

CLESO ANTÔNIO PATTO PACHECO

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DA POPULAÇÃO DE MILHO CMS-39 EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTE - 2.^o CICLO DE SELEÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do grau de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1987

Ao CNPMS
carinhosamente
ofereço.

2548
Avaliação de progenies de
1987 TS - T.07/87



3043 - 1

CLESO ANTÔNIO PATTO PACHECO

Cleso Pacheco
em 25/08/87.

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DA POPU-
LAÇÃO DE MILHO CMS-39 EM DIFERENTES CONDIÇÕES
DE AMBIENTE - 2.º CICLO DE SELEÇÃO

T
06/88
09/88

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do grau de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

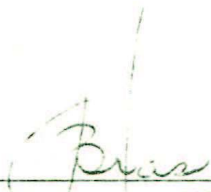
1987

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DA POPULAÇÃO DE
MILHO CMS-39 EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
AMBIENTE - 2º CICLO DE SELEÇÃO

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:



MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO



p. RICARDO MAGNAVACA



JOÃO BOSCO DOS SANTOS

À minha mulher, Ângela Márcia

À meus filhos, Flava e Lucas

Aos meus pais, Consuêlo e Edson

OFEREÇO

Um dia, numa época remota,
o milho cativou o homem e
o homem cultivou o milho,
de tal maneira que nos dias de hoje
e nos que estão por vir,
um viver sem o outro
é no mínimo complicado.

Ao Milho,

e a todos que dele vivem,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, à Escola Superior de Agricultura de Lavras, ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais e a Fundação de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão, a chance de participar e o apoio dispensado em nosso treinamento;

Ao Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho, pelos ensinamentos dentro e fora de sala, pela orientação segura, pela confiança em nós depositada e sobretudo pela amizade e coleguismo;

Ao Dr. Ricardo Magnavaca, pelos ensinamentos práticos, pela ajuda e sugestões e pela atenção que nos dispensou em nossas idas ao CNPMS;

Ao Dr. João Bosco dos Santos, pela participação, sugestões, interesse e disponibilidade;

Ao Dr. Antonio Carlos de Oliveira e Dr. Augusto Ramalho de Moraes pela enorme ajuda nas análises estatísticas;

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, pelo apoio financeiro na impressão da tese.

Ao Davi e demais funcionários da equipe de apoio do programa de melhoramento de milho do CNPMS, ao Amauri (Meinha) e demais funcionários de campo da EPAMIG e também aos funcionários de campo da ESAL, Moacyr, Mário, João e Aguinaldo pela inestimável ajuda na implantação, condução e coleta dos dados dos experimentos;

Ao Hamilton, Olavo e Maurílio do setor de processamento de dados do CNPMS pelos serviços de computador;

À Bibliotecaria da ESAL Maria Helena e as auxiliares Hélia e Regina pela atenciosa revisão das citações bibliográficas e ajuda nos trabalhos de biblioteca;

Às funcionárias do Departamento de Biologia Rosane, Débora e Zélia;

Aos colegas de curso Alan, Antônio Marcos e Mauro, José Eduardo, João Marcos, Iara, Patrícia e Ângela pelo convívio, estímulo e amizade;

Aos professores José Eduardo Brasil Pereira Pinto, Paulo César Lima, Marco Antônio Andrade, Péricles Pereira, Alfredo Scheid Lopes, José Geraldo de Andrade, Janice Guedes de Carvalho, César Augusto Brasil Pereira Pinto, Ruben Delly Veiga e Joel Augusto Muniz, pelos ensinamentos recebidos;

À Maria Imaculada Patto Sanábio Fernandes, colega e amiga de todos os cursos e todas as horas, sem ela nossa permanência na ESAL teria sido no mínimo mais difícil;

Ao Paulo Antônio de Aguiar, pela amizade e coleguismo, cujas informações em muito facilitaram a condução dos experimentos;

À dona Belisa Paiva pela confiança e solidariedade que gentilmente nos emprestou uma cópia do livro de genética do seu pai;

À Darci e à Selma pelo cuidado e capricho na primeira e segunda datilografia deste trabalho, respectivamente;

À Dona Zélia e Dona Sônia pela limpeza das salas de aula e pelo cafezinho de cada dia;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, possibilitaram a concretização deste trabalho;

Finalmente, à Deus, por tudo e tanto e por ter tantos à agradecer.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. Melhoramento do milho no Brasil	4
2.2. Resultados obtidos com o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos	15
2.3. Interação genótipos por ambientes	19
2.4. Correlação entre caracteres e resposta correla- cionada	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Material	30
3.1.1. População utilizada	30
3.1.2. Obtenção das sementes para o 2º ciclo de seleção	32
3.2. Métodos	33
3.2.1. Locais	33
3.2.2. Avaliação das progênies de meios irmãos..	33
3.2.3. Coleta dos dados dos experimentos	36

3.2.4. Análises estatísticas dos dados	37
3.2.5. Estimativas dos parâmetros genéticos e fe- notípicos	42
3.2.6. Decomposição da interação genótipos x am- bientes	46
3.2.7. Respostas correlacionadas na seleção e cor- relações	47
3.2.8. Seleção entre famílias de meios irmãos ..	52
4. RESULTADOS	54
4.1. Avaliação das progênes	54
4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípi- cos	62
5. DISCUSSÃO	79
6. CONCLUSÕES	94
7. RESUMO	96
8. SUMMARY	98
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Alguns resultados obtidos no Brasil com a seleção entre progênies de meios irmãos	19
2	Estimativas da variância aditiva (σ_A^2), da variância da interação genótipos x ambientes (σ_{GE}^2) e suas relações (g/planta) ²	23
3	Correlações genéticas entre alguns caracteres de milho, obtidas pela média dos valores encontrados na literatura	27
4	Correlações genéticas entre altura da planta e altura da espiga com a produção de grãos de algumas populações	28
5	Relação dos códigos, nome das firmas produtoras de sementes, tipo de cultivar, cor e tipo de grãos dos 55 materiais utilizados na composição do Composto Nacional ou CMS-39	31

TABELA

Página

6	Características físico-químicas dos solos onde foram conduzidos os experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39, em Ijaci e Sete Lagoas, 1985/86	34
7	Esquema da análise de variância combinada para cada localidade com as respectivas esperanças dos quadrados médios ao nível de indivíduo (g/planta e cm/planta)	38
8	Esquema das análises de variância agrupadas para as duas localidades com as respectivas esperanças dos quadrados médios ao nível de indivíduo (g/planta e cm/planta)	41
9	Estimativas dos componentes da variância para cada local e para o agrupamento dos dois locais considerando-se as E(QM) apresentadas nas Tabelas 7 e 8	43
10	Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para cada local e para o agrupamento dos dois locais considerando-se as E(QM) apresentadas nas Tabelas 7 e 8	44
11	Resumo do esquema das análises de covariância entre os caracteres (X e Y), (X e Z) e (Y e Z), ba	

TABELA

Página

	seadas nas análises de variância combinadas por local e agrupadas para os dois locais, do peso da espiga (X), altura da planta (Y), altura da espiga (Z) e das somas (X + Y), (X + Z) e (Y + Z)	50
12	Resumo das análises de variância dos experimentos A, B, C e D para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta), Ijaci (MG), 1985/86	56
13	Resumo das análises de variância dos experimentos A, B, C e D para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Sete Lagoas (MG) 1985/86	57
14	Resumo das análises de variância combinadas para os experimentos A, B, C e D em cada local, para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86 .	59
15	Resumo das análises de variância agrupadas dos dois locais para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	63

16	Estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, obtidas das análises de variância combinadas por local e agrupadas dos dois locais, para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). <u>I</u> Jaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	65
17	Estimativa da interação progênies x locais e seu desdobramento em interação simples e complexa. <u>I</u> Jaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	69
18	Número do tratamento e rendimento médio das quarenta progênies selecionadas pela média de produção dos dois locais, e o número e o nome dos locais que lhes foram comuns quando da seleção dentro de cada local isoladamente. I Jaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	70
19	Correlações genéticas aditivas (r_A), fenotípicas (r_F) e ambientais (r_E) entre as características Peso das Espigas (P.E.), Altura da Planta (A.P.) e Altura da Espiga (A.E.), por local e na média dos dois locais. I Jaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	72

20	Estimativas dos coeficientes de correlação genética aditiva totais e parciais de 1ª ordem, considerados os caracteres Peso das Espigas (P.E.), Altura da Planta (A.P.) e Altura da Espiga (A.E.). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	74
21	Comparação entre os ganhos esperados na seleção (G.S.) para peso das espigas, feita em cada local e na média dos locais e a resposta correlacionada ($RC_{1,2}$) no local 1 quando a seleção é efetuada no local 2 e vice-versa. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	76
22	Respostas correlacionadas na altura da planta (cm/planta) e na altura da espiga (cm/planta) quando a seleção foi feita para peso das espigas (g/planta) em cada local e na média dos locais. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Precipitação pluviométrica acumulada e médias das temperaturas médias por decêndio ocorridas no período de novembro de 1985 a maio de 1986 para Ijaci e Sete Lagoas (MG)	35
2	Distribuição de frequências do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º ciclo de seleção. Ijaci (MG) 1985/86	60
3	Distribuição de frequências do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º ciclo de seleção. Sete Lagoas (MG), 1985/86	61
4	Distribuição de frequências das médias dos dois locais do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênies	

FIGURA

Página

de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º
ciclo de seleção. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/

86

64

1. INTRODUÇÃO

Analisando a história da agricultura, nota-se que o milho é uma das culturas que mais recompensou a todas as nações que acreditaram e investiram na pesquisa visando o seu melhoramento genético e do ambiente. Com a certeza de que no Brasil não seria diferente, várias empresas públicas e privadas entre elas nacionais e multinacionais começaram a se estabelecer aqui para produzir sementes melhoradas deste cereal.

Aos poucos estas empresas começaram a colher os frutos de seu trabalho, lançando no mercado sementes melhoradas de vários tipos como variedades de polinização aberta, híbridos intervarietais, híbridos simples, triplos e duplos. Na época presente, embora existam sementes dos outros tipos, o híbrido duplo representa a maior faixa do mercado, e a cada ano surgem novas cultivares num processo contínuo e dinâmico onde o bom é superado pelo melhor.

Com a finalidade de avaliar o comportamento dessa diversidade de materiais que está continuamente sendo lançada em todo País, foram criados os Ensaio Nacionais de Cultivares de Milho que atualmente vem sendo coordenados pelo Centro Nacional

de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS). Baseado nos resultados desses ensaios do ano de 1978, foram escolhidos 55 materiais tidos como promissores, que após quatro ciclos de recombinação, deram origem a uma população de ampla base genética que foi denominada de Composto Nacional ou CMS-39.

Esta população por representar o "pool" gênico dos materiais mais adaptados às condições ambientais brasileiras, foi escolhida para ser submetida a um programa de melhoramento intra populacional. O primeiro ciclo da seleção entre progênies de meios irmãos foi conduzido durante o ano agrícola de 1984/85, sendo avaliadas 400 progênies em 3 localidades, por AGUIAR (2).

Neste trabalho, foram estimados os componentes da variância genética e fenotípica, onde se constatou que ocorreu uma forte interação genótipos x ambientes que se não for isolada poderá contribuir para diminuir a eficiência do processo seletivo como também para superestimar a estimativa da variância genética entre progênies e as demais estimativas dela derivadas. Considerando que a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos é o método de seleção intrapopulacional mais empregado no Brasil e que normalmente a avaliação das progênies é conduzida em apenas um local, é necessário confirmar os resultados obtidos por AGUIAR (2) visando fornecer informações mais conclusivas de modo a direcionar os futuros trabalhos utilizando este processo seletivo.

Além disto é importante continuar o melhoramento desta população dado o seu potencial demonstrado no ciclo anterior e, também para verificar as possíveis trocas ocorridas nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos da população após o primeiro ciclo de seleção.

Como a criação da população CMS-39 envolveu materiais com ampla variação em termos de altura da planta e da espiga, seria oportuno verificar como a seleção realizada para a produção de grãos possa estar afetando estas duas características que evidentemente são de fundamental importância na aceitação de qualquer cultivar.

Deste modo, deu-se continuidade ao trabalho de AGUIAR (2), realizando-se um novo ciclo de seleção na população CMS-39, com os seguintes objetivos:

1. Avançar um ciclo de seleção;
2. Estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos relativos ao 2º ciclo de seleção, como subsídio para a continuidade do programa de melhoramento desta população;
3. Verificar as trocas, provocadas pelo 2º ciclo de seleção, na variabilidade genética existente na CMS-39 bem como na interação de suas progênies com os ambientes;
4. Estimar os coeficientes de correlação entre as características avaliadas e suas implicações na resposta correlacionada à seleção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Melhoramento do milho no Brasil

Não se pode precisar quando o brasileiro começou o melhoramento das variedades de milho que cultivava, mas é certo que isto vem sendo feito muito antes do aparecimento das primeiras publicações sobre o assunto no Brasil, pelos próprios agricultores.

No início deste século, MELLO (34) em 1911, citou a importância da variedade Cristal Branco, uma das preferidas na época para o sustento do pessoal das fazendas, embora a "mestiçagem" fizesse com que já não fosse pura. Segundo ele, a "mestiçagem" desta variedade se deveu à falta de cuidado dos colonos italianos, perdendo um trabalho de seleção de nossos "avoengos".

Pelo que se deduz deste artigo, o único método de melhoramento utilizado no Brasil, era a seleção massal, feita a nível de propriedade rural, pelo próprio produtor. O autor citou que devido à melhoria nos preços oferecidos pela produção no ano de 1895, foi necessário cuidar da seleção das sementes de milho, fazendo-se pequenas roças afastadas dos milharais, plantando-se

em cada uma delas uma das variedades preferidas, colhendo-se as maiores espigas para se utilizar nas roças de seleção e o restante para o plantio das lavouras. Estas espigas selecionadas eram guardadas em local ventilado, sendo novamente selecionadas antes do plantio, dispensando-se as mal desenvolvidas, mal granadas, de carreiras mal alinhadas e com grãos de outra cor. Relatou ainda que apesar dos esforços nessa seleção, até a data da publicação do artigo onze anos após, não conseguiu-se restituir ao Cristal Branco, sua beleza e boas qualidades de quarenta anos atrás.

Inconformado com a situação brasileira de dependência de importação de sementes de milho, devido à escassez no mercado interno de sementes de boa qualidade, TEIXEIRA (60) em 1919, classificou a situação da antipatriótica e insistiu no melhoramento a nível de propriedade, onde em lote isolado o lavrador plantaria pelo menos duas espigas selecionadas da lavoura, em fileiras alternadas, despendoando uma delas para evitar a endogamia^{1/}. Colheria somente as espigas das linhas despendoadas para continuar o programa, baseando-se no: tipo da variedade, peso da espiga sem palha, bem como no seu comprimento e circunferência, número de fileiras, uniformidade da forma e cor dos grãos, cor dos sabugos, relação peso de sabugo/peso de grãos e que viessem de plantas saudáveis, vigorosas e uniformes na altura e inserção da espiga. As sementes restantes, das linhas despendoadas, eram usadas na lavoura do próximo ano.

^{1/} Esta idéia pode ser considerada como precursora dos Híbridos de famílias.

Nota-se nessa época que as características consideradas mais importantes para a seleção se referiam quase todas às características da espiga. HUNNICUTT (24) em 1924, reforçou essa idéia, descrevendo um ideotipo de milho como os seguintes atributos: amadurecimento médio ou tardio, para ter maior produção; grãos regularmente duros, para não serem suscetíveis ao caruncho; palha apertada cobrindo completamente a espiga, protegendo-a do caruncho e das chuvas; espigas decumbentes; inserção no centro da planta, diminuindo o efeito de alavanca; sabugos pequenos ou médios; pecíolo curto não muito grosso e prolificidade. Acrescentou que somente por meio da seleção pode-se dar e manter a uniformidade do formato das espigas, da cor e da qualidade dos grãos, além de influir grandemente na produção.

Ainda no ano de 1924, HUNNICUTT (23) na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) publicou um livro sobre a cultura do milho no Brasil. No capítulo sobre melhoramento relatou o que havia de mais novo na área, no caso um método que estava sendo utilizado nos E.U.A., denominado espiga por fileira (ear-to-row) idealizado por HOPKINS (21) em 1896. Resumidamente a metodologia descrita e usada pelo autor era a seguinte:

- Inicialmente, é escolhida a melhor variedade a ser melhorada, através do plantio em pequenos lotes de todas as variedades disponíveis;

- No ano seguinte planta-se a variedade escolhida da qual serão selecionadas espigas de todos os tipos, por não se saber a priori qual o tipo capaz de produzir mais;

- No início deve-se empregar não menos que 100 ou 200 melhores espigas;

- o terreno utilizado para este trabalho deve ser o mais uniforme possível para se ter a comparação exata das espigas;

- Cada espiga é dividida pela metade e plantada em duas linhas de 40,0 metros;

- A outra metade é guardada; (segundo PAIVA (40, 41) originalmente Hopkins não fazia a utilização de sementes remanescentes);

- Os dados são anotados durante todo o ciclo da cultura e na colheita cada linha é pesada separadamente;

- Das 100 linhas plantadas são escolhidas as 20 ou 25 mais produtivas;

- As sementes que ficaram guardadas destas 25 espigas são misturadas e usadas no ano seguinte, continuando o processo.

Citou ainda a necessidade de despendoar as fileiras alternadamente nesta etapa para garantir o cruzamento.

No entanto, no ano de 1933, na segunda edição de seu livro, HUNNICUTT (25) ao citar brevemente o método de seleção espiga por fileira, concluiu que "este processo prometia maravilhas no melhoramento das variedades de milho, mas na prática não provou ser de grande utilidade, e em geral tem sido abandonado depois de um ou dois anos de experiência".

De fato o método foi abandonado no resto do mundo quando a característica que se queria melhorar era a produtividade, ou qualquer outro caráter quantitativo, HULL (22).

Passaram-se então muitos anos entre a criação do método de seleção espiga por fileira até que se tornasse eficiente pela modificação feita por LONNQUIST (33), que o denominou espiga por fileira modificado.

Neste ponto cabe o esclarecimento de dois fatos, por questão de fidelidade a história e justiça. O primeiro é que, o método criado por Hopkins na verdade foi uma adaptação para a cultura do milho, do "princípio do isolamento" usado por Vilmorin em meados do século passado para o melhoramento de beterrabas. De fato, Vilmorin é considerado o idealizador do teste de progênie e segundo MENDES (35), foi quem deu o primeiro exemplo prático da seleção no melhoramento de plantas, podendo-se mesmo dizer que a ele se deve a descoberta deste grande princípio.

O segundo se refere a um fato curioso na história do melhoramento intrapopulacional, é que até o momento era desconhecido do meio científico, um livro publicado pelo professor de Genética da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Benedito de Oliveira Paiva, em 1925, denominado Apontamentos de Genética Elementar e Aplicada, provavelmente o primeiro livro de genética e melhoramento escrito no Brasil, onde o autor descreve os métodos de melhoramento utilizados até então.

Chama atenção um dos métodos denominados Método dos Remanescentes, cuja descrição em muito se assemelha a do método de seleção entre e dentro de progênes de meios irmãos com sementes remanescentes dada por PATERNIANI (42) em 1967, ao rebatizar o método de seleção espiga por fileira modificado, por Lonquist. De fato, a semelhança é tão grande que deixa a impressão de que se Lonquist houvesse conhecido este trabalho poderia ter se inspirado nele para sugerir a modificação no antigo método espiga por fileira. Apesar disso, não se pretende diminuir os méritos dos autores contemporâneos, mas trazer à realidade fatos esquecidos que fariam com que autores antigos pudessem participar de um evento que mudou a história do melhoramento, e compartilhar do reconhecimento da comunidade científica, como já aconteceu outras vezes.

A seguir será dada a transcrição exata do texto original onde PAIVA (40, 41), descreve o Método dos Remanescentes:

"Dos métodos empregados na seleção em massa do milho, a nós nos parece ser o melhor o das Remanescentes.

Este método é semelhante ao método de Hopkins de espiga por linha de que já tratamos, mas tem sobre ele as vantagens de evitar o inter cruzamento muito intenso com a vantagem ainda de cruzar só os desejáveis. Além disto a seleção se faz sobre um material e campo muito maior.

É especialmente adaptado para o aumento da produtividade e uniformidade do tipo e tem já sido usado com bastante sucesso na Estação experimental de Ohio-E.U.

Escolhidas as espigas melhores na plantação geral, cem ou mais, planta-se uma parte correspondente de cada uma em cada carreira no campo que deve ser chamado campo de prova, semelhantemente como no methodo de Hopkins.

De cada espiga fica um resto de semente, são os Remanescentes. Ca da carreira deve ser numerada ou marcada de modo que na colheita essa possa ser referida ao seu Remanescente.

Chegada a colheita cada carreira é colhida e pesada separadamente para a identificação das quatro melhores espigas, as mais productivas.

Não se tornam às sementes destas carreiras como no methodo de Hop kins mas aos seus Remanescentes".

Respeitado o índice de seleção, neste caso 4%, o que expressa uma forte pressão de seleção, e a ausência de um delineamento experimental, esta primeira parte é a seleção entre pro gênies de meios irmãos. O autor continua:

"Estes, os Remanescentes das quatro melhores espigas, são planta dos em um pequeno campo à parte, que se chama campo de criação dos Remanescentes". (Hoje, campo isolado de despendoamento). "Neste campo faz uma nova sellecção das melhores espigas que são plantadas noutra campo que se poderá chamar o campo de reprodução pois delle sae a semente selleccionada para a plantação geral".

Como se observa, PAIVA (40, 41), se houvesse parado aqui teria feito, quarenta e dois anos antes de PATERNIANI (42), a descrição do método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos com sementes remanescentes, diferindo no fato de que as espigas selecionadas não iriam para o que Paiva chamou de

"plantação geral" e sim passariam para o seu chamado "campo de prova".

Para ser fiel ao original, acrescenta-se ainda:

"O campo destinado à prova de espiga por linha pode ser anexo à plantação geral pois delle se não tem nenhuma semente. Os outros campos devem ser à parte para evitar mistura de pollen indesejável.

O processo é contínuo depois de quatro annos; do campo geral ao de prova, os Remanescentes da prova vão para o seu campo, a selecção dos Remanescentes é augmentada no campo de reprodução, volta ao campo geral e assim por diante como precedentemente. Devo accrescentar que no campo dos Remanescentes todos os indivíduos são desmasculinizados excepto os descendentes das duas espigas mais productivas, assegurando-se assim o uso do pollen só de indivíduos desejáveis".

No entanto, no Brasil, nem no exterior, não se encontrou qualquer menção da utilização do método de melhoramento descrito acima. Mas os melhoristas continuaram a fazer seu trabalho com as ferramentas que dispunham, e na década de 20, muitas variedades foram melhoradas, introduzidas e aclimatadas no Brasil. Em 1939, LOBBE (32) destacou 8 variedades: Assis Brasil, Cristal Branco, Cattete, Indiano, Morango, Quarentão, Golden-dent e Hichory King entre as diversas variedades cultivadas por ele no campo de sementes de São Simão.

No Instituto Agronômico de Campinas (IAC), após a lacuna provocada pelo naufrágio do método de seleção espiga por fileira, Krug em 1932, estimulado por resultados obtidos nos Esta-

dos Unidos com a exploração do vigor híbrido, iniciou um programa de obtenção de linhas puras utilizadas para a síntese de variedades híbridas, KRUG (26) e KRUG et alii (27). De fato, o IAC que completa seu primeiro centenário neste ano, teve um importante papel no melhoramento de milho no Brasil, trabalho este que culminou na década de 1960 com o lançamento de alguns híbridos duplos, entre eles o Hmd 7974, que devido a sua alta estabilidade e produtividade foi difundido em todo o País, sendo cultivado até hoje em várias regiões onde se adaptou melhor por ser competitivo com os híbridos modernos, e ainda devido a amplitude de tempo e espaço em que é cultivado, este híbrido tem se constituído numa das testemunhas preferidas para os ensaios de competição de cultivares.

Para iniciar o trabalho de autofecundação, Krug escolheu três variedades entre os materiais distribuídos pelo IAC, para constituir seu material básico para o isolamento de linhagens, eram: Cateto, Cristal e Amparo. Posteriormente, foram introduzidas também variedades de outros Estados do Brasil, bem como de outros países.

No início da era do milho híbrido, outro pólo importante nasceu na Universidade Federal de Viçosa, (U.F.V.), onde Gladston Drumond e Antônio Secundino São José, começaram a isolar linhagens à partir de 1935. Utilizando essas linhagens de Viçosa estes dois pesquisadores criaram a Sementes Agrocereis S.A. no ano de 1945, que já na safra 45/46 produziu as primeiras 11 toneladas de sementes de híbridos duplos semi dentados, MIRANDA(36).

Na safra 46/47 o IAC colheu o primeiro fruto de seu trabalho com o lançamento no mercado do seu primeiro híbrido duplo duro, o H-3531, 22% mais produtivo que a variedade Cateto, da qual as linhagens foram isoladas. A partir daí, o IAC lançou no mercado vários outros híbridos duplos, o semi-dentado H-4624 em 1953, 43% mais produtivo que a variedade Armour; o semi-dentado H-6999 em 1956, 97% mais produtivo que a variedade Armour; o semi-dentado H-6999-B em 1958, 9% mais produtivo que o H-6999 original; pouco depois veio o H-7974 o híbrido duplo mais famoso do IAC. Foi obtida também a variedade Asteca, que conseguiu igualar a produção do híbrido duplo H-4624, mas foi superada pelo H-6999, MIRANDA (36).

Enquanto várias entidades públicas e privadas estavam na corrida dos híbridos, a ESALQ mantinha como linha principal o melhoramento de populações, obtendo as variedades: América Central em 1961, Piramex em 1963 e Centralmex em 1967, VIÉGAS & MIRANDA FILHO (66).

No início da década de 70, o Governo Federal através do Ministério da Agricultura, criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) com a finalidade de, como o próprio nome diz, impulsionar e também coordenar a pesquisa agropecuária no País. A EMBRAPA divide esta responsabilidade com as Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, formando o chamado Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA).

Visando atender as necessidades de pesquisa com o produto milho, a EMBRAPA criou o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) com sede em Sete Lagoas, Minas Gerais. Uma das primeiras atividades do CNPMS, no tocante ao melhoramento de milho, foi assumir a coordenação e ampliar os Ensaios Nacionais de Cultivares de Milho, envolvendo toda a rede pública e privada de melhoramento, testando os mais diversos tipos de cultivares em todo o território nacional. Além disso, o CNPMS ao completar seus 13 anos de atividade, tem contribuído muito no panorama brasileiro de sementes de milho, através do lançamento de variedades melhoradas e recentemente entrando no mercado de híbridos com cultivares competitivas, inclusive com materiais exclusivos para as condições de estresse de alumínio características dos nossos cerrados.

O Brasil é hoje um país auto-suficiente na produção de sementes melhoradas de milho, além de ter se tornado um importante centro de capacitação de técnicos especializados nesta área, podendo-se mesmo afirmar, como tem demonstrado os concursos de produtividade, que a baixa produtividade nacional não pode ser justificada pela falta de sementes de boas cultivares disponíveis no mercado.

2.2. Resultados obtidos com o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos

Os métodos de seleção com teste de progênie, como a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, em que se recorre aos materiais selecionados a fim de promover a recombinação gênica para a obtenção da população da próxima geração, ciclo após ciclo, se enquadram perfeitamente no conceito de seleção recorrente.

Apesar de existirem várias modalidades de seleção recorrente, que ainda podem ser separadas em duas classes distintas, intrapopulacional e interpopulacional, toda a atenção será dada ao método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, por ser este o objeto do presente estudo.

No sub-item anterior, foi feito um breve relato sobre a origem do método de seleção espiga por fileira, desde a empolgação que causou no meio científico até o total descrédito e até mesmo abandono, quando a característica que se queria melhorar era a produção de grãos.

Isto fez com que durante algumas décadas, alguns pesquisadores procurassem entender a razão deste insucesso (SMITH & BRUNSON (55), HULL (22) até que SPRAGUE (56) a atribuiu à utilização inadequada das técnicas experimentais e não às limitações genéticas, como bem demonstraram ROBINSON et alii (49).

Baseado nisto, LONNQUIST (33) sugeriu modificações no antigo método de Hopkins, consistindo basicamente no emprego de delineamentos experimentais adequados para a avaliação das progênes e num melhor controle das polinizações quando da sua recombinação, visando diminuir o efeito ambiental e a participação só de indivíduos desejáveis na confecção da população a ser trabalhada no próximo ciclo, respectivamente. O método passou a ser chamado espiga por fileira modificado até que PATERNIANI (42) sugeriu o nome de seleção entre e dentro de progênes de meios irmãos.

A seguir é dada a descrição do método de seleção entre e dentro de progênes de meios irmãos com sementes remanescentes, segundo PATERNIANI & MIRANDA FILHO (44).

"Inicialmente são obtidas espigas de polinização livre da população a ser melhorada. As espigas de cada planta constituem em uma só progênie de meios irmãos. As espigas são debulhadas e as sementes de cada progênie são colocadas em sacos separados. As progênes de meios irmãos são avaliadas em ensaios de produção onde são anotados todos os caracteres de interesse. Em função dos resultados são escolhidas as melhores progênes. Esta etapa constitui a seleção entre progênes. As melhores progênes assim selecionadas são recombinadas entre si na geração seguinte. Para isso, usam-se as sementes remanescentes dessas progênes. Um procedimento adequado consiste em plantar um lote isolado de despendimento, onde as progênes selecionadas constituirão as filei-

ras femininas e as masculinas serão plantadas com uma mistura de sementes de todas as progênies selecionadas. Pode-se usar uma proporção de 1♂ : 2♀ ou 1♂ : 3♀. Por ocasião da colheita, escolhe-se as melhores plantas dentro de cada fileira feminina. Essa etapa constitui a seleção dentro de progênies. As espigas dessas plantas constituem as novas progênies de meios irmãos a serem avaliadas na geração seguinte. Inicia-se assim um novo ciclo".

Como se vê, este método é de fácil condução pois não envolve polinizações manuais, e este fato aliado aos bons resultados que demonstraram a sua eficiência em elevar a frequência dos alelos favoráveis em várias ocasiões, fizeram com que a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos seja um dos preferidos no melhoramento intrapopulacional, (2, 3, 5, 9, 28, 29, 31, 37, 38, 42, 43, 51, 54, 58, 61, 68, 69).

Uma outra utilidade deste método é que ele também permite a estimação dos parâmetros genéticos e fenotípicos, e assim estimar a variabilidade genética das populações, o que segundo RAMALHO (47) é importante nos programas de melhoramento. No entanto, por envolver somente um tipo de progênie, só é possível estimar a variância genética aditiva, que segundo VENCOVSKY (62) é igual a $4\sigma_p^2$, ou seja, quatro vezes a variância genética entre progênies de meios irmãos.

A seguir serão apresentados alguns resultados encontrados na literatura, obtidos nas condições brasileiras com o uso de progênies de meios irmãos, com as estimativas da variância ge-

nética aditiva (σ_A^2) e dois dos principais parâmetros da qual ela participa: da herdabilidade (h^2) e do ganho esperado com a seleção (GS). (Tabela 1).

Os dados apresentados na Tabela 1, quando provenientes de mais de um ciclo, são dados médios. A variância aditiva é dada em (g/planta)². A herdabilidade (h^2) utilizada foi no sentido restrito, ao nível de plantas que é comparável em um maior número de situações, como argumentou RAMALHO (47). O ganho esperado com a seleção em porcentagem (GS%) foi apresentado somente para a seleção entre progênies para poder ser comparável com os dados obtidos por AGUIAR (2), com o CMS-39. Nota-se pelos dados apresentados nessa tabela, entre outras coisas, que o ganho esperado com a seleção tende a ser menor à medida que avança os ciclos, embora a comparação seja difícil de ser feita, em função das diferenças nos índices de seleção usados pelos diversos autores, e também da herdabilidade, que variou muito dentro da mesma população conforme o ambiente em que as progênies foram avaliadas. No caso específico da população CMS-39, AGUIAR (2) encontrou valores para a variância genética aditiva que variaram bastante de um ambiente para o outro, de 118,45 a 750,10 (g/planta)² de Sete Lagoas para Lavras, respectivamente, passando por 467,10 (g/planta)² para Ijaci. No entanto, a herdabilidade neste experimento intermediário foi mais alta que nos outros dois, em função da variância ambiental (σ_e^2), que proporcionalmente foi bem mais baixa neste local.

TABELA 1 - Alguns resultados obtidos no Brasil com a seleção entre progênie de meios irmãos.

População	Ciclos	σ^2_A	h^2 (%)	GS(%)	% de Seleção	Fonte
CMS-39 (média de 3 locais)	1	296,63	9,92	10,28	10,00	AGUIAR (2)
CMS-39 (Lavras)	1	750,10	13,69	10,32	10,00	AGUIAR (2)
CMS-39 (Ijaci)	1	467,40	20,57	10,33	10,00	AGUIAR (2)
CMS-39 (Sete Lagoas)	1	118,45	8,94	7,94	10,00	AGUIAR (2)
ESALQ HVI-MII	1	606,00	17,50	8,23	17,00	CUNHA (9)
ESALQ VD-2	3	386,99	11,26	5,73	16,42	LIMA (28)
Cateto Colômbia Composto	2	380,00	12,47	4,23	20,00	SILVA (54)
IAC-1	8	570,14	9,72	4,42	15,52	MIRANDA et alii (37)
Centralmex	7	243,71	4,62	3,60	21,15	TORRES SEGOVIA (61)
Piramex	5	264,40	10,77	2,97	23,00	PATERNIANI (43)
Média		408,38	11,95	6,81	15,31	

Também pesquisadores estrangeiros (18, 30, 39, 53, 59, entre outros), utilizaram progênies de meios irmãos para a estimação dos componentes da variância.

2.3. Interação Genótipo por Ambientes

Apesar das grandes diferenças edafo-climáticas, que caracterizam as diversas regiões do Brasil, permite-se dizer que a cultura do milho, embora mais concentrada nas regiões Sudeste e Sul, pode ser estabelecida razoavelmente bem em todo o resto do país.

Cientes deste potencial, várias empresas nacionais e multinacionais começaram a se estabelecer no País no início da década de 50, investindo em pesquisa para a produção principalmente de sementes de híbridos duplos, de modo que atualmente cerca de duas dezenas destas empresas são responsáveis pela auto-suficiência e qualidade do mercado de sementes de milho brasileiro.

Inicialmente, o produtor de milho, numa época mais tradicionalista, escolhia suas cultivares pelo nome da firma que as produzia, mas com o lançamento de dezenas de novas cultivares no mercado, e o surgimento do Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária, que passou a avaliar e recomendar cultivares de milho em todo o País, os produtores passaram a conhecer mais os materiais, através de dias de campo promovidos pelas Unidades de Pes-

quisa, Cooperativas e Empresas Produtoras de sementes, e têm ficado cada vez mais exigentes.

Uma dessas exigências, se refere à estabilidade de produção. De fato, esta é uma preocupação não só dos produtores de grãos como dos produtores de sementes, que há vários anos vem participando, sob a coordenação do CNPMS, de uma rede nacional de ensaios que visa o estudo da performance de seus materiais numa série muito heterogênea de ambientes, denominada de Ensaio Nacional de Cultivares de Milho. A variação no comportamento produtivo de um grupo de cultivares pode ser observada nos resultados dos Ensaio nacionais quando se compara as produtividades de cada uma em diferentes anos e locais, pois sabe-se que a resposta fenotípica às mudanças de ambientes ou no ambiente não é a mesma para todos os genótipos, em consequência a variação no fenótipo depende do ambiente. Esta interação entre efeitos genéticos e não genéticos é o que é chamado interação genótipos x ambientes, COMSTOCK & MOLL (7).

Para o melhorista, a interação genótipos por ambientes é um problema sério, tanto do lado prático, onde normalmente atua limitando a abrangência de uma dada cultivar, e mais ainda do lado teórico, pois embora existam modelos e metodologias para o estudo da estabilidade como os propostos por EBERHART & RUSSEL (10) e FINLAY & WILKINSON (12) entre outros, somente tem sido utilizados para discriminar os materiais conforme seu comportamento nos vários ambientes, e pouco contribuído no entendimento

do que é essa interação e em que fase de um programa de melhoramento deve ser manuseada. Segundo ROSIELLE & HAMBLIN (50), em agricultura de subsistência a estabilidade de produção é mais importante que altas produtividades em ambientes favoráveis.

Segundo COMSTOCK & MOLL (7) quando se utiliza progênies de meios irmãos não se espera que a interação genótipos x ambientes tenha grande magnitude pois, embora valores bem elevados da variância genética aditiva possam ser encontrados, se estará trabalhando neste caso, com apenas 1/4 dessa variabilidade, correspondendo à variância genética entre progênies, que é a parte da variância genética aditiva liberada por progênies de meios irmãos.

Entretanto, para este tipo de progênies, levando-se em conta que a maioria dos trabalhos são conduzidos em um só ano e local, a variância genética aditiva pode estar sendo superestimada levando a conclusões errôneas ou pouco reais da herdabilidade e dos ganhos esperados com a seleção, como se depreende dos dados apresentados por HALLAUER & MIRANDA FILHO (19), que apresentaram estimativas da interação genótipo por ambiente (σ_{GE}^2) que chegam a atingir 88,88% do valor da estimativa da variância aditiva (Tabela 2).

Contudo, deve ser salientado que as estimativas da Tabela 2, foram obtidas de estudos envolvendo densidades populacionais diferentes das utilizadas no Brasil, ou seja, como as densidades utilizadas aqui (50.000 pl/ha) são maiores que as utiliza-

das neste estudo (39.042 pl/ha), possivelmente as estimativas obtidas para as populações brasileiras seriam também maiores, como discutido por SUBANDI & COMPTON (59). Observando-se a magnitude dos dados da interação genótipos x ambientes (σ_{GE}^2), é fácil notar que a principal consequência de não se isolar este componente será valores superestimados para σ_A^2 , alterando o referencial do melhorista quanto à herdabilidade, ganho esperado com a seleção e talvez até na escolha do método e do diferencial de seleção utilizados, GARDNER (13).

TABELA 2 - Estimativas da variância aditiva (σ_A^2), da variância da interação genótipos x ambientes (σ_{GE}^2) e suas relações (g/planta)².

População	Ciclos	σ_A^2	σ_{GE}^2	σ_{GE}^2/σ_A^2 (%)
BSSS 13	9	217,50	183,20	84,23
BSSS (R)	9	386,30	209,20	54,34
BSCB 1 (R)	9	373,80	223,00	59,66
BS 12 (HI)	8	454,20	385,70	84,92
BSK (HI)	8	250,90	223,00	88,88
Média		336,54	244,96	74,41

Adaptado de HALLAUER & MIRANDA FILHO (19).

Procurando investigar a interação genótipos x ambientes, avaliando progênies de meios irmãos em três ambientes, AGUI

AR (2) encontrou uma estimativa para a interação progênies x locais que atingiu 75,19% da estimativa da variância genética entre progênies.

Além da simples estimação da interação genótipos x ambientes, a estimativa encontrada pode ser decomposta em duas partes: uma simples e outra complexa, como sugerido por VENCOSKY (62).

A interação simples é devida à diferença na variabilidade genética das progênies dentro dos ambientes.

A interação complexa, é devido à falta de correlação entre as progênies de um ambiente para o outro.

A importância desta partição da interação genótipos x ambientes reside em se quantificar a magnitude de cada uma delas, pois enquanto a primeira não traz problemas, a segunda, quando a correlação é baixa, traz grandes problemas ao melhorista, indicando que uma progênie pode ser superior num ambiente e não o ser no outro.

Ao realizar as análises duas a duas dos ambientes envolvidos em seu estudo, AGUIAR (2) encontrou valores para a interação complexa variando de 40,0 a 93,2% da interação genótipos x ambientes total. A predominância da interação complexa neste estudo, foi realçada quando o autor comparou as 40 progênies selecionadas na média dos 3 locais, com as 40 progênies selecionadas para cada local, ficando constatado que apenas uma entre as 40 selecionadas na média era comum para os três locais isoladamente.

Fica portanto claro a importância do conhecimento da interação genótipos x ambientes, não só no sentido de se obterem estimativas mais reais dos componentes da variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos, como também do futuro do programa de melhoramento, no sentido de se obter uma população com ampla base genética ou materiais para condições específicas.

2.4. Correlação entre caracteres e resposta corelacionada

Embora a produção de grãos seja a característica geralmente mais importante no melhoramento, muitas outras características são necessárias para que uma população se aproxime de um ideotipo, entre elas, altura da planta, altura da espiga, precocidade, resistência a doenças, ao acamamento e quebramento etc., no entanto, na maioria das vezes, ocorre que estas características estão correlacionadas.

Segundo FALCONER (11), uma das importâncias do estudo da correlação entre caracteres, é o conhecimento de como o melhoramento de um caráter vai provocar trocas simultâneas em outros caracteres.

A correlação que pode ser observada diretamente é a correlação fenotípica (r_F) entre dois caracteres, que também pode ser decomposta em duas partes, uma é a correlação genética aditiva (r_A) que tem como causas principais a pleiotropia e a ligação, embora esta última tenda a diminuir e a acabar à medida que

é atingido o equilíbrio de ligação. A outra é a correlação ambiental (r_E), pela qual dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais.

A parte importante da decomposição é a correlação genética aditiva, que é discutida por VENCovsky (62) na forma da teoria dos índices de seleção. Segundo este autor, partindo do pressuposto de que exista uma correlação alta e positiva entre dois caracteres, por exemplo, produção (X) e porte (Y) que se relacionam através de um dado índice $I = aX + bY$, este índice para satisfazer a exigência de não alterar o porte deve ser tal que a correlação genética entre o índice e o porte seja nula. Deste modo, a deverá ser igual a 1,0 e b igual ao coeficiente genético de regressão. Rejeitando-se então, as progênies com valores pequenos de I , se estará estabilizando o porte, embora reduzindo o progresso na produção.

HALLAUER & MIRANDA FILHO (19) apresentaram diversas estimativas de correlações genéticas entre 13 caracteres de milho, das quais serão sumarizadas na Tabela 3, as correlações entre produção, altura da planta, altura da espiga e número de espigas por planta.

Por esta tabela, nota-se a grande associação entre altura da planta e altura da espiga ($r = 0,81$), e as associações das outras características com produção, embora bem menores, evidenciam que a seleção para produção de grãos irá também provocar ganhos em geral indesejáveis na altura da planta e da espiga.

TABELA 3 - Correlações genéticas entre alguns caracteres de milho, obtidas pela média dos valores encontrados na literatura.

Caracteres	Produção de grãos	Altura da	
		Planta	Espiga
Altura da planta	0,26	-	-
Altura da espiga	0,31	0,81	-
Nº de espigas/planta	0,43	0,12	0,14

Adaptado de HALLAUER & MIRANDA FILHO (19).

Os dados apresentados na Tabela 3, são dados médios, obtidos de várias populações diferentes, a seguir na Tabela 4, são apresentados dados individuais de outras populações, para exemplificar a variação nas correlações genéticas, de população para população.

Embora vários autores confirmam estas correlações genéticas (r_G) positivas entre produção de grãos e altura da planta (4, 30, 45, 48, 57), CRISÓSTOMO & ZINSLY (8) encontraram um valor negativo para esta correlação e também para a correlação genética entre produção de grãos e altura da espiga, que apresentou valor negativo também na investigação de PEREIRA & HEIDRICH-SOBRINHO (45).

SCHRAMM & HEIDRICH-SOBRINHO (52) estudando as correlações entre caracteres de duas populações de milho, encontraram va

lores positivos para as correlações genéticas e fenotípicas entre produção de grãos e altura da planta e produção de grãos e altura da espiga, e concluíram que as duas populações não diferiram entre si pelos valores das correlações genéticas encontrados entre os caracteres aqui citados (Tabela 4).

TABELA 4 - Correlações genéticas entre altura da planta e altura da espiga com produção de grãos de algumas populações.

Alt. Pl./ Produção	Alt. Esp./ Produção	Fonte
0,5	0,5	HALLAUER & MIRANDA FILHO (19)
0,38	0,47	ROBINSON et alii (48)
0,67	0,47	LINDSEY et alii (30)
0,56	0,51	STUBER et alii (57)
0,21	-0,47	PEREIRA & HEIDRICH-SOBRINHO (45)
0,75	0,74	BRESOLIN & HEIDRICH-SOBRINHO (4)
-0,27	-0,29	CRISÓSTOMO & ZINSLY (8)
0,59	0,30	SCHRAMM & HEIDRICH-SOBRINHO (52)A
0,47	0,28	SCHRAMM & HEIDRICH-SOBRINHO (52)B
0,43	0,28	Média

ACOSTA & CRANE (1) estudaram o efeito da seleção para abaixar a altura da espiga na produção de grãos e altura da planta, em duas populações durante 4 ciclos. Após o quarto ciclo de

seleção conseguiram uma redução de 32 e 33 centímetros na altura da espiga, acompanhada de uma redução de 30 e 29 centímetros na altura da planta e 30,5 e 19,8% na produção de grãos para as duas populações, respectivamente.

A resposta correlacionada se dá em função da associação entre dois caracteres, ou seja quanto maior a correlação entre eles maior será a mudança na média de um deles quando a seleção for feita no outro, VENCOVSKY (62) e este fenômeno, segundo FALCONER (11) é importante na seleção indireta, quando o caráter desejado é difícil de ser medido com precisão e se tem um outro caráter fácil de ser medido, com alta herdabilidade e alta correlação genética com o caráter que se quer selecionar indiretamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. População utilizada

Utilizou-se a população CMS-39 ou Composto Nacional, que foi obtida pelo cruzamento e recombinação, através do Método Padrão (Irlandez modificado), durante 4 anos, de 55 materiais identificados como promissores pelos Ensaio^s Nacionais de Cultiva^res de Milho. É portanto um composto constituído de híbridos simples, duplos e intervarietais, além de algumas variedades de polinização aberta (Tabela 5).

Esta população foi escolhida entre outras do Programa de Melhoramento de Milho do CNPMS, por ser um material ainda não trabalhado e ter, como já era esperado, uma ampla base genética.

Após a última geração de recombinação, foram recolhidas 400 espigas da população original, formando igual número de progênies de meios irmãos, que na safra 84/85 foram avaliadas por AGUIAR (2) em 3 ambientes. Baseado na média destes experimentos foram selecionadas 40 progênies, correspondendo a um índice de seleção entre progênies de 10%.

TABELA 5 - Relação dos códigos, nome das firmas produtoras de sementes, tipo de cultivar, cor e tipo de grãos dos 55 materiais utilizados na composição do composto Nacional ou CMS-39.

Nº	Código	Nome da firma	Tipo de cultivar	Cor dos grãos	Tipo dos grãos
1	Ag-64	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
2	Ag-64-A	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
3	Ag-162	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
4	Ag-170	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
5	Ag-259	Agroceres	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
6	Ag-301	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
7	Ag-305-B	Agroceres	H.S.	Amarelo	Dentado
8	Ag-351-B	Agroceres	H.D.	Amarelo	Dentado
9	Ag-401	Agroceres	H.D.	Laranja	Semi Dent.
10	Ag-452-B	Agroceres	H.D.	Amarelo	Duro
11	Ag-791	Agroceres	H.D.	Amarelo	Duro
12	C-111-S	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
13	C-111-X	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
14	C-115	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
15	C-121	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
16	C-125	Cargill	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
17	C-501	Cargill	H.D.	Amarelo	Dentado
18	C-503	Cargill	H.D.	Amarelo	Dentado
19	C-511	Cargill	H.D.	Amarelo	Dentado
20	C-513	Cargill	H.D.	Amarelo	Dentado
21	Contigema	Contibrasil	H.S.	Amarelo	Dentado
22	Contimaiz	Contibrasil	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
23	DK-002	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
24	DK-A-670	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
25	DK-A-670-B	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
26	DK-A-670-C	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
27	DK-B-670	Braskalb	H.D.	Branco	Semi Dent.
28	DK-E-5601	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
29	DK-E-5602	Braskalb	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
30	EX-7801	União	H.S.	Amarelo	Semi Dent.
31	Dina-03	Dinamilho	H.S.	Amarelo	Semi Dent.
32	Dina-08	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
33	Dina-09	Danamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
34	Dina-10	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
35	Dina-11	Dinamilho	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
36	ESALQ-PB-I	ESALQ	V.	Amarelo	Semi Dent.
37	Hmd 7974	IAC	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
38	Maya XVI	IAC	V.	Amarelo	Dentado
39	Phoenyx Anão	IAC	H.I.V.	Laranja	Semi Dent.
40	Phoenyx-B	IAC	H.I.V.	Laranja	Semi Dent.
41	Phoenyx-Lte. 9487	IAC	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
42	Phoenyx 1615	IAC	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
43	X-307	Pioneer	H.D.	Amarelo	Dentado
44	X-313	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
45	6836	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
46	6872	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
47	6874	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
48	6874-A	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
49	6877	Pioneer	H.D.	Amarelo	Semi Dent.
50	Piranão VD-1	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
51	Piranão VD-2(Sel. Prolífica)	ESALQ	V.	Amarelo	Dentado
52	Prolífico 100	Unicamp	-	-	-
53	R.O.-66	Reis de Ouro	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
54	R.O.-69	Reis de Ouro	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.
55	R.O.-99	Reis de Ouro	H.I.V.	Amarelo	Semi Dent.

V. Variedade

H.S.: Híbrido Simples

H.D.: Híbrido Duplo

H.I.V.: Híbrido Intervarietal

3.1.2. Obtenção das sementes para o 2º ciclo de seleção

As sementes remanescentes das progênies selecionadas foram recombinadas durante o inverno de 1985, no CNPMS, num lote isolado de despendoamento, onde as progênies selecionadas constituíram as fileiras femininas, e a mistura das sementes de todas as progênies selecionadas constituíram as fileiras masculinas, na proporção de 1♂ : 3♀, PATERNIANI & MIRANDA FILHO (44).

Por ocasião da colheita do campo de recombinação foi feita a seleção dentro das progênies. Para se garantir o mesmo índice de 10% usado na seleção entre, cada progênie selecionada foi semeada em uma única linha de 20,0 m de comprimento com espaçamento de 1,0 m, numa densidade de 5 plantas/m de modo a se esperar um estande final de 100 plantas para cada progênie.

Dentro de cada progênie foram então selecionadas e colhidas as espigas de 10 plantas competitivas e com atributos como precocidade, altura entre 2,00 e 2,30 m, com inserção da espiga no centro da planta, que ainda devia estar ereta e com boa fixação, além de espigas, tanto quanto possível, grandes, bem em palhadas e sadias. A seguir, cada espiga ou progênie de meios irmãos foi identificada, debulhada, as sementes contadas e divididas em partes proporcionais para os ensaios de avaliação. As sementes remanescentes foram guardadas em câmara seca e fria.

3.2. Métodos

3.2.1. Locais

Os experimentos foram conduzidos em 2 locais: o primeiro em um Latossolo Vermelho Amarelo sob vegetação de cerrado, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), no município de Sete Lagoas, Zona Metalúrgica a 732,0 m de altitude, $19^{\circ} 29'$ de latitude S e $44^{\circ} 15'$ de longitude W; e o segundo em um Latossolo Vermelho Amarelo Câmbico, na Fazenda da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), no município de Ijaci, Sul de Minas, a 805 m de altitude, $21^{\circ} 10'$ de latitude S e $44^{\circ} 55'$ de longitude W.

A escolha dos locais se deveu às diferenças físico-químicas de solo bem como climáticas, como pode ser ilustrado pela Tabela 6 e Figura 1.

3.2.2. Avaliação das progênes de meios irmãos

As 400 progênes obtidas da recombinação e seleção dentro das 40 progênes obtidas do primeiro ciclo de seleção da população CMS-39, foram submetidas ao segundo ciclo de seleção entre progênes de meios irmãos. Para isso foram divididas em 4 grupos de 100 denominados A, B, C e D e dispostas em 4 latices 10×10 com duas repetições.

TABELA 6 - Características físico-químicas dos solos onde foram conduzidos os experimentos de avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39, em Ijaci e Sete Lagoas, 1985/86.

Análise química ¹	pH	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	P	M.O.
		(eq. mg/100 cc.)			(ppm)		(%)
Ijaci	6,40	0,00	6,00	0,44	32,00	3,00	2,41
Sete Lagoas	5,30	0,00	2,91	1,02	75,00	9,00	3,10
Análise física ¹	Areia grossa (%)	Areia fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classificação textural		
Ijaci	19,00	22,00	29,00	30,00	Franco Arg.		
Sete Lagoas	5,00	10,00	35,00	50,00	Argiloso		

¹ Laboratório de Análise do Solo do CNPMS, Sete Lagoas, MG.

As parcelas foram constituídas de uma única linha de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m. Em virtude do baixo número de sementes de algumas progênies, a semeadura foi feita alternando-se covas com duas e uma semente, espaçadas de 0,20 m, num total de 38 sementes por parcela. As covas com 2 plantas tiveram posteriormente uma planta eliminada através do desbaste.

A adubação foi feita no sulco de plantio com 500 kg/ha da formulação 4-14-8. Ao redor dos 30 dias após a emergência foi feita uma adubação nitrogenada em cobertura com 40 kg/ha de nitrogênio em forma de sulfato de amônio. As capinas e demais tra-

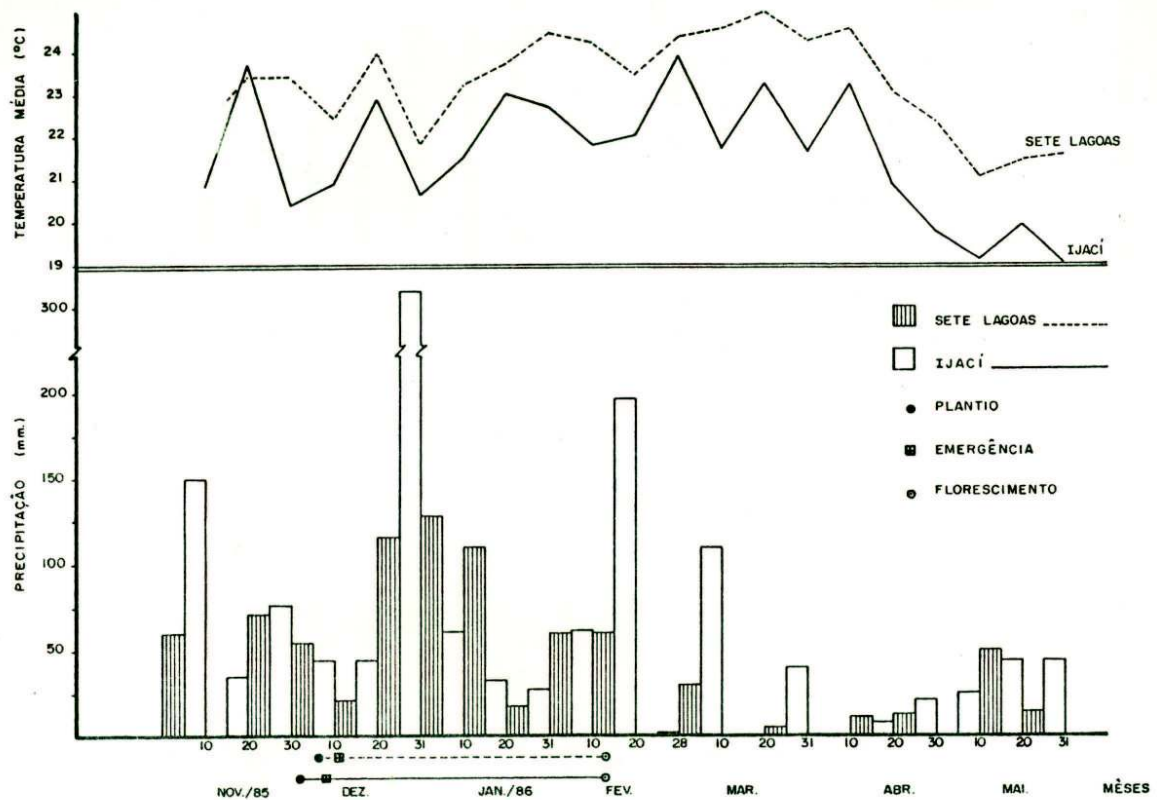


FIGURA 1 - Precipitação pluviométrica acumulada e médias das temperaturas médias por decênio ocorridas no período de novembro de 1985 a maio de 1986 para Ijací e Sete Lagoas (MG). 5

tos foram feitos todas as vezes que se fizeram necessários para manter os ensaios sem a competição de invasoras ou danos de pragas.

3.2.3. Coleta dos dados dos experimentos

Em cada parcela foram anotados os seguintes dados:

1. Altura da planta: compreendeu à distância em centímetros do nível do solo até a inserção da folha bandeira, representando uma média visual obtida com o auxílio de uma régua colocada na extremidade de cada parcela.
2. Altura da espiga: compreendeu à distância em centímetros do nível do solo até o nó de inserção da primeira espiga, representando uma média visual obtida com o auxílio de uma régua colocada na extremidade de cada parcela.
3. Peso das espigas despalhadas em gramas por parcela. Após a pesagem foram retiradas amostras para determinação da porcentagem de umidade dos grãos.

No experimento de Ijaci, ainda foram tomados dados ao nível de indivíduo em 15 plantas competitivas por parcela em 10% das parcelas, ou seja 80 parcelas considerando-se as duas repetições, para as estimativas das variâncias e covariâncias entre plantas dentro das parcelas, para as 3 características descritas acima.

3.2.4. Análises estatísticas dos dados

Os dados da característica peso das espigas despalhadas tiveram sua umidade corrigida para 14,5% pela seguinte expressão:

$$P_{14,5\%} = \frac{P.O. (1 - U)}{0,855} \quad \text{onde:}$$

$P_{14,5\%}$: peso das espigas observado no campo corrigido para 14,5% de umidade

P.O. : peso das espigas observado no campo

U : umidade observada em cada parcela

Primeiramente, foram feitas as análises de variância dos experimentos A, B, C e D isoladamente por local para as características indicadas anteriormente. Em seguida os Quadrados Médios (QM) para tratamentos ajustados e para o erro efetivo dos látices dos experimentos A, B, C e D foram ponderados dentro de cada local.

Esta ponderação originou as análises combinadas por local, que seguiram o seguinte modelo matemático:

$$Y_{tjki} = m + f_t + r_{j(t)} + b_{k(jt)} + p_{i(t)} + \bar{e}_{(tjki)}$$

onde os efeitos foram considerados aleatórios:

- Y_{tjki} : observação da progênie i , no loco k , na repetição j , no experimento t ;
 m : média geral;
 f_t : efeito do experimento t ;
 $r_{j(t)}$: efeito da repetição j dentro do experimento t ;
 $b_{k(jt)}$: efeito do bloco k dentro da repetição j no experimento t ;
 $p_{i(t)}$: efeito da progênie i dentro do experimento t ;
 $\bar{e}_{(tjki)}$: efeito do erro ambiental médio.

O esquema da análise de variância foi o seguinte:

TABELA 7 - Esquema da análise de variância combinada para cada localidade com as respectivas esperanças dos quadrados médios ao nível de indivíduo (g/planta e cm/planta).

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)
Experimento (E.)	3	Q_1	-
Repetição (R.)/E.	4	Q_2	-
Bloco/R./E.	72	Q_3	-
Progênies (P.)/E.	396	Q_4	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_p^2$
Resíduo Combinado	324	Q_5	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2$
TOTAL	799		

onde:

$\hat{\sigma}_d^2$: variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas

$\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental entre parcelas

$\hat{\sigma}_p^2$: variância genética entre progênies de meios irmãos

n : número de plantas por parcela

r : número de repetições

Para a transformação dos QM para o nível de indivíduo, os QM para a característica peso de espigas despalhadas, anotados em totais por parcela foram divididos pelo número de plantas por parcela (25), enquanto que os QM para as características altura da planta e altura da espiga, como foram anotados média por parcela, foram multiplicados pelo número de plantas por parcela (25), VENCOSKY (62).

Posteriormente, foram feitas as análises da variância conjunta para os dois locais, para os experimentos que possuíam as mesmas 100 progênies, utilizando-se das médias ajustadas das progênies e do delineamento de blocos casualizados.

Finalmente foi feita a ponderação dos QM para progênies, interação progênies x locais e dos erros combinados das análises conjuntas para reagrupar as 400 progênies numa só análise, denominada análise agrupada, para cada uma das características anotadas, seguindo o seguinte modelo matemático.

$$Y_{htjki} = m + l_h + f_t + (l \times f)_{ht} + r_{j(th)} + b_{k(jth)} + p_{i(t)} + (p \times l)_{i,h(t)} + (p \times l)_{i,h(t)} + \bar{e}_{(htjki)}$$

onde:

- Y_{htjki} : observação da progênie i , no bloco k , na repetição j , no experimento t , no local h ;
- m : média geral
- l_h : efeito do local h ;
- f_t : efeito do experimento t ;
- $(l \times f)_{ht}$: efeito da interação do local h com o experimento t ;
- $r_{j(th)}$: efeito da repetição j dentro do experimento t no local h ;
- $b_{k(jth)}$: efeito do bloco k dentro da repetição j no experimento t no local h ;
- $p_{i(t)}$: efeito da progênie i dentro do experimento t ;
- $(p \times l)_{i,h(t)}$: efeito da interação da progênie i com o local h dentro do experimento t ;
- $\bar{e}_{(htjki)}$: efeito do erro ambiental médio.

Os QM das análises agrupadas foram multiplicados pelo número de repetições (2), porque foram utilizadas as médias das progênies para efetuar as análises conjuntas que os geraram. As transformações dos QM do nível de totais e médias por parcela

para o nível de indivíduo foram feitas de modo semelhante ao descrito anteriormente. O esquema das análises de variância agrupadas com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerados todos os fatores de variação como efeito aleatório, se encontram na Tabela 8.

TABELA 8 - Esquema das análises de variância agrupadas para as duas localidades com as respectivas esperanças dos quadrados médios ao nível de indivíduo (g/planta e cm/planta).

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)
Local (L)	1	QM ₁	-
Experimento (E)	3	QM ₂	-
L. x E.	3	QM ₃	-
Repetição (R.)/E./L.	8	QM ₄	-
Bloco (B.)/R./E./L.	144	QM ₅	-
Progênies (P.)/E.	396	QM ₆	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_{pxl}^2 + nrz\hat{\sigma}_p^2$
P. x L./E.	396	QM ₇	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_{pxl}^2$
Resíduo Combinado	648	QM ₈	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2$
TOTAL	1599		

onde:

σ_d^2 : variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas

σ_e^2 : variância ambiental entre parcelas

- $\hat{\sigma}_{pxl}^2$: variância da interação progênies x locais
 $\hat{\sigma}_p^2$: variância genética entre progênies de meios irmãos da análise conjunta para os dois locais
n : número de plantas por parcela.
r : número de repetições
z : número de locais

As estimativas das variâncias entre plantas dentro das parcelas ($\hat{\sigma}_d^2$) foram obtidas pelo somatório das somas de quadrados dos dados dentro de cada parcela amostrada, posteriormente dividido pelo somatório dos graus de liberdade para cada parcela.

3.2.5. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

Considerando-se os quadrados médios já reduzidos ao nível de indivíduo, para as três características estudadas, foram obtidas as estimativas dos componentes da variância para a análise de cada local e para a análise agrupada dos dois locais.

Embora as análises tenham sido feitas em látice, as estimativas dos componentes de variância foram baseadas nas esperanças dos quadrados médios para blocos casualizados, usando os QM de tratamentos ajustados e o erro efetivo do látice, conforme metodologia descrita por VIANNA & SILVA (64). Desse modo a meto-

dologia para a estimação dos componentes da variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos encontram-se nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9 - Estimativas dos componentes da variância para cada local e para o agrupamento dos dois locais considerando-se as E(QM) a apresentadas nas Tabelas 7 e 8.

Componentes da variância	Cada Local	Ambos Locais
σ_p^2	$Q_4 - Q_5/nr$	$QM_6 - QM_7/nrz$
$\hat{s}(\sigma_p^2)$	$\frac{2}{n^2 r^2} \left[\frac{Q_4^2}{n_4+2} + \frac{Q_5^2}{n_5+2} \right]$	
$\hat{\sigma}_A^2$	$4 \cdot \sigma_p^2$	$4\sigma_p^2$
$\hat{s}(\sigma_A^2)$	$4 \cdot \hat{s}(\sigma_p^2)$	-
$\hat{\sigma}_F^2$	Q_4/nr	QM_6/nrz
$\hat{\sigma}_{px1}^2$	-	$QM_7 - QM_8/nr$
$\hat{\sigma}_e^2$	$\sigma_d^2 + 25\sigma_e^2 = Q_5$	$\sigma_d^2 + 25\sigma_e^2 = QM_8$
$\hat{\sigma}_d^2$	$c\sigma_e^2$	$c\sigma_e^2$

onde: σ_p^2 , σ_{px1}^2 , σ_e^2 e σ_d^2 já foram descritas anteriormente.

- $\hat{\sigma}_p^2$: erro associado a estimativa de σ_p^2
 $\hat{\sigma}_A^2$: erro associado a estimativa σ_A^2
 σ_A^2 : variância genética aditiva
 σ_F^2 : variância fenotípica entre médias de progênes de meios irmãos
 n_4 : graus de liberdade para Progênes/E (Tabela 7)
 n_5 : graus de liberdade para Resíduos Combinados (Tabela 7)
 c : relação σ_d^2/σ_e^2 determinada nos experimentos conduzidos em Ijaci

TABELA 10 - Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para cada local e para o agrupamento dos dois locais considerando-se os E(QM) apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Parâmetros	Expressões
h_m^2 (para seleção massal)	$\sigma_A^2/\sigma_p^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2$
h_p^2 (para progênes de M.L.)	σ_p^2/σ_F^2
CVG	$\sqrt{\sigma_p^2/\hat{m}} \cdot 100$
CVE	$\sqrt{\sigma_d^2 + n\sigma_e^2/n/\hat{m}} \cdot 100$
b	CVG/CVE
GŜ - Peso da espiga	$k \cdot \sigma_p^2/\sqrt{\sigma_F^2}$
- Altura da planta	$ds \cdot \sigma_p^2/\sigma_F^2$
- Altura da espiga	$ds \cdot \sigma_p^2/\sigma_F^2$
GŜ (%)	GŜ.100/ \hat{m}

onde: h^2 : herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduo

- C \hat{V} G : coeficiente de variação genética ao nível de indivíduo
 C \hat{V} E : coeficiente de variação ambiental ao nível de indivíduo
 G \hat{S} : ganho esperado com a seleção entre as progênies de meios irmãos
 G \hat{S} (%) : G \hat{S} expresso em percentual em relação a \hat{m}
 ds : diferencial de seleção
 K : diferencial de seleção estandardizado
 \hat{m} : média da característica ao nível de indivíduo
 * Os demais termos já foram descritos anteriormente.

Na Tabela 9, pode-se observar que a variância genética aditiva (σ_A^2)  resultado da multiplicação da variância genética entre progênies de meios irmãos (σ_p^2) por 4, porque $\sigma_p^2 = 1/4\sigma_A^2$, VENCOVSKY (62).

Como somente se obtiveram dados por planta nos experimentos de Ijaci, as relações σ_d^2/σ_e^2 (c) obtidas neste local, foram utilizadas no cálculo das estimativas das variâncias ambientais (σ_e^2) dos experimentos de Sete Lagoas e da média dos dois locais (Tabela 9).

As estimativas do ganho esperado com a seleção (G \hat{S}), diferiram da característica peso da espiga despalhada para as outras duas (Tabela 10) porque, na primeira, a seleção foi truncada, permitindo o uso do diferencial de seleção estandardizado K (neste caso, em que foi aplicado uma intensidade de seleção de 10% entre as progênies, o valor de K foi de 1,755), enquanto que

para as outras duas, a seleção foi não truncada necessitando-se utilizar o diferencial de seleção (ds).

3.2.6. Decomposição da interação genótipos x ambientes

A decomposição desta interação foi feita em duas partes, uma simples, outra complexa, através da seguinte expressão apresentada por VENCOSKY (62):

$$\hat{\sigma}_{px1}^2 = 1/2 (\hat{\sigma}_{p1} - \hat{\sigma}_{p2})^2 + \hat{\sigma}_{p1} \hat{\sigma}_{p2} (1 - r_{12})$$

onde:

- A primeira parte, $1/2(\hat{\sigma}_{p1} - \hat{\sigma}_{p2})^2$ é devida à diferença na variabilidade genética das progênes dentro dos ambientes, ou seja, estima a interação simples.
- A segunda parte, $\hat{\sigma}_{p1} \hat{\sigma}_{p2} (1 - r_{12})$ é devida à falta de correlação entre as progênes de um ambiente para outro, ou seja, estima a interação complexa.

r_{12} é o coeficiente de correlação genética entre as médias das progênes nos locais 1 e 2, que é obtido pela seguinte expressão:

$$r_{12} = \frac{1/4 C\hat{O}v_{A(1,2)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{p1}^2 \hat{\sigma}_{p2}^2}}$$

onde:

σ_{p1}^2 e σ_{p2}^2 : estimativas da variância genética entre progênies nos locais 1 e 2, respectivamente.

$1/4\hat{C}ôv_{A(1,2)}$: estimativa da covariância genética entre progênies nos locais 1 e 2, obtida através da expressão de Kempthorne citado por VENCOVSKY (62) ou, neste caso, sendo que não existe covariância ambiental de um local para outro, a $\hat{C}ôv_{A(1,2)}$ é toda devida a covariância genética entre progênies, ou seja, equivale a variância genética entre progênies (σ_p^2) estimada da análise agrupada.

3.2.7. Respostas correlacionadas na seleção e correlações

A resposta correlacionada na seleção pode tratar da mesma característica em dois ambientes distintos, e neste caso estima o ganho que se tem num ambiente quando a seleção é efetuada no outro ambiente.

Deste modo, segundo VENCOVSKY (62), tem-se:

1º) Peso da espiga no local 1 selecionado no local 2

$$RC_{(1,2)} = K \frac{1/4 \hat{C}ôv_{A(1,2)}}{\sqrt{\sigma_{F2}^2}} \quad \text{onde:}$$

$RC_{(1,2)}$: a resposta correlacionada no local 1 quando se efetua a seleção no local 2, para peso da espiga despalhada.

K : diferencial de seleção estandardizado

$1/4C\hat{O}v_{A(1,2)}$: estimativa da covariância genética entre progê-
nias nos locais 1 e 2

σ_{F2}^2 : estimativa da variância fenotípica entre as mé-
dias das progênes no local 2. Pode também tratar

Pode também tratar de características diferentes, per-
mitindo-se estimar o ganho que se tem numa característica quando
se faz a seleção na outra característica. Para este trabalho po-
de-se estudar:

2º) Peso da espiga (X) com altura da planta (Y).

3º) Peso da espiga (X) com altura da espiga (Z).

Através da seguinte expressão apresentada por VENCOVSKY

(62):

$$RC_{(Y,X)} = K_X \frac{1/4 C\hat{O}v_{A(X,Y)}}{\sqrt{\sigma_{FX}^2}}$$

$RC_{(Y,X)}$: a resposta correlacionada na altura da planta (Y)
quando se efetua a seleção no peso da espiga (X).

K_X : diferencial de seleção estandardizado do caráter
selecionado (X).

$1/4C\hat{O}v_{A(X,Y)}$: estimativa da covariância genética aditiva entre
progênes de meios irmãos entre o caráter X e Y.

σ_{FX}^2 : estimativa da variância fenotípica entre as mé-
dias das progênes de meios irmãos para o cará-
ter selecionado (X).

No primeiro caso, $1/4 \text{C}\hat{\text{O}}\text{v}_{A(1,2)}$ é igual a variância genética entre progênies ($1/4 \sigma_A^2 = \sigma_p^2$) porque a característica é a mesma (peso da espiga) e a covariância entre dois ambientes é nula, e neste caso $1/4 \text{C}\hat{\text{O}}\text{v}_A = 1/4 \sigma_A^2 = \sigma_p^2$. Nos outros dois casos, é necessário estimar as covariâncias entre os caracteres X e Y, e X e Z.

Utilizou-se para isto a metodologia sugerida por VENCOVSKY (62), através da análise da variância da soma de dois caracteres, por exemplo (X + Y).

Assim:

- a) Análise da variância do caráter X
- b) Análise da variância do caráter Y
- c) Análise da variância da soma dos dois caracteres (X + Y)

Seguiu-se os mesmos modelos matemáticos e esquemas das análises da variância para os caracteres X e Y separadamente, e descritos anteriormente, na forma de análise da variância combinada por local e agrupada para os dois locais, ficando resumidamente como apresentado na Tabela 11.

As estimativas das covariâncias ambientais entre parcelas ($\text{C}\hat{\text{O}}\text{v}_e$), são calculadas de modo semelhante às variâncias ambientais entre parcelas (σ_e^2), após o cálculo das covariâncias entre plantas dentro das parcelas ($\text{C}\hat{\text{O}}\text{v}_d$), como descrito anteriormente, embora suas estimativas não participem das expressões pa-

TABELA 11 - Resumo do esquema das análises de covariância entre os caracteres (X e Y), (X e Z) e (Y,Z), baseadas nas análises de variância combinadas por local e agrupadas para os dois locais, do peso da espiga (X), altura da planta (Y), altura da espiga (Z) e das somas (X + Y), (X + Z) e (Y + Z).

F.V.	GL	PM	E(PM)*
Análise combinada por local			
Progênes/E	396	$1/2[Q_4(X+Y)-Q_4(X)-Q_4(Y)] = P_4$	$C\hat{v}_d+nC\hat{v}_e+nrC\hat{v}_p$
Resíduo Combinado	324	$1/2[Q_5(X+Y)-Q_5(X)-Q_5(Y)] = P_5$	$C\hat{v}_d+nC\hat{v}_e$
Análise agrupada dos 2 locais			
Progênes(P)/E	396	$1/2[QM_6(X+Y)-QM_6(X)-QM_6(Y)]=PM_6$	$C\hat{v}_d+nC\hat{v}_e+nrC\hat{v}_{pxl}+nrzC\hat{v}_p$
P.xL./E	396	$1/2[QM_7(X+Y)-QM_7(X)-QM_7(Y)]=PM_7$	$C\hat{v}_d+nC\hat{v}_e+nrC\hat{v}_{pxl}$
Resíduo Combinado	648	$1/2[QM_8(X+Y)-QM_8(X)-QM_8(Y)]=PM_8$	$C\hat{v}_d+nC\hat{v}_e$

Onde:

$C\hat{v}_d$: covariância fenotípica entre plantas dentro das parcelas;

$C\hat{v}_e$: covariância ambiental entre as parcelas;

$C\hat{v}_p$: covariância genética entre progênes de meios irmãos;

$C\hat{v}_{pxl}$: covariância da interação progênes x locais;

n : número de plantas por parcela;

r : número de repetições;

z : número de locais.

* Para as ANCOVAS entre os caracteres Y e Z as E(PM) são as apresentadas acima porém divididas por n.

ra o cálculo das correlações, como pode ser observado logo a seguir.

As estimativas dos componentes da covariância foram obtidas da mesma maneira que se obtiveram os componentes da variância, como se acha demonstrado na Tabela 9., somente trocando-se Q e QM por P e PM, como proposto por GERALDI (15) e GERALDI et alii (16).

As estimativas dos coeficientes de correlação foram obtidas através das seguintes expressões citadas por GERALDI (15):

- Coeficiente de correlação genética aditiva entre os caracteres X e Y:

$$r_{A(X,Y)} = \frac{C\hat{o}v_{A(X,Y)}}{\sqrt{\sigma_{AX}^2 \cdot \sigma_{AY}^2}}$$

- Coeficiente de correlação fenotípica entre os caracteres X e Y:

$$r_{F(X,Y)} = \frac{C\hat{o}v_{F(X,Y)}}{\sqrt{\sigma_{F(X)}^2 \cdot \sigma_{F(Y)}^2}}$$

- Coeficiente de correlação ambiental entre os caracteres X e Y:

$$r_{E(X,Y)} = \frac{r_{F(X,Y)} - r_{A(X,Y)} \cdot \hat{h}_X \cdot \hat{h}_Y}{\sqrt{(1 - \hat{h}_X^2) \cdot (1 - \hat{h}_Y^2)}}$$

- Coeficiente de correlação genética parcial de 1ª ordem entre os caracteres X e Y, considerando-se o caráter Z como fixo:

$$r_{A(X,Y)Z} = \frac{r_{A(X,Y)} - [r_{A(X,Z)} \cdot r_{A(Y,Z)}]}{\sqrt{[1 - r_{A(X,Z)}^2][1 - r_{A(Y,Z)}^2]}}$$

Estimou-se ainda a eficiência na seleção (E.S.) segundo a expressão proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN (20), segundo a qual:

$$E.S. = \frac{A - C}{B - C} \cdot 100$$

onde:

A : número de progênies comuns aos dois ambientes de seleção.

B : número de progênies selecionadas.

C : número esperado de progênies em comum nos dois ambientes unicamente devido ao acaso, que é igual a 10% de B.

3.2.8. Seleção entre famílias de meios irmãos

Como as 400 progênies foram divididas em 4 grupos de 100, e foram avaliadas em ensaios separados que apresentaram médias diferentes, foram tomadas precauções no sentido de se garantir que cada ensaio tivesse a mesma probabilidade de participar com o mesmo número de progênies selecionadas, já que a divisão das progênies foi aleatória. Caso contrário, essa participação

teria tendência ao desequilíbrio no sentido dos ensaios que, provavelmente por terem se desenvolvido em solo mais fértil, tiveram maior média de rendimento, embora a média de cada grupo de 100 progênes de meios irmãos seja suficiente para representar a média da população.

Desse modo, foi calculado um índice relativo de produção, entre as progênes de um dado ensaio em relação a média geral deste mesmo ensaio, através da expressão:

$$I = \frac{\bar{x}_{pi(j)}}{\bar{x}_{ej}} \cdot 100 \quad \text{onde:}$$

I : índice relativo de produção

$\bar{x}_{pi(j)}$: média da progênie i no ensaio j

\bar{x}_{ej} : média do ensaio j

i variando de: 1 ... 100 para j = A;

101 ... 200 para j = B;

201 ... 300 para j = C e

301 ... 400 para j = D.

Calculados os índices para as 100 progênes de cada ensaio, os 4 grupos de 100 foram agrupados num só grupo de 400, com as progênes dispostas em ordem decrescente de seus índices. A seguir foi feita a seleção truncada, através da escolha das 40 progênes superiores, correspondendo a um índice de seleção de 10% entre progênes.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação das progênies

Serão apresentados os resultados obtidos para cada local e logo em seguida, aqueles obtidos baseado na média dos dois locais.

Os resumos das análises de variância ao nível de indivíduo para os experimentos A, B, C e D para os caracteres peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta) em cada localidade, se encontram nas tabelas 12 e 13.

Inicialmente deve ser considerado que para os experimentos de Ijací (Tabela 12) ao contrário do que era esperado, a eficiência dos látices foi maior para os caracteres altura da planta e altura da espiga. Já para os experimentos de Sete Lagoas (Tabela 13), a eficiência dos látices mostrou valores maiores para o caráter peso das espigas, embora mesmo para esta característica tenham se mostrado pouco eficientes. Deve ser salientado contudo, que independente desta baixa eficiência, todas as características em todos os experimentos foram analisadas se-

guindo o esquema de látice.

Para o caráter peso das espigas o teste F apresentou significância ao nível de 1% de probabilidade apenas para o experimento A, no qual foram avaliadas as progênies numeradas de 1 a 100 nas duas localidades (Tabelas 12 e 13). Deve ser mencionado que este grupo de progênies foi o que apresentou menor produtividade média.

As características altura da planta e altura da espiga apresentaram variabilidade bem contrastantes de uma localidade para a outra, como pode ser observado pela significância do teste F para os experimentos B, C e D para altura da planta em Ijaci e apenas B em Sete Lagoas, e C e D para altura da espiga em Ijaci e apenas D para Sete Lagoas.

Os coeficientes de variação (C.Vs.) encontrados, que podem ser considerados médios para peso das espigas segundo GOMES (17), tiveram amplitude ligeiramente maior em Ijaci (15,91 a 19,88%) do que em Sete Lagoas (12,86 a 15,98%) Tabelas 12 e 13. Para as outras duas características a magnitude dos C.Vs. se inverteu, com os valores de Sete Lagoas atingindo cerca do dobro dos valores de Ijaci. Observa-se também que, dentro de cada localidade, os C.Vs. para altura da espiga atingiram quase duas vezes os valores obtidos para altura da planta; uma explicação para este fato é dada com base na fórmula do C.V., onde se percebe que esta estimativa é muito influenciada pela média, de fato, a despeito da grande diferença entre os C.Vs. calculados para es-

TABELA 12 - Resumo das análises de variância dos experimentos A, B, C e D para as características: peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci (MG), 1985/86.

F.V.	Características ¹	GL	QM			
			Experimento A	Experimento B	Experimento C	Experimento D
Tratamentos (A.J.)	P.E.	99	23.046,5336**	20.675,0020	24.089,4940	27.712,0663
	A.P.	99	2.423,9000	3.333,5725**	3.883,9150*	3.511,1050**
	A.E.	99	2.601,5125	2.889,3625	3.585,4400*	2.824,0575*
Erro Efetivo	P.E.	81	13.746,2400	17.218,1200	20.356,0000	20.027,8000
	A.P.	81	1.999,2075	1.890,2525	2.526,0250	1.817,9250
	A.E.	81	2.026,1950	2.035,2500	2.235,4375	1.739,2200
Médias	P.E. (kg/ha)		6.888,96	8.246,82	8.112,84	7.117,82
	A.P. (cm)		247,25	257,68	258,25	250,68
	A.E. (cm)		137,30	149,23	146,65	137,53
	Estande		23,93	23,18	23,90	24,21
C.V. (%)	P.E.		17,02	15,91	17,59	19,88
	A.P.		3,62	3,37	3,89	3,40
	A.E.		6,56	6,05	6,44	6,06
Eficiência do Látice	P.E.		107,44	101,26	127,67	107,36
	A.P.		121,58	207,24	151,35	130,47
	A.E.		123,38	161,75	190,58	131,35

¹ P.E. : Peso das Espigas

A.P. : Altura da Planta

A.E. : Altura da Espiga

** e * Teste F significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13 - Resumo das análises de variância dos experimentos A, B, C e D para as características: peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Sete Lagoas (MG), 1985/86.

F.V.	Características ¹	GL	QM			
			Experimento A	Experimento B	Experimento C	Experimento D
Tratamentos (A.J.)	P.E.	99	18.370,6400**	12.458,9514	19.445,7233	18.343,4275
	A.P.	99	5.897,7525	8.047,2000*	6.460,6750	7.099,8675
	A.E.	99	9.465,1125	8.173,6075	8.026,3250	8.138,6000*
Erro Efetivo	P.E.	81	8.980,5105	10.770,0000	14.729,6000	15.050,4000
	A.P.	81	6.881,8250	5.598,3850	6.635,5375	5.878,2500
	A.E.	81	6.672,1500	8.290,1000	6.023,1000	5.296,7750
Médias	P.E. (kg/ha)		7.371,46	7.681,22	8.691,00	7.676,18
	A.P. (cm)		226,00	240,20	240,88	236,28
	A.E. (cm)		127,85	136,95	140,13	134,38
	Estandê		24,90	23,77	24,84	23,71
C.V. (%)	P.E.		12,86	13,96	13,96	15,98
	A.P.		7,34	6,23	6,76	6,49
	A.E.		12,78	13,30	11,07	10,83
Eficiência do Látice	P.E.		101,14	102,63	110,77	122,72
	A.P.		101,60	109,89	102,49	100,26
	A.E.		100,87	100,11	101,71	100,42

¹ P.E. : Peso das Espigas

A.P. : Altura da Planta

A.E. : Altura da Espiga

** e * Teste F significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

tas características, os seus erros efetivos tiveram magnitudes semelhantes dentro de cada local (Tabela 12 e 13).

Na Tabela 14 estão apresentados os resumos das análises de variância combinadas das 400 progênies por local. Constatou-se que em Ijaci ocorreram diferenças altamente significativas para todas as características avaliadas, e em Sete Lagoas somente a característica altura das plantas não apresentou estas diferenças.

O comportamento das progênies quanto a produção de espigas despalhadas pode ser visto nas figuras 2 e 3, que ilustram a distribuição de frequências de produção das 400 progênies reunidas por local. Em Ijaci a variação foi de 4,136 à 11,368 toneladas/ha, com uma média de 7,592 t/ha. Em Sete Lagoas a variação foi de 4,958 à 11,670 toneladas/ha, com uma média de 7,854 t/ha.

Finalmente são apresentados na Tabela 15 os resumos das análises de variância agrupadas onde pode-se observar que para todas as características analisadas, ocorreram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre as médias de locais e de tratamentos, no entanto, na interação progênies por locais, o teste F só apresentou significância para a característica peso das espigas. É interessante acrescentar que, para as outras duas características os quadrados médios da interação foram inclusive, menores que os respectivos quadrados médios dos resíduos combinados.

TABELA 14 - Resumo das análises de variância combinadas para os experimentos A, B, C e D em cada local, para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

F.V.	GL	QM		
		Peso das Espigas	Altura da Planta	Altura da Espiga
IJACI				
Progenies/Experimentos	396	23.880,7739**	3.288,1225**	2.975,0925**
Resíduo Combinado	324	17.837,0400	2.058,3525	2.009,0250
Média		151,8324	253,47	142,68
C.V.(%)		17,59	3,58	6,28
SETE LAGOAS				
Progenies/Experimentos	396	17.154,6856**	6.876,3750	8.450,9125**
Resíduo Combinado	324	12.382,6276	6.248,5000	6.570,5325
Média		157,0992	235,84	134,83
C.V.(%)		14,17	6,70	12,02

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

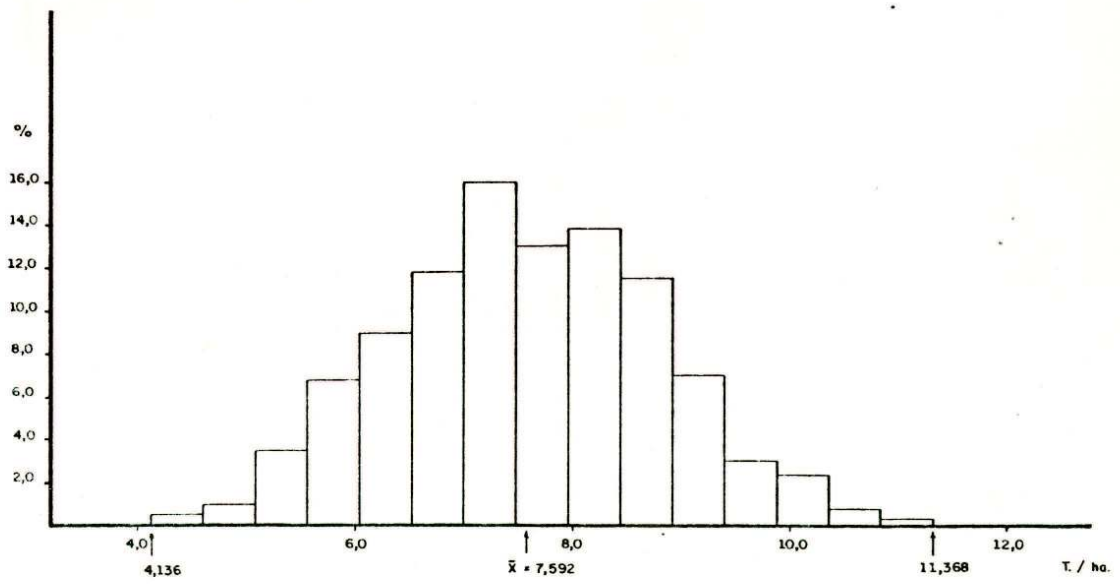


FIGURA 2 - Distribuição de frequências do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º ciclo de seleção. Ijaci (MG), 1985/86.

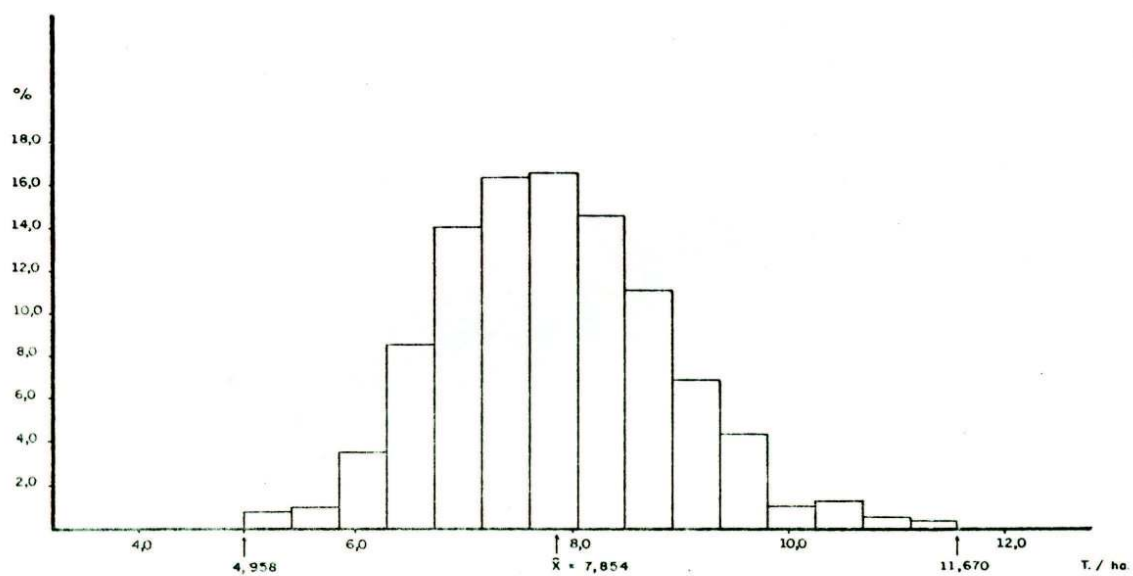


FIGURA 3 - Distribuição de frequências do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º ciclo de seleção. Sete Lagoas (MG), 1985/86.

A variação para o peso das espigas foi de 5,200 a 9,922 t/ha, com uma média geral dos dois locais de 7,724 t/ha, como está ilustrado na Figura 4.

4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos se encontram na Tabela 16. Como todas as análises combinadas por local e agrupadas dos dois locais tiveram seus quadrados médios ajustados para o nível de indivíduo, todas as variâncias da referida tabela foram obtidas neste nível, e expressas nas unidades de $(g/planta)^2$ para peso das espigas e $(cm/planta)^2$ para altura da planta e altura da espiga.

Para a estimação da variância ambiental entre parcelas (σ_e^2) normalmente se utiliza o valor de 10 para a relação σ_d^2/σ_e^2 , (2, 14, 42, 43, 47, 67 entre outros). Neste trabalho, foi feita uma amostragem nos experimentos de Ijaci, com anotação de dados ao nível de plantas, que permitiu a obtenção da variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas (σ_d^2) para as três características anotadas. Para o peso das espigas o valor encontrado foi de 5,92 e para altura da planta e altura da espiga encontrou-se 6,06 e 4,80 respectivamente, devendo-se destacar que para as três características analisadas as relações σ_d^2/σ_e^2 tiveram magnitudes semelhantes porém inferiores às normalmente utilizadas.

TABELA 15 - Resumo das análises de variância agrupadas dos dois locais para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

F.V.	GL	QM		
		Peso das Espigas	Altura da Planta	Altura da Espiga
Locais (L.)	1	277.423,2000**	3.106.406,7500**	616.625,0000**
Progenies (P.)/E.	396	23.175,3800**	6.307,0750**	7.345,1375**
P. x L./E.	396	17.860,0000**	3.854,4200	4.081,2825
Resíduo Combinado	648	15.109,8400	4.153,4275	4.289,7875
Média		154,47	244,65	138,75
C.V.(%)		15,92	5,27	9,44

E. : Experimentos

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

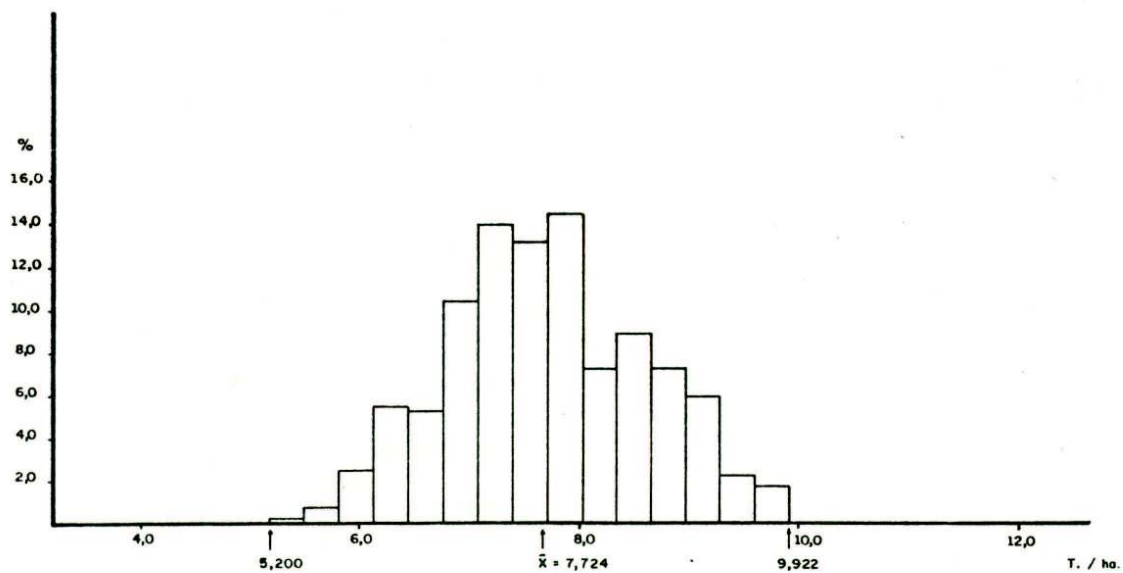


FIGURA 4 - Distribuição de frequências das médias dos dois locais do peso médio das espigas despalhadas em t/ha à 14,5% de umidade, para as 400 progênes de meios irmãos da população de milho CMS-39, 2º ciclo de seleção. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

TABELA 16 - Estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica, ao nível de indivíduo, obtidas das análises de variância combinadas por local e agrupadas dos dois locais, para as características peso das espigas (g/planta), altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

Locais	σ_d^2	σ_e^2	σ_d^2/σ_e^2	σ_p^2	σ_A^2	σ_F^2	σ_{pxl}^2	h_m^2	CV_g	CV_e	b	h_p^2
	(g/planta) ²							(%)	(%)	(%)		(%)
PESO DAS ESPIGAS												
Ijaci	3.146,1995	576,8336	5,92	120,8747±43,8985	483,4988±175,5940	477,6155	-	11,75	7,24	17,59	0,41	25,31
Sete Lagoas	2.370,8008	400,4731	-	95.4412±31,1094	381,7648±124,4376	343,0937	-	13,32	6,22	14,17	0,44	27,82
Dois Locais	2.892,9578	488,6753	-	53,1538	212,6152	231,7538	55,0018	**	4,72	15,92	0,30	22,94
ALTURA DA PLANTA												
Ijaci	401,6837	66,2668	6,06	24,5954± 5,6683	98,3816± 22,6732	65,7625	-	19,97	1,96	3,58	0,55	37,40
Sete Lagoas	1.219,1211	201,1751	-	12,5575±13,8151	50,2300± 55,2604	137,5275	-	3,51	1,50	6,70	0,22	9,13
Dois Locais	810,3596	133,7227	-	21,5365	86,1459	63,0708	0,00*	**	1,90	5,27	0,36	34,15
ALTURA DA ESPIGA												
Ijaci	323,4014	67,4249	4,80	19,3214± 5,2627	77,2856± 21,0508	59,5019	-	18,84	3,08	6,28	0,49	32,47
Sete Lagoas	1.058,3410	220,4877	-	37,6076±15,7955	150,4304± 63,1820	169,0163	-	11,43	4,55	12,02	0,38	22,25
Dois Locais	690,9725	143,9526	-	30,5535	122,2140	73,4514	0,00*	**	3,98	9,44	0,42	41,60

σ_d^2 : variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas

σ_e^2 : variância ambiental entre parcelas

σ_p^2 : variância genética entre progênes de meios irmãos

σ_A^2 : variância genética aditiva

σ_F^2 : variância fenotípica entre médias de progênes de meios irmãos

σ_{pxl}^2 : variância da interação progênes x locais

h_m^2 : herdabilidade no sentido restrito para seleção massal

CV_g : coeficiente de variação genética

CV_e : coeficiente de variação ambiental

b : relação CV_g/CV_e

h_p^2 : herdabilidade no sentido restrito para progênes de meios irmãos

* valor negativo e próximo de zero, considerado igual a zero

** valor não estimado por não fazer sentido a seleção massal na média dos dois locais.

A variância genética entre progênes de meios irmãos (σ_p^2), apesar de se apresentar mais elevada em Ijaci que em Sete Lagoas, 120,8747 e 95,4412 (g/planta)² respectivamente, está uma dentro do intervalo de segurança da outra, sugerindo que a diferença pode ser aparente em função dos erros das estimativas, que tiveram magnitudes semelhantes e da ordem de 36,3 e 32,6% da estimativa da σ_p^2 para Ijaci e Sete Lagoas, respectivamente. A estimativa da σ_p^2 na média dos dois locais mostra um valor bem inferior ao encontrado nos locais em separado 53,1538 (g/planta)², o que se justifica pelo fato das estimativas por local serem inflacionadas pela presença da componente da variância da interação progênes x locais.

Como a seleção entre progênes de meios irmãos só libera 1/4 da variância genética aditiva (σ_A^2) que corresponde a variância genética entre progênes de meios irmãos (σ_p^2), as estimativas da σ_A^2 são o resultado da multiplicação destas estimativas por 4, VENCOVSKY (62).

A herdabilidade (h^2) é uma relação entre variâncias que permite vislumbrar o percentual da variação total que é devido a causas genéticas, e portanto herdável e passível de ser aproveitada com a seleção. Na Tabela 16 são apresentadas duas formas de herdabilidade. Uma, mais comparável na literatura, expressa a herdabilidade no sentido restrito para a seleção massal ao nível de plantas (h_m^2), que apresentou valores de 11,75 e 13,32% para Ijaci e Sete Lagoas respectivamente. A segunda, é a herdabi

lidade no sentido restrito para progênies de meios irmãos (h_p^2), que relaciona a variância genética entre progênies de meios irmão (σ_p^2) com a variância fenotípica entre médias de progênies de meios irmãos (σ_F^2), proporcionando valores de 25,31 e 27,82% para Ijaci e Sete Lagoas respectivamente, e de 22,94% para a média dos dois locais, bem mais elevados que as da primeira (h_m^2); como a seleção foi realizada ao nível de média de progênie, esta herdabilidade é a utilizada na estimação dos ganhos esperados com a seleção.

O coeficiente de variação genética (CV_g), expressa a porcentagem da variação genética entre progênies de meios irmãos em relação à média do caráter, seus valores estimados foram de 7,24, 6,22 e 4,72% para Ijaci, Sete Lagoas e a média dos dois locais.

Considerando que tanto o coeficiente de variação genética como o coeficiente de variação do erro experimental são dependentes da média, e esta varia de ambiente para ambiente, torna-se difícil comparar estimativas destes coeficientes. Uma forma de abstrair o efeito da média do efeito que realmente se quer medir foi idealizado por VENCOVSKY (63) e é chamado de **b**, que dá a proporção da variação genética entre as progênies em relação ao erro experimental. Os valores encontrados para este coeficiente foram 0,41, 0,44 e 0,30 para Ijaci, Sete Lagoas e média dos dois locais, indicando que a variação genética foi de 41, 44 e 30% da variação do erro experimental observada, respectivamente.

A estimativa da interação progênies x locais (σ_{pxl}^2) está apresentada na Tabela 16. Constata-se que as estimativas de σ_p^2 obtidas por local foram superestimadas pelo componente σ_{pxl}^2 , que correspondeu a 45,5% e 57,6% da estimativa de σ_p^2 de Ijaci e Sete Lagoas respectivamente. Deve ser mencionado também que o componente σ_{pxl}^2 foi de magnitude semelhante ao componente σ_p^2 estimado na média dos dois locais. Este resultado reforça a necessidade das estimativas dos parâmetros genéticos serem obtidos em mais de um local.

Uma das formas de se compreender melhor esta variância da interação, que foi da ordem de $55,0018 \text{ (g/planta)}^2$, consiste na sua decomposição em duas partes: uma simples, outra complexa, VENCOSKY (62), como pode ser visto na Tabela 17. Observa-se que do total do componente σ_{pxl}^2 , 98,64% se deveu a interação complexa, e mostra que houve pouca concordância entre o desempenho médio das progênies nos dois locais.

O efeito desta baixa concordância entre o desempenho médio das progênies nos dois locais, pode ser visto mais claramente quando se compara as 40 progênies selecionadas em cada local, com as 40 selecionadas na média dos dois locais. Isto está ilustrado na Tabela 18, que mostra das progênies selecionadas na média, apenas 6 comuns às selecionadas por local, o que corresponde a uma concordância de 15% das progênies selecionadas. Tirando estas 6 que foram comuns aos 2 ambientes, Ijaci contribui com mais 16 e Sete Lagoas com mais outras 15, correspondendo a

TABELA 17 - Estimativa da interação progênies x locais e seu desdobramento em interação simples e complexa. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

Característica	$C\hat{o}v_{p(i,j)}$	r_G	$\sigma^2_{pxl(i,j)}$					
			Total	(%)	Simples	(%)	Complexa	(%)
Peso das Espigas	53,1538	0,4949	55,0018	(100,00)	0,7502	(1,36)	54,2516	(98,64)

$C\hat{o}v_{p(i,j)}$: a estimativa da covariância genética entre as médias das progênies nos locais i e j;

r_G : a correlação genética entre o desempenho médio das progênies nos locais i e j;

$\sigma^2_{pxl(i,j)}$: a estimativa do componente da interação progênies locais i e j.

TABELA 18 - Número do tratamento e rendimento médio das quarenta progênies selecionadas pela média de produção dos dois locais, e o número e o nome dos locais que lhes foram comuns quando da seleção dentro da cada local isoladamente. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

Nº do Trat.	Rend. (kg/ha)	Nº de Locais	Locais
5	4339	2	I, SL
14	4291	1	- SL
21	4282	1	I
41	4416	1	- SL
47	4417	2	I SL
56	4119	0	- -
69	4392	1	I -
88	4582	1	I -
95	4610	1	- SL
98	4212	2	I SL
109	4756	1	I -
119	4493	1	I -
124	4533	1	I -
133	4726	1	- SL
134	4593	1	I -
165	4611	1	- SL
177	4864	1	I -
181	4578	1	I -
215	4755	1	I -
235	4783	0	- -
243	4877	1	- SL
250	4897	1	I -
253	4961	1	- SL
258	4742	1	I -
290	4737	1	- SL
298	4861	1	- SL
299	4944	1	I -
313	4313	1	- SL
320	4228	1	- SL
321	4367	1	- SL
339	4624	1	I -
356	4362	1	- SL
368	4198	1	I -
375	4202	0	- -
381	4496	2	I, SL
384	4289	1	- SL
394	4508	2	I, SL
395	4814	2	I, SL
397	4226	1	I -
399	4267	1	- SL

I - Ijaci

SL - Sete Lagoas

uma participação de 40,0% e 37,5%, respectivamente. As 3 progênies que faltam para completar as 40 não haviam sido selecionadas para nenhum dos dois ambientes isolados e correspondem a 7,5% das progênies.

Foram estimados os coeficientes de correlação genéticos aditivos (r_A) fenotípicos (r_F) e ambientais (r_E) entre as características estudadas nos dois locais e na média dos locais, que podem ser observados na Tabela 19. Em todas as situações as correlações entre altura da espiga e peso das espigas foram de maior magnitude que as correlações entre altura da planta e peso das espigas embora como esperado, as maiores correlações foram entre altura da planta e altura da espiga, sobretudo na média dos dois locais. Também em Ijaci as correlações foram sempre maiores que as correlações encontradas em Sete Lagoas para todas as combinações estudadas. À exceção da correlação entre altura da planta e peso das espigas que apresentou valor negativo (-0,0092) porém próximo de zero em Sete Lagoas, as demais correlações genéticas aditivas foram em todos os casos positivas e superiores às correlações fenotípicas e ambientais.

Estas correlações genéticas aditivas foram destacadas para um estudo das correlações parciais de 1ª ordem, já que três características estavam sendo estudadas, sendo todas correlacionadas entre si. Pelos coeficientes de correlação parcial de 1ª ordem é possível estudar os caracteres dois a dois, eliminando-se a influência da variação do terceiro caráter. Os resultados

TABELA 19 - Correlações genéticas aditivas (r_A), fenotípicas (r_F) e ambientais (r_E) entre as características Peso das Espigas (P.E.), Altura da Planta (A.P.) e Altura da Espiga (A.E.), por local e na média dos dois locais. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

Locais	Correlação	P.E.xA.P.	P.E.xA.E.	A.P.xA.E.
Ijaci	r_A	0,3534	0,6562	0,8550
	r_F	0,3312**	0,4271**	0,6845**
	r_E	0,3297	0,4600	0,6435
Sete lagoas	r_A	-0,0092	0,3556	0,5292
	r_F	0,1323**	0,2153**	0,5283**
	r_E	0,1454	0,1956	0,5352
Média dos dois locais	r_A	0,3481	0,6772	0,8995
	r_F	0,2390**	0,3449**	0,6475**
	r_E	0,2306	0,3137	0,6294

** Teste t significativo ao nível de 1% de probabilidade.

encontrados bem como as diferenças entre os coeficientes totais e parciais se encontram na Tabela 20. Observa-se que quando foi eliminada a variação do terceiro caráter, todas as correlações genéticas aditivas aumentaram em valor absoluto.

Deve ser evidenciado que as maiores diferenças entre os coeficientes totais e os parciais foram encontrados para as correlações entre o peso das espigas e a altura da planta quando

foi eliminada a variação da altura da espiga, cujos coeficientes totais que eram baixos e positivos para Ijaci e na média dos dois locais e tendiam a zero para Sete Lagoas, assumiram valores parciais mais altos e negativos nos locais isolados e sobretudo na média dos dois locais (Tabela 20).

Como as correlações entre altura da espiga e peso das espigas na ausência da altura da planta sofreram somente um pequeno acréscimo, embora na média dos dois locais tenha atingido um valor bem alto ($r_A = 0,8889$) permite inferir que a característica altura da espiga é a que está primariamente correlacionada com o peso das espigas e que a altura da planta só apresenta uma certa correlação positiva com o peso das espigas, devido à sua alta correlação positiva com a altura da espiga.

O ganho esperado com a seleção entre as progênies (GS) expresso em porcentagem em relação à média do peso das espigas em g/planta foi de 3,97% considerando-se a seleção na média dos dois locais, bem inferior aos GS% obtidos para cada local em separado que foram de 6,39 e 5,76 para Ijaci e Sete Lagoas respectivamente (Tabela 21). Comparando-se os GS em g/planta obtidos na Tabela 21, observa-se que se a seleção fosse feita para cada local estes ganhos seriam 58,21% e 47,56% maiores para Ijaci e Sete Lagoas, respectivamente, que quando feitos na média dos dois locais, demonstrando mais uma vez o efeito da interação progênies x locais.

Tendo em vista a baixa concordância entre as progênies selecionadas em cada local separadamente, pode ser feito um exer

TABELA 20 - Estimativas dos coeficientes de correlação genética aditiva totais e parciais de 1ª ordem, considerados os caracteres Peso das Espigas (P.E.), Altura da planta (A.P.) e Altura da Espiga (A.E.). Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

	Ijaci	Sete Lagoas	\bar{X} dos dois locais
$r_{A(P.E.,A.P.)}$	0,3534	-0,0092	0,3481
$r_{A(P.E.,A.P.)A.E.}$	-0,5307	-0,2489	-0,8119
Diferença	0,8841	0,2397	1,1600
$r_{A(P.E.,A.E.)}$	0,6562	0,3556	0,6772
$r_{A(P.E.,A.E.)A.P.}$	0,7296	0,4249	0,8889
Diferença	0,0734	0,0693	0,2117
$r_{A(A.P.,A.E.)}$	0,8550	0,5292	0,8995
$r_{A(A.P.,A.E.)P.E.}$	0,8827	0,5698	0,9623
Diferença	0,0277	0,0406	0,0628

$r_{A(P.E.,A.P.)}$: coeficiente de correlação genética aditiva total entre os caracteres Peso da Espiga (P.E.) e Altura da Planta (A.P.).

$r_{A(P.E.,A.P.)AE}$: coeficiente de correlação genética aditiva parcial de 1ª ordem entre os caracteres Peso da Espiga (P.E.) e Altura da Planta (A.P.), eliminando-se a influência da variação do caráter Altura da Espiga (A.E.). O mesmo raciocínio é válido para os demais coeficientes.

Diferença : $r_{A(P.E.,A.P.)A.E.} - r_{A(P.E.,A.P.)}$, e mede o efeito da eliminação do caráter Altura da Espiga (A.E.).

cício para se saber qual seria a resposta no local 1, se a seleção fosse feita no local 2 e vice-versa, o que é chamado de resposta correlacionada para locais. Os valores indicaram que se este procedimento fosse adotado, os ganhos em Ijaci quando a seleção fosse feita em Sete Lagoas seriam ligeiramente maiores que os ganhos em Sete Lagoas quando a seleção fosse feita em Ijaci, embora ambos se aproximem de apenas a metade dos GS quando a seleção é feita dentro do próprio local onde as progênies foram avaliadas, sendo também inferiores, 17,88% e 30,40% respectivamente, aos GS obtidos quando a seleção foi feita na média dos dois locais (Tabela 21).

estudando-se em cada local e na média dos dois locais a resposta correlacionada na altura da planta e na altura da espiga quando a seleção foi feita para o peso das espigas, chegou-se aos resultados apresentados na Tabela 22, que expressam o aumento esperado na altura da planta e altura da espiga, devido a estes caracteres estarem correlacionados, na maioria dos casos positivamente, com o peso das espigas. Considerando-se os ambientes em separado, houve uma maior tendência de aumento na altura da espiga 2,50 e 2,0 cm/planta para Ijaci e Sete Lagoas respectivamente, que na altura da planta. Esta última característica além de ter tido um baixo incremento em Ijaci, 1,50 cm/planta, tendeu para zero em Sete Lagoas.

As características altura da planta e altura da espiga entraram neste estudo mais como coadjuvantes do peso das espigas, tendo portanto maior importância nos aspectos de correla-

TABELA 21 - Comparação entre os ganhos esperados na seleção (GS) para peso das espigas, feita em cada local, na média dos dois locais e a resposta correlacionada ($RC_{1,2}$) no local 1 quando a seleção é efetuada no local 2 e vice-versa. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

	\hat{m}	GS		GS%	R.C. (1,2)	
	(g/planta)	(g/planta)	(%)*		(g/planta)	(%)*
Ijaci	151,8324	9,7021	(158,21)	6,39	5,0362a	(82,12)
Sete lagoas	157,0992	9,0489	(147,56)	5,76	4,2685b	(69,60)
\bar{X} dos dois locais	154,4700	6,1325	(100,00)	3,97	-	-

* Percentual em relação ao GS obtido para a seleção feita na média dos locais.

a : resposta obtida em Ijaci, quando a seleção é feita em Sete Lagoas.

b : resposta obtida em Sete Lagoas quando a seleção é feita em Ijaci.

\hat{m} : média obtida ao nível de indivíduo (g/planta).

GS : ganho esperado com a seleção entre progênies de meios irmãos.

GS% : GS expresso em porcentagem em relação à média.

$RC_{(1,2)}$: resposta correlacionada no local 1 quando a seleção é feita no local 2.

ções com esta última característica do que sozinhas. A despeito disso a Tabela 16 traz também as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para estas duas características.

Fazendo-se uma comparação de alguns destes parâmetros como b e h^2 , obtidos para estas duas características com os obtidos para o peso das espigas, observa-se que, principalmente dentro de Ijaci, as características de altura apresentaram maior herdabilidade que o peso das espigas, sendo ainda menos influenciadas pelo ambiente como pode ser observado pelo índice b , que apresentou valores em torno de 0,50 para estas características e de 0,40 para peso das espigas.

TABELA 22 - Respostas correlacionadas na altura da planta (cm/planta) e altura da espiga (cm/planta) quando a seleção foi feita para peso das espigas (g/planta) em cada local e na média dos locais. Ijaci e Sete Lagoas (MG), 1985/86.

Características	RC _(Y,X)		
	Ijaci	Sete Lagoas	Média
A.P./P.E.	1,5488	-0,0303	1,3576
A.E./P.E.	2,5468	2,0184	3,1459

5. DISCUSSÃO

As condições climáticas durante o ano agrícola 1985/86 foram irregulares especialmente no início, quando um atraso das precipitações e também sua má distribuição fizeram com que o plantio nos dois locais fosse retardado até o início do mês de dezembro, fugindo da época normal de semeadura para Minas Gerais, que segundo VIEGAS (65), é no mês de outubro. Após a emergência houve um período de baixa umidade, principalmente em Ijaci, que chegou a atrasar ligeiramente o desbaste, mas após esta operação as chuvas foram mais intensas até a polinização, tendo distribuição ligeiramente melhor em Sete Lagoas. Após o florescimento a precipitação decresceu bastante, sobretudo em Sete Lagoas, e acredita-se que isto tenha inclusive restringido a cultura de expressar todo seu potencial produtivo (Figura 1).

As análises químicas dos solos dos dois experimentos mostraram que as condições de fertilidade, a 0,20 m de profundidade, em Sete Lagoas foram mais propícias ao desenvolvimento da cultura que em Ijaci, sendo que neste último local é provável que ainda tenha ocorrido um desbalanceamento nutricional entre o cálcio e o magnésio. As características físicas dos dois solos mos-

traram que também em Sete Lagoas as condições foram mais propícias ao desenvolvimento do milho, devido ao provável maior volume de microporos, além do maior volume do componente responsável pela capacidade de troca de cátions, embora as análises não revelem o tipo de argila neles encontrado (Tabela 6).

Estas diferenças nas condições edafoclimáticas aliadas à variabilidade genética existente entre as progênies dão condição para que, existindo interação genótipos x ambientes, esta se expresse, VENCovsky (62).

No melhoramento como em qualquer outra área que envolva a experimentação agrícola, é fundamental que as estimativas sejam obtidas com a melhor precisão possível. O indicador da precisão experimental normalmente utilizado é o coeficiente de variação (C.V.). Este estimador contudo, apresenta uma série de restrições na comparação da precisão de experimentos diferentes, devido a diversidade de materiais genéticos, bem como das variações no número de progênies, de repetições e do tamanho das parcelas utilizadas. Apesar destas limitações é possível salientar que os C.Vs. obtidos neste trabalho estão dentro do intervalo encontrado por CHAVES (6) que variou de 9,7 a 25,2%, compilados de 34 experimentos envolvendo no máximo 100 progênies de meios irmãos avaliadas em parcelas de 5 a 10 m² nas condições brasileiras. RAMALHO (47) estudando os experimentos que envolveram progênies de meios irmãos em Piracicaba até 1976, observou uma variação nos C.Vs. de 7,7 a 23,27%.

Confrontando-se os C.Vs. obtidos neste ciclo I, no qual as 400 progênies foram divididas em 4 grupos de 100 e dispostas em latices 10 x 10, com os C.Vs. obtidos da população CMS-39 original com o mesmo número de progênies dispostas em um único látice 20 x 20 com igual número de repetições, observa-se que para Ijaci, os coeficientes de variação foram semelhantes, mostrando que a diferença no tamanho do látice utilizado não contribuiu para a melhoria da precisão. Deve ser enfatizado, que o tamanho do látice empregado é um assunto ainda controvertido. Os pesquisadores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) e algumas outras instituições, preferem a utilização do látice 10 x 10, CHAVES (6), no entanto, os pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), tem utilizado largamente o látice 20 x 20. Parece provável que a maior vantagem da divisão das progênies em grupos, é no caso de perda de parcelas, que seria menos grave num látice 10 x 10 que num látice 20 x 20, uma vez que, se não houverem perdas, as comparações entre todas as progênies são bem mais fáceis de serem realizadas através do látice 20 x 20. Assim sendo a escolha deste último delineamento implica em maiores cuidados no campo para diminuir a possibilidade de deste tipo de problema.

Em geral, nos experimentos de avaliação de progênies os dados são anotados a nível de totais de parcelas, não sendo possível separar as estimativas da variância ambiental entre parcelas (σ_e^2) e da variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas (σ_d^2), que estão contidas no resíduo da análise de variân-

cia. Devido a isto, alguns autores vem utilizando a relação $\sigma_d^2/\sigma_e^2 = 10$ sugerida por GARDNER (14). No entanto, relações estimadas para progênies de meios irmãos no Brasil, tem variado de 4,2, QUEIROZ (46), a 10,7, CARMO (5), com uma média de 8,07.

No presente trabalho foi encontrado um valor para esta relação muito menor que a de GARDNER (14) e bem mais próxima da de QUEIROZ (46), sugerindo como a própria média acima citada indica, que este fator necessita ser melhor estudado para as condições brasileiras sob pena de se estar subestimando as estimativas da σ_e^2 , e superestimando os ganhos esperados com a seleção dentro das progênies de meios irmãos.

O que faz com que o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos seja um dos mais utilizados no Brasil, é a facilidade de condução aliada a sua boa eficiência em incrementar a frequência dos alelos favoráveis, além de permitir estimar a variância genética aditiva (σ_A^2), que é a fração herdável da variância genética, e portanto a única aproveitável na seleção.

A estimativa da σ_A^2 obtida neste ciclo I considerando-se a média dos dois ambientes foi de 212,6 (g/planta)². Na literatura são encontradas algumas estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos utilizando progênies de meios irmãos de milho. Um amplo levantamento é fornecido por RAMALHO (47), envolvendo 30 experimentos realizados no Brasil até 1976. No tocante à σ_A^2 , este autor computou valores que variaram de 41,0 a 758 (g/planta)², com uma média de 320,0 (g/planta)², cujos erros variaram

de 9,58 a 56,90%, com uma média de 26,30%. Na Tabela 1 estão incluídas estimativas obtidas mais recentemente, e que vem a corroborar com o primeiro levantamento citado. Também no exterior, HAL LAUER & MIRANDA FILHO (19), relataram estimativas compatíveis com as citadas acima, com um valor médio de 469,1 (h/planta)² e um erro de 37,20%, compilados de 99 experimentos procedentes principalmente dos delineamentos de Comstock & Robinson.

Estes valores mostram que a estimativa obtida no presente trabalho está dentro do limite normalmente relatado na literatura, e sua magnitude aliada à produtividade média das progênie s indicam o potencial da população CMS-39 para a continuidade de seu programa de melhoramento.

Também foi constatado que a magnitude da σ_A^2 obtida neste ciclo I foi semelhante a relatada por AGUIAR (2) para o ciclo zero. Deve ser salientado entretanto que, infelizmente, dos dois ambientes comuns aos dois ciclos, só é possível a comparação direta dos experimentos conduzidos em Ijaci, devido às grandes diferenças ambientais entre os dois ciclos conduzidos em Sete Lagoas.

Como já foi comentado, em Ijaci não observou-se redução na σ_A^2 do ciclo zero para o ciclo I, que tiveram a mesma magnitude, enquanto que na literatura normalmente se observa uma redução drástica, com posterior estabilização nos demais ciclos (9, 42, 43, 54). Esta situação é pouco frequente, assim é que de seis populações submetidas a mais de um ciclo de seleção em Pira

cicaba até 1977, só ocorreu em duas, na Centralmex e na ESALQ - VD-2, avaliadas por TORRES SEGOVIA (61) e LIMA (28), respectivamente.

A explicação mais utilizada para a redução é de que a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos utiliza o máximo da variabilidade livre existente na população no primeiro ciclo de seleção (ciclo zero), restando para os ciclos posteriores, em grande parte, a variabilidade latente presente dentro de blocos poligênicos e que vai sendo gradativamente liberada pela permuta gênica, WEBEL & LONNQUIST (67) e PATERNIANI (43).

Mais recentemente, HALLAUER & MIRANDA FILHO (19), procurando explicar a redução na σ_A^2 após o primeiro ciclo seletivo, sugeriram: a) a possibilidade de estresse de umidade diminuindo a produtividade e a magnitude das estimativas da σ_A^2 . b) como na maioria dos casos, as progênies são testadas em poucos ambientes, geralmente um ou dois, as estimativas da σ_A^2 no ciclo zero ficam superestimadas pela variância da interação genótipo x ambientes.

A exceção apresentada pela população Centralmex foi explicada por TORRES SEGOVIA (61), como sendo devida à sua origem núbida, que expressa toda a sua potencialidade no ciclo I de seleção.

No caso do CMS-39, a explicação talvez resida numa combinação das três hipóteses sugeridas acima, porque as condições edafoclimáticas em Ijaci foram semelhantes nos dois ciclos, além

do que no ciclo zero as progênies foram avaliadas em três ambientes, o que permitiu que se estimasse o componente da interação genótipos x ambientes. No entanto, deve ser enfatizado que, provavelmente a não redução da σ_A^2 do ciclo I em relação ao ciclo zero, seja devida principalmente ao fato da seleção entre as progênies no ciclo zero, ter sido feita na média de três locais, fazendo com que a variabilidade livre dentro do CMS-39 em cada local não fosse explorada em sua plenitude. Uma outra possível explicação, embora de difícil comprovação, é de que pelo grande número de materiais envolvidos na síntese da CMS-39, quatro recombinações podem não ter sido suficientes para que a população entrasse em equilíbrio.

Uma das mais importantes funções da σ_A^2 é a de possibilitar o cálculo da herdabilidade, que permite conhecer a porcentagem da variação fenotípica total devida a causas genéticas utilizáveis no melhoramento. Como a herdabilidade é utilizada no cálculo do progresso esperado com a seleção, o normal seria que se expressasse seus valores na unidade de seleção utilizada, no entanto, como argumenta RAMALHO (47), normalmente são utilizados diferentes números de repetições, de locais e de anos, além de tipos de progênies, dificultando à comparação dos resultados obtidos, o que pode ser minimizado comparando-se as estimativas da herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas.

Desse modo, o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito para seleção massal, que foi representado neste trabalho por h_m^2 , assumiu valores de 11,75 e 13,32%, para os experimen

tos de Ijaci e Sete Lagoas, respectivamente. Na literatura foram encontradas estimativas que variaram de 2,15 a 28,45% com uma média de 9,67%, RAMALHO (47), as quais estão dentro do limite de até 30%, previsto por HALLAUER & MIRANDA FILHO (19) para produção de grãos, e cuja média de 99 experimentos resultou num coeficiente de herdabilidade de 18,70%. Na população CMS-39 original, AGUIAR (2) encontrou valores para o h_m^2 de 20,57 e 8,94% para Ijaci e Sete Lagoas respectivamente.

A herdabilidade no sentido restrito para progênies de meios irmãos (h_p^2) atingiu valores bem mais elevados que o h_m^2 , com 25,31, 27,82 e 22,94%, para Ijaci, Sete Lagoas e na média dos dois locais, respectivamente, sugerindo que a seleção entre progênies de meios irmãos deve ser muito mais eficiente que a seleção massal para o presente caso.

É normalmente esperado que um tipo de progênie que libera pouca variabilidade, como é o caso das progênies de meios irmãos, apresente uma pequena interação genótipos x ambientes, COMSTOCK & MOLL (7), no entanto, são encontrados na literatura, casos em que esta interação assumiu valores entre 54,34 a 88,88% da σ_A^2 , HALLAUER & MIRANDA FILHO (19). Na população CMS-39 original AGUIAR (2) determinou que a σ_{pxl}^2 correspondeu a 75,19% da σ_p^2 , embora na realidade este valor tenha sido maior porque este autor teve que considerar os locais como de efeito fixo, de modo que a σ_p^2 , estimada por ele está superestimada pela variância da interação progênies x locais (σ_{pxl}^2). No ciclo I, a σ_{pxl}^2 teve a mesma magnitude da σ_p^2 estimada na média dos dois locais, sendo a

inda da mesma magnitude da σ_{px1}^2 estimada para o ciclo zero.

É importante salientar que apesar da seleção feita na população original por AGUIAR (2) terem sido considerados 3 ambientes, nas análises duas a duas entre os ambientes comuns ao ciclo I, ou seja Ijaci e Sete Lagoas, foi encontrada uma estimativa para a σ_{px1}^2 que superou a σ_p^2 em 104,58%, confirmando que quanto mais divergentes forem os ambientes maior será a interação genótipos x ambientes.

No melhoramento a interação genótipos x ambientes é o principal problema, e o seu efeito é especialmente prejudicial ao melhorista, quando é advinda da falta de correlação entre o material selecionado de um ambiente para outro, representando a chamada parte complexa da interação. Neste trabalho foi encontrado um coeficiente de correlação genética (r_G) de 0,49, que foi da mesma magnitude do obtido por AGUIAR (2) ao realizar as análises de variância dos locais combinados dois a dois, para a população original em Ijaci e Sete Lagoas ($r_G = 0,41$). No entanto, ao se estudar a decomposição da σ_{px1}^2 , determinou-se que 98,64% do total se deviam à parte complexa da interação no ciclo I, contra 70,70% obtidos no ciclo zero.

Acredita-se que isto se deva à melhoria na fertilidade do solo onde foram conduzidos os experimentos do ciclo I em Sete Lagoas; o que permitiu que a população expressasse melhor sua variabilidade que no ciclo zero, diminuindo a diferença entre as σ_p^2 dos dois ambientes, e conseqüentemente diminuindo a parte sim

ples da interação e aumentando sua parte complexa.

A alta porcentagem da parte complexa da interação implica numa baixa concordância entre as progênies selecionadas para cada local, pois se fossem selecionadas 40 progênies em Sete Lagoas e 40 em Ijaci, apenas 6 seriam comuns a ambos locais, e utilizando-se a expressão de HAMBLIN & ZIMMERMANN (20), a eficiência da seleção (E.S.) seria de apenas 5,55%. Por outro lado, comparando-se as 40 progênies selecionadas na média dos dois locais com as 40 selecionadas em cada local, observa-se uma coincidência de 22 progênies em Ijaci e 21 em Sete Lagoas, o que corresponde a uma eficiência da seleção média de 48,61%.

Baseado nestes resultados e na literatura que os suporta, acredita-se que nenhum programa, salvo para algumas condições muito particulares, poderá ter muito êxito se visar apenas a adaptação ou melhoramento de variedades à condições edafoclimáticas específicas, porque as condições de produção brasileiras são muito variáveis. Neste contexto a interação genótipos x ambientes é de importância capital no futuro de qualquer programa de melhoramento, mesmo em progênies de meios irmãos que liberam pouca variabilidade.

Através deste estudo fica claro que para populações de ampla base genética e pouco trabalhadas geneticamente, a interação pode assumir magnitudes comprometedoras do processo seletivo.

vo e ao mesmo tempo das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos. É possível inferir que para outras populações, a interação pode ser até de maior magnitude, pois o CMS-39 se originou da recombinação de materiais de bom comportamento em ensaios conduzidos em diversas condições de cultivo.

Para atenuar o efeito da interação é necessário a condução de ensaios em várias localidades e anos. No caso particular do melhoramento intrapopulacional, a condução de vários experimentos, além da necessidade adicional de recursos humanos e financeiros, exigirá a disponibilidade de uma maior quantidade de sementes. Este último aspecto limita o número de locais e anos em que os experimentos poderão ser conduzidos. Uma outra provável maneira para se atenuar o efeito da interação, seria através da obtenção de populações constituídas de materiais que tenham sido avaliados para maior estabilidade anteriormente.

Os ganhos esperados com a seleção entre as progênes de meios irmãos foram expressados em percentagem em relação a média (GS%), por serem mais comparáveis com os resultados encontrados na literatura. Aqui também esta comparação fica difícil, principalmente devido às diferentes intensidades de seleção utilizadas, bem como por terem sido obtidos na maioria das vezes, da avaliação de progênes em apenas um local, estando por isso inflacionados pela interação progênes x locais. Comparando-se o ganho de 3,97% esperado com a seleção entre progênes feita na média dos dois locais, com a Tabela 1 que mostra uma variação de

2,97 a 10,33%, pode ser considerado baixo, principalmente se considerar-se que nesta tabela os ganhos mais baixos relatados são originados da média dos GS% obtidos de 5 a 8 ciclos de seleção.

Comparando-se o GS% do ciclo I com o estimado por AGUIAR (2) para a seleção feita na média de 3 locais para a população CMS-39 original (Tabela 1), observa-se que o GS% para o ciclo I foi realmente reduzido. Entretanto, se AGUIAR (2) houvesse considerado apenas os dois locais comuns ao ciclo I, teria alcançado um GS% de apenas 4,44%, que seria semelhante ao obtido neste ciclo. Acredita-se que a principal causa para esta redução no GS% posse ser atribuída ao grande incremento da variância fenotípica entre médias de progênies de meios irmãos ($\sigma_{\frac{2}{F}}^2$), provocada principalmente pelo aumento da variância ambiental ao nível de parcelas (σ_e^2), o que pode ser visto com mais clareza pela comparação do índice **b** que sofreu uma redução de 0,45 no ciclo zero para 0,30 no ciclo I.

Uma verificação interessante que se pode fazer a respeito dos ganhos com a seleção, neste caso em que as progênies foram avaliadas em dois ambientes distintos, principalmente se for considerado, que a interação progênies x locais foi de grande magnitude, consiste na estimação das respostas correlacionadas na produção em peso das espigas despalhadas num ambiente, se a seleção fosse efetuada no outro ambiente e vice-versa, que se comparadas ao ganho esperado com a seleção na média dos dois locais, seriam em média 24,14% menores, reforçando os apontamentos de um estudo sobre o comportamento a ser tomado quando se traba-

lha com ambientes discrepantes, no sentido de se selecionar para tolerância ao estresse ou na performance média dos ambientes, feito por ROSIELLE & HAMBLIN (50), que através de modelos teóricos conseguiram focar as possibilidades que o melhorista tem para tomar a decisão. Considerando apenas as σ_p^2 estimados para cada ambiente e o r_G entre os dois ambientes, os resultados obtidos por estes autores permitem concluir que, na maioria dos casos, a seleção feita na média dos dois ambientes é a decisão mais acertada, pois normalmente é acompanhada por um aumento na média dos dois ambientes.

Atualmente, além da produtividade, vários outros caracteres são considerados importantes para que uma cultivar seja bem aceita pelos produtores. Ocorre que muitas destas características estão correlacionadas com a produtividade, entre elas a altura da planta e da espiga, que por sua vez vem refletir no acamamento e quebramento das plantas, resultando em perdas na produtividade.

Deste modo, foram estimadas as correlações genéticas aditivas (r_A) entre os três caracteres avaliados neste estudo, que apresentaram maiores magnitudes entre a altura da espiga e o peso das espigas, principalmente nos experimentos de Ijaci. Resultados médios de vários experimentos compilados por HALLAUER & MIRANDA FILHO (19), mostram esta mesma tendência, isto é, maior correlação positiva entre altura da espiga e peso das espigas, embora com magnitudes menores (Tabela 3). Entretanto, diversos

autores tem encontrado uma tendência contrária da altura da planta se correlacionar melhor com o peso das espigas (30, 45, 52 entre outros).

Como foram avaliadas 3 características, sendo todas correlacionadas entre si, foi feito um estudo complementar pelo qual foram estimados os coeficientes de correlação genética parcial de 1ª ordem como indicado por GERALDI (15), que permitiu o estudo das características duas a duas na ausência da variação da terceira característica. Os resultados encontrados, permitiram concluir que para este estudo, a altura da espiga é o caráter que está primariamente correlacionado ao peso das espigas e que a altura da planta só apresentou uma certa correlação com o peso das espigas, devido à sua alta correlação positiva com a altura da espiga.

Devido às correlações encontradas entre os três caracteres avaliados serem em sua maioria positivas, foram estimadas as respostas correlacionadas na altura da planta e da espiga, quando a seleção é efetuada para elevar a frequência dos alelos responsáveis pela produção. Os resultados indicaram, além de um aumento indesejável nestas características, uma tendência ao desbalanceamento entre a altura da planta e a altura da espiga que apresentou ganhos de mais de o dobro dos ganhos percebidos pela altura da planta, e que mantidas estas proporções com o avançar dos ciclos, poderão provocar uma alteração no índice de inserção da espiga, que tenderá a ficar maior, resultando em maiores taxas de acamamento. ACOSTA & CRANE (1), demonstraram a grande di-

diculdade em reduzir a altura da planta e da espiga sem perdas na produção, pois embora os ganhos obtidos na redução da estatura tenham sido altos depois de quatro ciclos de seleção aplicados à duas populações, foram acompanhados de uma redução média de 25,15% na produção.

Observando-se os trabalhos realizados em melhoramento de milho, nota-se que geralmente se dá pouca ênfase aos caracteres secundários como a altura da planta e a altura da espiga, apesar de na maioria das vezes estas características serem anotadas juntamente com algumas outras que quase nunca são utilizadas. Como na maior parte dos programas de melhoramento o volume de trabalho de campo é muito grande, a retirada de algumas destas características permitiria uma canalização de esforços, de modo que as características mais importantes fossem tomadas com maior acuidade.

Desse modo seria útil um estudo para se estabelecer as características cuja anotação seja prioritária, como o peso das espigas, a altura da planta e a altura da espiga, além de um processo seletivo que fizesse o uso das três características concomitantemente, como por exemplo através de um índice de seleção, visando assim a obtenção de uma planta mais próxima das exigências do mercado.

6. CONCLUSÕES

1. As estimativas da variância genética aditiva (σ_A^2) no ciclo I não sofreram reduções em relação ao ciclo zero de seleção, mas o coeficiente de herdabilidade foi menor no ciclo I, embora os dois parâmetros tenham sido de magnitude semelhante à média dos encontrados na literatura. Esta variabilidade genética aliada às altas médias de produtividade das progênes, são indicadores do grande potencial desta população em um programa de melhoramento.
2. A estimativa da variância da interação progênes x locais (σ_{pxl}^2) foi da mesma magnitude da variância genética entre progênes de meios irmãos (σ_p^2) e mostrou que não sofreu redução em relação ao ciclo zero, confirmando a importância de se avaliar as progênes de meios irmãos em mais de um ambiente, para melhorar a eficiência do processo seletivo e obter estimativas da σ_A^2 não superestimadas por esta interação.
3. A seleção das 10% melhores progênes para a característica peso das espigas despalhadas possibilitou um ganho esperado na média dos dois locais de 3,97%. As estimativas das respostas correlacionadas possibilitaram prever que este ganho no peso

das espigas despalhadas deverá ser acompanhado de um ligeiro incremento na altura média da planta e principalmente da espiga do material selecionado.

7. RESUMO

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DA POPULAÇÃO DE MILHO CMS-39 EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTE - 2º CICLO DE SELEÇÃO

Autor: Cleso Antônio Patto Pacheco

Orientador: Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

A população CMS-39 foi sintetizada no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), a partir da recombinação de 55 materiais promissores identificados através dos Ensaios Nacionais de Cultivares de Milho, e foi submetida ao primeiro ciclo de seleção (ciclo zero) no ano agrícola 1984/85. Com os objetivos de: avançar um ciclo seletivo; estimar a interação progênies por locais e outros parâmetros genéticos e fenotípicos e estimar as correlações entre caracteres, foi conduzido o segundo ciclo de seleção (ciclo I) entre e dentro de progênies de meios irmãos. Neste trabalho 400 progênies foram avaliadas em 4 látices 10 x 10, com duas repetições, em parcelas constituídas de uma linha de 5,0 metros com 25 plantas e espaçamento de 1,0 metro, nos

municípios de Ijaci e Sete Lagoas, no Estado de Minas Gerais. Foram avaliadas as características: Altura da planta, Altura da espiga e Peso das espigas despalhadas. Os resultados referentes ao ciclo I de seleção, permitiram que se enumerasse as seguintes conclusões: 1) As estimativas da variância genética aditiva (σ_A^2) no ciclo I não sofreram reduções em relação ao ciclo zero de seleção, mas o coeficiente de herdabilidade foi menor no ciclo I, embora os dois parâmetros tenham sido de magnitude semelhante à média dos encontrados na literatura. Esta variabilidade genética aliada às altas médias de produtividade das progênies, são indicadores do grande potencial desta população em um programa de melhoramento; 2) A estimativa da variância da interação progênies x locais (σ_{pxl}^2) foi da mesma magnitude da variância genética entre progênies de meios irmãos (σ_p^2) e mostrou que não sofreu redução em relação ao ciclo zero, confirmando a importância de se avaliar as progênies de meios irmãos em mais de um ambiente, para melhorar a eficiência do processo seletivo e obter estimativas da σ_A^2 não superestimadas por esta interação; 3) A seleção das 10% melhores progênies para a característica peso das espigas despalhadas possibilitou um ganho esperado na média dos dois locais de 3,97%. As estimativas das respostas correlacionadas possibilitaram prever que este ganho no peso das espigas despalhadas, deverá ser acompanhado de um ligeiro incremento na altura média da planta e principalmente da espiga do material selecionado.

8. SUMMARY

EVALUATION OF HALF-SIB PROGENIES FROM CMS-39 MAIZE POPULATION IN DIFFERENT ENVIRONMENTS - SECOND SELECTION CYCLE

Author: Cleso Antônio Patto Pacheco

Adviser: Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

The maize population CMS-39 was synthesized at "Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS)" starting by recombining the 55 most promising materials identified through National Cultivar Trials of corn and submitted to the first cycle of selection (zero cycle) during agricultural year of 1984/85. Aiming to advance one selective cycle and estimate progenies by local interaction and other genetic and phenotypic parameters, also to estimate correlations between characters and the effects of selection for yield on these characters was conducted the second cycle of selection (cycle I) among and within half-sib progenies. On this work 400 progenies were evaluated at Ijaci and Sete Lagoas counties, state of Minas Gerais, in four 10 x 10 lat

tices, with two replications consisted of a single row 5 meters long with 25 plants. The following characteristics were evaluated: Plant height; Ear height and Ear weight. The results relative to the Cycle I of selection permitted the following conclusions: 1) estimates of additive genetic variance (σ_A^2) on cycle I did not suffer reductions in relation to the zero cycle of selection, but the heritability was lower in cycle I, although both parameters had been of the same magnitude of those reported in the literature. This genetic variability allied to the high averages of progenies productivity are indicative of the great potential of this population in a genetic improvement program; 2) estimate of the variance for progênies x locals interaction (σ_{pxl}^2) was of the same magnitude of the genetic variance among half-sib progenies (σ_p^2) and did not suffer any reduction in relation to the zero cycle, confirming the importance of evaluating progenies of half-sib in more than one environment to improve the efficiency of the selective process and to obtain estimates of σ_A^2 not biased by this interaction; 3) selection of the 10% best progenies for ear weight allowed an average gain of 3,97% in both places. Estimates of the correlated response showed that a gain in ear weight must be accompanied by a slight increase in the average plant height and mainly in the ear height of the selected material.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOSTA, A.E. & CRANE, P.L. Further selection for lower ear height in maize. **Crop Science**, Madison **12**(2):165-7, Mar./Apr. 1972.
2. AGUIAR, P.A.de. **Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente**. Lavras, ESAL, 1986. 68p. (Tese MS).
3. AYALA OSUNA, J.; ARAÚJO, S.M.C. de & CAGNIN, F. Seleção de progênies de meios irmãos da população composto flint de milho (*Zea mays* L.) em solo ácido. **Científica**, Jaboticabal, **9**(11):145-8, 1981.
4. BRESOLIN, M. & HEIDRICH-SOBRINHO, E. Estudo de alguns caracteres morfológicos em cinco linhagens de milho (*Zea mays*) em cruzamentos dialélicos. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, **13**(1):145-62, 1977.
5. CARMO, C.M. **Avaliação de progênies de meios irmãos em populações heterogêneas de milho (*Zea mays* L.)**, Piracicaba, ESALQ, 1969. 48p. (Tese MS).

6. CHAVES, L.J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.)** Piracicaba, ESALQ, 1985. 148p. (Tese Doutorado).
7. COMSTOCK, R.E. & MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., eds. **Statistical genetics and plant breeding**. Washington, National Academic of Science, 1963. p.164-96. (Publication, 82).
8. CRISÓSTOMO, J.R. & ZINSLY, J.R. Estimação de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea mays* L.). **Relatório Científico da ESALQ**, Piracicaba, (11):33-7, 1977.
9. CUNHA, M.A.P. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) ESALQ HV-1**. Piracicaba, ESALQ, 1976. 84p. (Tese Doutorado).
10. EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, 6(1):36-40, Jan./Feb. 1966.
11. FALCONER, D.S. Caracteres correlacionados. In: _____. **Introducción a la genética cuantitativa**. 8.ed. México, Editorial Continental, 1978. Cap.19, p.369-88.
12. FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural research**, Victoria, 14:742-54, 1963.

13. GARDNER, C.O. Estimates of genetic parameters in cross-fertilizing plant and their implications in plant breeding. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., eds. **Statistical genetics and plant breeding**. Washington, National Academy of Sciences, 1963. p.225-52.
14. _____. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, Madison, 1:241-5, 1961.
15. GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (Zea mays L.) e perspectivas de melhoramento**. Piracicaba, ESALQ, 1977. 103p. (Tese MS).
16. _____; VENCOVSKY, R. & MIRANDA FILHO, J.B. Processo para estimação dos componentes de covariância entre caracteres avaliados com números diferentes de indivíduos por parcela. **Relatório Científico da ESALQ**, Piracicaba, (12):84-92, 1978.
17. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 11.ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
18. GOODMAN, M.M. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. **Crop Science**, Madison, 5 (1):57-90, Jan./Feb. 1965.
19. HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. de. Hereditary variance: experimental estimates. In: ____: **Quantitative gene**

- tics in mayze breeding.** Ames, Iowa State University, 1982. Cap.5, p.115-58.
20. HAMBLIN, J. & ZIMMERMANN, M.J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, Connecticut, **4**:245-72, 1986.
21. HOPKINS, C.G. Improvement in the chemical composition of the corn kernell. **Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin**, **55**:205-40, 1899.
22. HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, **37**(2):134-45, Feb. 1945.
23. HUNNICUTT, B.H. Melhoramento do milho. In: _____. **O milho sua cultura e aproveitamento no Brasil.** Rio de Janeiro, Liv. e Ed. Leite Ribeiro, 1924. Cap.5, p.69-86.
24. _____. Seleção das sementes de milho. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, **30**(2):142-3, ago. 1924.
25. _____. genética do milho, processos científicos para melhorar as variedades. In: _____. **O milho sua cultura e aproveitamento no Brasil.** 2.ed. Lavras, Imprensa Gammon, 1933. Cap.9, p.119-24.
26. KRUG, C.A. **Efeitos da primeira autofecundação em três variedades de milho.** Campinas, IAC, 1937. 21p. (Boletim Técnico, 19).

27. _____; VIÉGAS, G.P. & PAOLIÉRI, L. Híbridos comerciais de milho. **Bragantia**, Campinas, 3(11):367-552, nov, 1943.
28. LIMA, M. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população de milho (Zea mays L.) ESALQ VD-2.** Piracicaba, ESALQ, 1977. 71p. (Tese MS).
29. _____; PATERNIANI, E. & MIRANDA FILHO, J.B. Avaliação de progênies de meios irmãos no segundo ciclo de seleção em dois compostos de milho. **Relatório Científico da ESALQ**, Piracicaba, (8):78-85, 1974.
30. LINDSEY, M.F.; LONNQUIST, J.H. & GARDNER, C.O. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of corn belt corn. **Crop Science**, Madison, 2(2):105-8, Mar./Apr. 1962.
31. LIRA, M.A. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para produção e capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho pipoca (Zea mays L.).** Lavras, ESAL, 1983. 63p. (Tese MS).
32. LOBBE, H. **O milho.** São Paulo, Chácaras e Quintais, 1939. 166p.
33. LONNQUIST, J.H. A modification of the ear-to-row procedure of the improvement of maize population. **Crop Science**, Madison, 4(2):227-8, Mar./Apr. 1964.

34. MELLO, J.S. A escolha de sementes de milho. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, 3(3):3-6, mar. 1911.
35. MENDES, C.T. Melhoramento de variedades agrícolas. Piracicaba, ESALQ, 1917. 83p. (Tese apresentada à banca julgadora do concurso para preenchimento da Cathedra de Agricultura da ESALQ).
36. MIRANDA, L.T. de. Híbridos e variedades. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação do milho**. São Paulo, 1966. p.153-73.
37. _____; MIRANDA, L.E.C. de; POMMER, C.V. & SAWAZAKI, E. Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho IAC-1. **Bragantia**, Campinas, 36(18):187-96, jul. 1977.
38. MIRANDA FILHO, J.B. Avaliação de famílias de meios irmãos do segundo ciclo de seleção da população ESALQ PB-1 de milho. **Relatório Científico da ESALQ**, Piracicaba, (13):149-58, 1979.
39. MOLL, R.H. & ROBINSON, H.R. Observed and expected response in four selection experiments in maize. **Crop Science**, Madison, 6(3):319-24, May/June 1966.
40. PAIVA, B. de O. **Apontamento de genética elementar e aplicada**. Lavras, Typographia do Instituto Evangélico, 1925. 156p.

41. _____. O método dos remanescentes para a seleção em massa do milho. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, 31(5):409-11, maio 1925.
42. PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, 7(3):212-6, May/June 1967.
43. _____. **Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, ESALQ, 1968. 92p. (Tese MS).
44. _____ & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: _____. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargil, 1978. Cap.6, p.202-56.
45. PEREIRA, L.R. & HEIDRICH-SOBRINHO, E. Comportamento de cinco linhagens de milho (*Zea mays* L.) em cruzamentos dialélicos. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, 13(1): 135-43, 1977.
46. QUEIROZ, M.A. **Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays*) e suas implicações no melhoramento**. Piracicaba, ESALQ, 1969. 71p. (Tese MS).
47. RAMALHO, M.A.P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não endógamas**. Piracicaba, ESALQ, 1977. 122p. (Tese Doutorado).

48. ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. & HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, **43(6):282-6**, June 1951.
49. _____; COMSTOCK, R.E. & HARVEY, P.H. Genetic variance in open-pollinated varieties of corn. **Genetics**, Austin, **40(1):45-60**, Jan. 1955.
50. ROSIELLE, A.A. & HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science**, Madison, **21(6):943-6**, Nov./Dec. 1981..
51. SAWAZAKI, F. & OSUNA, J.A. Avaliação de progênies de meios irmãos da população composto Flint de milho (*Zea mays* L.) **Científica**, Jaboticabal, **3(2):223-31**, 1975.
52. SCHRAMM, E.J. & HEIDRICH-SOBRINHO, E. Correlações fenotípicas e genéticas em caracteres morfológicos de duas populações de milho. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, **16(2):261-8**, 1980.
53. SENTZ, J.C. genetic variances in a synthetic variety of maize estimated by two mating designs. **Crop Science**, Madison, **11(2):234-8**, Mar./Apr. 1971.
54. SILVA, J. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Cateto Colombia Composto**. Piracicaba, ESALQ, 1969. 74p. (Tese MS).

55. SMITH, L.H. & BRUNSON, A.M. An experiment in selecting corn for yield by the method of the ear-to-row breeding plot. **Agricultural Experiment Station Bulletin**, Illinois, **271**: 567-83, 1925.
56. SPRAGUE, G.F. Corn breeding. In: _____. ed. **Corn and corn improvement**. New York, Academy Press, 1955. p.221-92.
57. STUBER, G.W.; MOLL, R.H. & HANSON, W.D. Genetic variances and interrelationships of six traits in a hybrid population of **Zea mays** L. **Crop Science**, Madison, **6(5)**:455-9, Sept./Oct. 1966.
58. SUÁREZ LEZCANO, R. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.) composto Flint branco**. Piracicaba, ESALQ, 1976. 52p. (Tese MS).
59. SUBANDI & COMPTON, W.A. Genetic studies in a exotic population of corn (**Zea mays** L.) grown under two plant densities. I. Estimates of genetic parameters. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, **44**:145-9, 1974.
60. TEIXEIRA, L.P. Mais milho e melhor. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, **19(2)**:111-2, fev. 1919.
61. TORRES SEGOVIA, R. **Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (Zea mays L.) Central-mex**. Piracicaba, ESALQ, 1976. 98p. (Tese Doutorado).

62. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., ed. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1978. Cap.5, p.122-201.
63. _____. **Relatório de viagem enviado à FAPESP**. s.1., s. ed., 1975. n.p.
64. VIANNA, R.T. & SILVA, J.C. Comparações de três métodos estatísticos de análises de variância em experimentos em "lattice" em milho (*Zea mays* L.). **Experimentiae**, Viçosa, **24(2):21-41**, fev. 1978.
65. VIEGAS, G.P. Técnica cultural. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação do milho**. São Paulo, 1966. p.263-332.
66. _____ & MIRANDA FILHO, J.B. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E., ed. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1978. Cap.7, p.257-309.
67. WEBEL, O.D. & LONNQUIST, J.H. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, **7(6):651-5**, Nov./Dec. 1967.
68. WINKLER, E.I.G. **Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) composto dentado branco**. Piracicaba, ESALQ, 1977. 54p. (Tese MS).
69. ZINSLY, J.R. **Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, ESALQ, 1969. 88p. (Tese Doutorado).