS, S.J.E., ARBOLEDA, R.F. Estimation of additive variance and prediction of genetic advance in 17 maize populations, using maternal half sib families. *Acta Agronomica*, v.34, n.2, p.5-19, 1984.

VELASQUEZ, E.L.; CLAURE, T.; AVILA, L.G.; CESPEDES, P.L.M. Response to combined selection of half sibs in the maize variety IBO128. In: MEMORIAS DE LA REUNION LATINOAMERICANA, 3, REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16, 1995, Cochabamba. *Anais...* Cochabamba, 1995. p.957-968.

VENCOVSKY, R. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção em milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética*, v.2, p.88-90, 1968.

VENCOVSKY, R. Genética Quantitativa. In: KERR, W.E. *Melhoramento e Genética*. São Paulo: Universal, 1969. p.17-37.

VENCOVSKY, R. Genética Quantitativa. In: PATERNIANI, E. *Melhoramento e Produção do Milho no Brasil*. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.122-95.

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E., VIÉGAS, G.P. *Melhoramento e Produção do Milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.135-214.

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

WEBEL, O.D., LONNQUIST, J.H. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v.7, p.651-55, 1967.

WEYHRICH, R.A., LAMKEY, K.R., HALLAUER, A.R. Responses to the seven methods of recurrent selection in the BS11 maize population. *Crop Science*, v.38, n.2, p.308-21, 1998.

WINKLER, E. I. G. *Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.) Composto Dentado Branco*. Piracicaba, 1977. 54p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

WOODWORTH, C.M., LENG, E.R., JUGENHEIMER, R.W. Fifty generations of selection for protein and oil corn. *Agronomy Journal*, v.44, p.60-5, 1952.

ZANGH, S., SHI, D., XU, J., KANG, J., WANG, L., YANG, Y. Effects of mass selection on the adaptative improvement of exotic quality protein maize populations. II. Correlated responses. *Acta Agronomica Sinica*, v.21, n.5, p.513-19, 1995.

ZIMBACK, L. *Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em uma variedade de milho dentado braquítico opaco (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1985. 169p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ZINSLY, J. R. *Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1969. 52p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.