PARÂMETROS GENÉTICOS DAS POPULAÇÕES DE MILHO
PIRANÃO VD-2 E PIRANÃO VF-1

JOSÉ ALBERTINO CARVALHO LORDÊLO

ORIENTADOR: PROF.DR. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Dissertação apresentada a Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiróz" para obtenção do título
de Mestre em Genética e Melhorame
mento de Plantas.

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
MARÇO, 1982.

Aos meus pais; à minha esposa
Eulina e Lia, minha filha. Pe
lo irrestrito apoio, estímulo
e compreensão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Desejo nesta oportunidade manifestar meus agradecimentos a pessoas ou Instituições que de alguma forma possibilitaram a realização deste curso e/ou trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia S/A, EPABA, pela oportunidade e condições oferecidas para a realização deste treinamento.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Doutor José Branco Miranda Filho, pela orientação segura e criteriosa no planejamento, condução e elaboração deste trabalho.

Ao corpo docente e de funcionários do Departamento e Instituto de Genética da ESALQ.

Ao Professor Doutor Ernesto Paterniani - Diretor do Departamento e Instituto de Genética, pelas facilidades concedidas como Diretor e pelos ensinamentos ministrados durante o curso.

Ao Professor Isaias Olívio Geraldi, pela maneira gentil com que sempre nos atendeu, esclarecendo ou sugerindo.

Aos colegas Geraldo Sampaio Costa, Gilenio Borges Fernandes e Ana Cristina Velo, pela colaboração no processamento dos dados.

Aos colegas Luzia Doretto Pacolla, Genovefa Peisino, Maurício Dutra Zanotto e Paulo Sérgio Lima e Silva, pela amizade e companheirismo durante estes dois anos.

CURRICULUM VITAE

JOSÉ ALBERTINO CARVALHO LORDÊLO, filho de Albertino Caldas Lordelo e Idalina Carvalho Lordelo, nasceu em 12 de agosto de 1953, em São Felipe, Estado da Bahia. Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia em 1977. Neste mesmo ano ingressou na Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia como pesquisador da cultura do milho. Em fevereiro de 1980 iniciou no Curso de Pós-Graduação "Genética e Melhoramento de Plantas", ministrado pelo Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz - ESALQ" da Universidade de São Paulo - USP.

INDICE

	<u>Página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Origem das populações	14
4.2. Execução Experimental	14
4.3. Análise da variância e Covariância	15
4.4. Estimação dos Parâmetros Genéticos	18
4.4.1. Estimação dos parâmetros para produção de grãos (PG).....	18
4.4.2. Estimação dos parâmetros genéticos para os caracteres amostrados: altura de plan ta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR)	19
4.4.3. Estimativas das covariâncias entre produ ção de grãos, ao nível de totais e os de mais caracteres, ao nível de médias de cinco plantas.....	20
4.4.4. Correlações genéticas e fenotípicas.....	20
4.4.5. Estimativas das covariâncias entre os ca racteres amostrados.....	21
4.4.6. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas, do nível de plantas.....	21

	<u>Página</u>
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1. Parâmetros genéticos	22
5.1.1. Produção de grãos	22
5.1.2. Estimativas para os caracteres altura de planta, altura de espiga e índice de posição da espiga	24
5.1.3. Estimativas para o número de ramifica- ções do pendão	27
5.1.4. Correlações genéticas e fenotípicas ...	29
6. CONCLUSÕES	33
7. SUMMARY	36
8. LITERATURA CITADA	38
TABELAS	45

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
1. Esquema da análise de variância para produção de grãos	17
2. Representação das análises combinadas de variância e covariância para os caracteres: altura de planta, altura de espiga, índice de posição da espiga e número de ramificações do pendão....	17
3. Modelo de análise combinada de covariância entre produção de grãos e altura de planta, altura de espiga, índice de posição e número de ramificações do pendão.....	18
4. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG) em kg/parcela, altura de planta e de espiga (AP e AE), em metro, índice de posição (IP), para o Piranão VD-2, ao nível de quatro repetições.....	46
5. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura de planta e da espiga (AP e AE), em metro, índice de posição (IP), para o Piranão VF-1, ao nível de quatro repetições.....	47

TabelaPágina

6.	Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura de planta e da espiga (AP e AE), em metro, índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR), para o Piranão VD-2, ao nível de duas repetições.....	48
7.	Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura da planta e da espiga (AP e AE), em metro, índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR), para o Piranão VF-1, ao nível de duas repetições.....	49
8.	Valores obtidos para os produtos médios envolvendo os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e produção de grãos (PG) para a população Piranão VD-2.....	50
8a.	Valores obtidos para os produtos médios envolvendo combinação do número de ramificações com os demais caracteres, para o Piranão VD-2.....	51
9.	Valores obtidos para os produtos médios envolvendo os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e produção de grãos (PG) para a população Piranão VF-1.....	52
9a.	Valores obtidos para os produtos médios envolvendo combinações do número de ramificações com demais caracteres, para o Piranão VF-1.....	53

TabelaPágina

10.	Estimativas obtidas ao nível de plantas, para as covariâncias entre os caracteres, altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão, para as duas populações.....	54
11.	Estimativas das covariâncias ao nível de médias entre produção de grão e altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR), para as duas populações.....	55
12.	Estimativas da variância genética ($\hat{\sigma}_p^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficiente de variação genético e herdabilidade no sentido restrito (h^2), ao nível de médias entre famílias, progresso genético e média em kg/parcela, e relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$), nas duas populações para produção de grãos	56
13.	Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão, da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$), variância genética aditiva entre plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficiente de variação genética, herdabilidade no sentido restrito e relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$), envolvendo as quatro repetições....	57

Tabela

Página

14.	Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), e índice de posição (IP), da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}^2_p$), variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}^2_e$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}^2_d$) e variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}^2_F$), para as duas populações, referente as duas repetições.....	58
15.	Estimativas das correlações genéticas aditivas e fenotípicas, para os diversos caracteres avaliados, no Piranão VD-2.....	59
16.	Estimativas das correlações genéticas aditivas e fenotípicas para os diversos caracteres avaliados no Piranão VF-1.....	60
17.	Estimativas dos progressos genéticos (G_s) esperado com uma intensidade de seleção de 10% (Seleção Massal), para altura de planta, altura de espiga e número de ramificações do pendão, ao nível de plantas, para as duas populações.....	61
18.	Médias para os diversos caracteres avaliados nas duas populações, Piranão VD-2 (ou VD-2) e Piranão VF-1 (ou VF-1). Médias de três experimentos com duas repetições para número de ramificações e quatro repetições para os demais caracteres.....	62
19.	Estimativas de variância genética aditiva para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em metros/planta, segundo as fontes citadas..	63

1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos a estimação de parâmetros genéticos envolvendo os caracteres: produção de grãos, altura de planta, altura de espiga, índice de posição ($IP = AE/AP$) e número de ramificações do pendão nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Trezentas famílias de meios-irmãos foram tomadas de cada população e avaliadas em três lâminas 10 x 10 com quatro repetições, no ano agrícola 1978/1979.

Foram tomadas amostras ao acaso de cinco plantas competitivas por parcela e anotadas as mensurações efetuadas. Procedeu-se a análise da variância e covariância para cada experimento e posteriormente a análise combinada. Foram obtidas as estimativas da variância genética aditiva, do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, do coeficiente de variação genético, da relação ($\hat{\sigma}_p / \hat{\sigma}$) e das correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre os caracteres.

As estimativas obtidas para o Piranão VF-1 revelaram maior variabilidade genética para os caracteres produção de grãos, altura de planta, altura de espiga e índice de posição. Para o número de ramificações do pendão, as populações apresentaram variabilidade genética da mesma magnitude. Para todos os caracteres avaliados, esquemas relativamente simples de seleção poderão ser empregados para obtenção de progresso genético.

Os coeficientes de herdabilidade foram maiores para altura de planta (61,96% e 62,07%) do que para a altura de espiga (56,42% e 59,71%), para Piranão VD-2 e Piranão VF-1, respectivamente. O índice de posição da espiga teve a mais baixa estimativa de herdabilidade: 36,6% para Piranão VD-2 e 43,22% para Piranão VF-1. Esses resultados permitem concluir que a seleção praticada na altura de planta será mais eficiente que nos demais caracteres.

Para o número de ramificações do pendão, a herdabilidade foi de 57,72% no Piranão VD-2 e 57,42% no Piranão VF-1. A produção de grãos teve a herdabilidade estimada ao nível de médias em 55,41% e 69,18%, para Piranão VD-2 e Piranão VF-1, respectivamente.

As correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres altura de planta, altura de espiga e índice de posição foram fortes e positivas. A associação entre altura de espiga e índice de posição foi mais forte que entre índice de posição e altura de planta. Para o Piranão VD-2, todas as correlações entre produção de grãos e os demais caracteres foram positivas; porém entre número de ramificações do pendão e produção de grãos ela foi mais fraca ($r_A = 0,1116$). Também foi verificada correlação positiva, mas fraca, entre: número de ramificações x altura de planta; altura de espiga e índice de posição.

Para O Piranão VF-1 as correlações entre altura de planta, altura de espiga e índice de posição, também foram positivamente intensas. As correlações envolvendo o número de ramificações do pendão foram negativas, mas fracas. A produção de grãos foi negativamente correlacionada com o número de ramificações do pendão ($r_A = -0,2767$), mas positivamente correlacionada com a altura de planta e de espiga, e índice de posição. Essas correlações, entretanto, foram fracas ($r = 0,06$; $0,26$ e $0,06$), respectivamente.

2. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das teorias da Genética Quantitativa contribuiu significativamente para o conhecimento das propriedades genéticas dos caracteres das plantas. Muito embora COCKERHAM (1963), considere que estimativas de parâmetros genéticos refiram-se a populações específicas dos quais o material experimental é uma amostra de um grupo de condições ambientais específicas, é através da estimação desses parâmetros em diferentes populações que se pode inferir sobre a base genética de um caráter qualquer.

O milho (*Zea mays*, L.), tem sido uma das espécies mais contempladas pelas contribuições da Genética Quantitativa. Sem dúvida, entre essas contribuições, estão os parâmetros genéticos estimados a partir de diferentes modelos. A variância genética aditiva, a variância de dominância, o coeficiente de herdabilidade e as correlações genéticas, são entre os parâmetros genéticos os subsídios mais importantes para a escolha da população base e do método de seleção mais adequados. Da relação entre a variância de dominância e a variância aditiva, obtém-se o tipo de ação gênica predominante no caráter. • conhecimento da estrutura genética dos caracteres através de seus parâmetros genéticos, é que permite um embasamento teórico do planejamento dos programas de melhoramento. A escolha do método de seleção

então, é função das propriedades genéticas do caráter, da estrutura da população bem como das condições ambientais.

Embora se acredite que exista variabilidade genética suficiente para promover ganhos genéticos contínuos com a seleção, isto está cada vez mais difícil com o milho. Alguns autores alegam que o tipo de planta a que se chegou utilizando-se da variabilidade poligênica, pode ser um fator limitante para uma maior produção de grãos, por unidade de área.

Mais recentemente tem-se dado ênfase para o melhoramento de ideotipos. Nessa nova filosofia, assume-se a existência de fortes associações genéticas entre a produção de grãos e determinados caracteres morfológicos e fisiológicos, os quais poderiam ser usados como critérios de seleção indireta ou em combinação com o rendimento de grãos em um índice de seleção (SILVA, 1981).

GERALDI et alii (1977), acreditam que um dos conhecimentos pelo qual possa-se melhorar o rendimento da cultura seria através da melhoria da eficiência fotossintética. Os autores creem que devido a problemas fisiológicos e físicos, os pendões influem negativamente na produção de grãos e que plantas com pendões menores tendem a ser mais eficientes na produção.

Também com relação ao porte da planta, tem havido uma forte tendência para materiais mais baixos. PATERNIANI (1973), julga que esse crescente interesse por plantas de milho de porte mais baixo, nos países de clima tropical e subtropical, estaria associado com a resistência ao acamamento, colheita mecânica e maiores produções.

A redução da altura da planta pode ser conseguida geneticamente através da variabilidade poligênica ou pela utilização de gens maiores, como o braquítico-2 (br_2). Tais alternativas tem sido utilizadas nos esquemas de melhoramento pa

ra a obtenção de cultivares de porte e arquiteturas mais adequadas (PATERNIANI, 1973; MIRANDA FILHO e VENCOVSKY, 1973).

Muito embora as estimativas de parâmetros em populações de milho normais sejam abundantes na literatura, para os milhos braquíticos, entretanto, essas informações são relativamente escassas.

São objetivos deste trabalho, a determinação das propriedades genéticas dos caracteres altura de planta, altura de espiga, índice de posição da espiga (AE/AP), número de ramificações do pendão, produção de grãos e suas interrelações, em duas populações de milho braquíticos, as quais têm revelado bom potencial do ponto de vista de melhoramento. Objetiva-se ainda estimar o progresso genético, com o uso de famílias de meios irmãos para a produção de grãos e com a seleção massal para altura de planta, altura de espiga e número de ramificações do pendão.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A causa genética principal da correlação é a pleiotropia, embora a ligação também seja uma causa transitória de correlação, particularmente, em populações derivadas de cruzamentos entre estirpes divergentes. A pleiotropia é a propriedade do gen de afetar dois ou mais caracteres, de forma a proporcionar uma variação simultânea nos caracteres que afeta. O grau de correlação produzido pela pleiotropia revela a magnitude por meio do qual dois caracteres estão influenciados pelos mesmos gens, FALCONER (1964).

Para SOUZA JR et alii (1980), o conhecimento da correlação entre caracteres é de importância para o melhoramento, porque permite realizar a seleção de maneira mais adequada, com o objetivo de se obterem plantas mais eficientes quanto a produção de grãos.

Diversos autores têm procurado estabelecer associações entre caracteres, especialmente com a produção de grãos. Das correlações estabelecidas, a mais amplamente difundida é produção x altura de planta. Estes dois caracteres estão positivamente correlacionados, na maioria dos trabalhos, UTKEDE et alii (1976); QUEIRÓZ (1969); CAMPOS (1966) e CRISÓSTOMO (1977).

ROBINSON et alii (1951), verificaram apreciável

associação entre produção e prolificidade. Os autores constataram uma melhor eficiência de seleção com o uso de vários índices para os diversos caracteres; a menor eficiência da seleção foi obtida, justamente, com um único índice para produção. Isso seria devido a alta herdabilidade dos caracteres associados com a produção.

Segundo GERALDI (1977) os primeiros autores a constatarem associação entre produção e caracteres do pendão foram: Watson (1893); Newman (1893); Smith et alii (1895); Kimbrough (1911) e Kiesselbach (1922). Esses autores constataram aumento na produção de grãos com a remoção do pendão. Entretanto, Hayward (1891); Ingersoll (1892) e Mills (1893), verificaram descrêscimos na produção de grãos das plantas despendoadas. Já Morrow e Gardner (1892), não detectaram nenhuma alteração na produção das plantas despendoadas.

WELHAUSEN et alii (1954), encontraram um coeficiente de correlação altamente significativo entre condensação do pendão e número de fileiras da espiga.

Investigando as correlações genética aditivas (r_A) entre peso do pendão e produção de grãos, bem como o número de ramificações do pendão e produção, GERALDI et alii (1977), encontrou $r_A = -0,143$ e $r_A = -0,650$ para produção x peso do pendão e produção x número de ramificações do pendão, respectivamente. O autor constatou ainda que o caráter primário negativamente correlacionado à produção de grãos é o número de ramificações do pendão, e que o peso do pendão apresenta correlação negativa com a produção de grãos pelo fato de ser positivamente correlacionado ao número de ramificações.

Há duas hipóteses para explicação da correlação negativa entre tamanho do pendão e produção, mas elas não são excludentes. Do ponto de vista fisiológico há uma competição para nutrientes entre o pendão e a espiga. Pendão removidos ou

reduzidos devem deixar à disposição da espiga um fluxo maior de nutrientes. Do ponto de vista físico, os pendões influem negativamente na produção devido a interceptação da luz, causando sombreamento.

GROGAN (1956), observou que milhos despendoados sob condições de seca e baixa fertilidade aumentavam a produção, e CHINWUBA et alii (1961), verificaram que um híbrido simples estéril foi mais produtivo que sua versão fértil; o despendoamento das plantas férteis aumentou a produção sob baixa densidade de plantio em 13,8%, mas não houve influência para os híbridos simples macho-estéreis. Em altas densidades de plantio não se verificou diferenças entre os materiais. Os autores postulam que as evidências levam a crer que a reação dos híbridos estéreis à condições adversas, pode ser superior às suas versões férteis; isso estaria associado à competição por nutrientes entre pólen e espiga, que nas plantas estéreis estariam disponíveis para espiga.

HUNTER et alii (1969), constataram que a remoção do pendão em altas populações, resultou em um significativo aumento da produção. Quando removido o pendão e recolocado na planta, a produção de grãos foi menor que a produção resultante das plantas que tiveram os pendões removidos definitivamente. A explicação dada pelos autores é que, embora não houvesse competição para nutrientes nas plantas que tiveram o pendão recolocado, houve interceptação da luz. Pendões simuladamente menores provocaram aumento na produção. Os resultados deste experimento sugerem que o melhoramento para pendões pequenos pode aumentar a produção de grãos.

Ainda HUNTER et alii (1973), investigaram o efeito da remoção do pendão, unicamente, e acompanhado de 1, 2 e 3 folhas. No primeiro caso houve um aumento médio de 3,5% para as linhagens precoces e 10,3% para as linhagens tardias. Porém a remoção das folhas juntamente com o pendão, prejudicou sensivel

mente mais as linhagens precoces que as tardias, provavelmente porque foi removido maior área foliar nas primeiras.

O aumento na produção de grãos pela retirada do pendão foi ainda observada por LEONARD e KIESSELBACH (1932); DUNGAN e WOODWORTH (1939). Mas KIESSELBACH (1945), não verificou efeito algum com o despendoamento.

Alguns autores também têm especulado sobre a posição relativa da espiga, ou índice de posição (AE/IP). É sabido que os milhos tropicais possuem altos índices de posição. Isso tem sido considerado desvantajoso tanto do ponto de vista da produção quanto do acamamento.

GOMEZ et alii (1972) sugerem que a seleção para posição da espiga se faça com base no índice de posição e não com base na altura absoluta da espiga. Eles verificaram que o índice de posição que maximizou o rendimento de grãos foi 0,601 para a variedade Criollo de Ixtacalca e 0,618 para V-7. Houve correlação positiva entre altura de planta e altura de espiga.

PATERNIANI (1981) correlacionou o número de ramificações do pendão com o índice de posição da espiga para diversas raças de milho descritas na literatura. Para a maioria dos casos a correlação foi positiva e significativa. Acredita o autor que muitas ramificações do pendão correspondem a plantas com alto nível de dominância apical. Sugere que a seleção para pendões menores, aumentaria a prolificidade pela redução da dominância apical.

Mais recentemente, SOUZA JR et alii (1980), encontraram correlação genética aditiva alta e negativa entre peso de grãos e número de ramificações do pendão ($r_A = -0,441$), o mesmo acontecendo para índice de espiga e número de ramificações do pendão ($r_A = -0,648$). Os caracteres peso de grãos e índice de espiga também apresentaram correlação genética aditiva al

ta ($r_A = 0,941$). A correlação entre índice de posição de espiga e número de ramificações do pendão foi baixa ($r_A = 0,094$). O índice de posição da espiga e o peso de grãos foi negativamente correlacionado ($r_A = -0,282$), reforçando a hipótese que plantas mais eficientes, devem apresentar a espiga numa posição relativa mais baixa. Os resultados indicaram ainda que a posição relativa da espiga é mais determinada pela altura da espiga que da planta, pois correlação aditiva entre altura de espiga e índice de posição foi duas vezes maior que entre altura de planta e índice de posição.

ANDRADE e MIRANDA FILHO (1980), determinaram as interrelações genéticas e fenotípicas entre caracteres da planta e do pendão de milho. As associações entre o número de ramificações do pendão e a altura da planta, altura de espiga e índice de posição foram todas positivas: 0,36; 0,44 e 0,28, respectivamente. Também esses autores verificaram que a correlação genética aditiva entre altura de espiga e índice de posição de espiga (0,77), foi mais forte que entre altura da planta e índice de posição.

A herança do número de ramificações do pendão foi estudada por MOCK e SCHUETZ (1974). Eles concluíram pela herança quantitativa e no mínimo oito fatores genéticos estariam envolvidos. O número alto de ramificações do pendão seria dominante sob o número baixo de ramificações. A ação gênica aditiva foi mais importante, enquanto a ação gênica dominante foi insignificante. A herdabilidade estimada foi alta, sugerindo possibilidade de seleção para o caráter.

Estimativas de coeficientes de herdabilidade altos para número de ramificações do pendão foram encontrados também por GERALDI et alii (1977); ANDRADE e MIRANDA FILHO (1979) e SOUZA JR et alii (1980): 45,8%, 61,6% e 64,3%, respectivamente.

As informações sobre o tipo de herança para altu

ra de planta e espiga são abundantes na literatura. Prevalece nestes trabalhos a constatação de que a variância genética aditiva é a componente de maior importância (ROBINSON et alii, 1949; HARVILLE et alii, 1978 e KATTA et alii, 1976. A predominância da variância genética aditiva é uma indicação de que os métodos de melhoramentos intrapopulacionais são preferidos. RUSSEL (1976), utilizando linhas isogênicas de milho (B14), encontrou efeitos aditivos significativos para altura de planta, número de ramificações do pendão e altura de espiga. Porém, houve significância ainda para os efeitos de dominância e epistase do tipo aditivo x aditivo para os três caracteres.

As perspectivas de seleção para redução da altura da espiga tem sido igualmente verificadas para diversas populações. As estimativas de altos coeficientes de herdabilidade e existência de ampla variabilidade genética para os caracteres altura da planta e da espiga, bem como para o número de ramificações do pendão, possibilitaram a obtenção de progressos genéticos através de métodos simples de seleção.

Para altura de planta e de espiga as estimativas de coeficientes de herdabilidade também são altos. MIRANDA FILHO (1979) encontrou herdabilidade ao nível de plantas individuais de 62,74% e 64,02%, para altura de planta e de espiga, respectivamente. GHINI e MIRANDA FILHO (1979), estimaram a herdabilidade ao nível de plantas individuais em 72,07% e 56,28% para altura de planta e de espiga, respectivamente. Estimativas altas de herdabilidade foram constatadas ainda por SOUZA JR et alii (1980), ou seja 46,61% para altura de planta e 84,57% para altura de espiga. As estimativas obtidas por ROBINSON et alii (1949), e HARVILLE e JOSEPHSON (1979), são da mesma ordem de magnitude.

Para investigar a herança da altura da espiga GIESBRECHT (1961), utilizou duas linhagens, seus F_1 e F_2 e retrocruzamentos. As duas linhagens diferiram em seis fatores pa

ra altura de espiga, dos quais dois fatores controlam o número de internódios e quatro fatores controlam o comprimento. Não foi encontrado pleiotropia entre os fatores que controlam o número de internódios e o comprimento. Para o número de internódios, não foi encontrada dominância, mas o comprimento indicou heterose e o F_1 da altura de espiga indicou dominância parcial para maior altura de espiga. Pouca interação interalélica foi indicada para os três caracteres. As estimativas de herdabilidade foram, 65,3%, 38,3% e 82,4%, para número de internódios, comprimento de internódios e altura de espiga, respectivamente. SILVA (1963), encontrou herança intermediária para o número de internódios, enquanto para o comprimento dos internódios pareceu ocorrer efeito heterótico.

Também GARDNER et alii (1953), encontraram dominância parcial para altura de planta e de espiga, e HARVILLE e JOSEPHSON (1979), estimaram herdabilidade para o número de nós abaixo da espiga (90,7%; 50,4%) e acima (77,3%; 45,7%), através de dois métodos diferentes.

A herdabilidade para o índice de posição da espiga foi estimada em 72,59% por SOUZA JR et alii (1980) e em 32,16% por ANDRADE e MIRANDA FILHO (1980).

Com relação aos caracteres estudados no presente trabalho, um resumo de grande número de estimativas é fornecido por HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), para produção de grãos, altura de planta e altura de espiga. As estimativas médias de coeficiente de herdabilidade foram, 18,7%, 56,9% e 66,2%, respectivamente, como médias de 99, 45 e 52 estimativas. A relação média entre variância dominante e variância aditiva (σ^2_D/σ^2_A) foi de 0,94 para produção de grãos, 0,53 para altura de planta e 0,37 para altura da espiga. Para a correlação genética entre produção de grãos e altura da planta e da espiga, HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), relatam 0,26 e 0,31, respectivamente, como média

de 23 estimativas. O coeficiente de correlação entre altura da planta e altura da espiga foi de 0,81, média de 22 estimativas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Origem das Populações

As populações objetos deste estudo, Piranão VD-2 e Piranão VF-1, correspondem às versões anãs obtidas por cruzamento e retrocruzamentos, usando-se a variedade Piranão como pai não recorrente e fonte do gen braquítico-2 (br_2). PATERNIANI et alii (1977), descrevem o processo de obtenção desses dois compostos. Após um retrocruzamento, seguiram-se três gerações de cruzamento ao acaso em lotes isolados. Em cada população foi praticada uma seleção branda com o objetivo de uniformizar a arquitetura. Já a variedade Piranão, usada como pai não recorrente, foi obtida por PATERNIANI (1973), a partir do cruzamento entre Piramex e Texpeño br_2 .

4.2. Execução Experimental

De cada população, Piranão VD-2 e Piranão VF-1, foram extraídas 300 famílias de meios irmãos que foram avaliadas em três lâminas 10 x 10, com quatro repetições, de acordo com COCHRAN e COX (1969), em Água Santa-Piracicaba, ano agrícola 1979.

As parcelas foram constituídas de uma fileira de cinco metros de comprimento e o espaçamento utilizado foi de 1,00m x 0,20m com uma planta por cova após o desbaste, totalizando um stand de 25 plantas. Uma testemunha (Piranão), foi intercalada siste

maticamente entre os blocos de cada repetição.

Para efeito de análise dos caracteres, altura de planta, altura de espiga, índice de posição e número de ramificações do pendão, foram tomadas observações de uma amostra ao acaso de cinco plantas competitivas de cada progênie. Porém, para o número de ramificações do pendão, as observações foram tomadas apenas de duas repetições.

Por ocasião da colheita, o peso de campo foi corrigido para umidade padrão de 15,5% e para stand de 25 plantas. Para tanto, utilizou-se da fórmula:

$$P_{cc} = \frac{(H - 0,3F)}{(H - F)} \cdot \frac{(1 - U)}{(0,845)} \quad \text{onde:}$$

U é a umidade de campo observada;

H é o número ideal de plantas por parcela (25)

F é o número de falhas

P_{cc} é o peso de campo corrigido para 15,5% de umidade e stand de 25 plantas.

4.3. Análise da Variância e Covariância

As análises de variância e covariância para produção de grãos foram realizadas com totais de parcelas e para os demais caracteres, com médias de parcelas (Tabelas 1, 2 e 3). As variâncias e covariâncias dentro de progênie foram obtidas das observações de cinco plantas, individualmente e independente para cada parcela. Embora os experimentos tenham sido conduzidos como látices, estes se revelaram de baixa eficiência, permitindo assim a análise como blocos casualizados. Seguiu-se a recomendação de KEMPTHORNE (1966) para obtenção dos produtos médios. Os modelos matemáticos utilizados foram:

$Y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{ij}$, para produção de grãos e

$Y_{ijk} = m + p_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}$, para os demais caracteres.

Nos modelos tem-se:

Y_{ij} : total da produção da parcela ij (progênie i da repetição j).

Y_{ijk} : Valor observado na planta k da parcela ij .

m : média geral

p_i : efeito aleatório de progênies, onde $p_i \sim N(0, \sigma_p^2)$, sendo $i = 1, 2 \dots 100$; σ_p^2 é a variância genética entre progênies de meios irmãos.

b_j : efeito aleatório de repetições, onde $b_j \sim N(0, \sigma_b^2)$, sendo $j = 1, 2 \dots r$; $r = 2$ para o número de ramificações do pendão e $r = 4$ para os demais caracteres.

e_{ij} : erro experimental associado à parcela ij , onde $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

d_{ijk} : efeito da planta k dentro da parcela ij , onde $d_{ijk} \sim N(0, \sigma_d^2)$, sendo $k = 1, 2 \dots 5$; σ_d^2 é a variância fenotípica dentro de parcelas.

Observação: Para os caracteres amostrados, as observações Y_{ijk} foram utilizadas para cálculo da variância dentro de progênies (σ_d^2); a análise da variância foi feita com médias de parcelas ($\bar{Y}_{ij}$).

Tabela 1 - Esquema da análise de variância para produção de grãos.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	QM.	E (QM) (TOTAIS)	E (QM) PLANTAS INDIVIDUAIS
Repetições/Exp.	(r-1)t	-		
Famílias/Exp.	(f-1)t	Q ₁	$\sigma^2 + r\sigma_p^2$	$n\sigma_d^2 + n^2\sigma_e^2 + n^2r\sigma_p^2$
Erro médio	(r-1) (f-1)t	Q ₂	σ^2	$n\sigma_d^2 + n^2\sigma_e^2$

Tabela 2 - Representação das análises combinadas de variância e covariância para os caracteres: altura de planta, altura de espiga, índice de posição e número de ramificações do pendão.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	QM.	E (QM)	PM	E (PM)
Repetições/Exp.	(r-1)t				
Famílias/Exp.	(f-1)t	Q ₁	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	P ₁	$\text{Cov}_d/k + \text{Cov}_e + r\text{Cov}_p$
Erro médio	(r-1) (f-1)t	Q ₂	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2$	P ₂	$\text{Cov}_d/k + \text{Cov}_e$
Dentro	tfr(k-1)	Q ₃	σ_d^2	P ₃	Cov_d

Tabela 3 - Modelo de análise combinada de covariância entre produção e: altura de planta, altura de espiga, índice de posição e número de ramificações do pendão.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	P.M.	E. (P.M) [§]
Repetições/Exp.	(r-1)t	-	-
Famílias/Exp.	(f-1)t	P ₁	$Cov_d + n Cov_e + rn Cov_p$
Erro médio	(r-1) (f-1)t	P ₂	$Cov_d + n Cov_e$

§ - Refere-se a combinação do caráter produção (total de parcela com n=25) e outro caráter (média de k= 5 plantas).

Nestas tabelas, r é o número de repetições;

f é o número de famílias de meios irmãos;

t é o número de experimentos;

n é o número de indivíduos por parcela, e

k é o número de plantas amostradas na parcela (k < n).

4.4. Estimação dos Parâmetros Genéticos

A estimação dos parâmetros genéticos, foi efetuada de acordo com VENCOSKY (1978) e GERALDI et alii (1977).

4.4.1. Estimação dos Parâmetros para Produção de Grãos.

A estimativa da variância genética entre progênies de meios irmãos ($\hat{\sigma}_p^2$), ao nível de totais, foi obtida da seguinte maneira:

$$\hat{\sigma}_p^2 = (Q_1 - Q_2) / r$$

sendo Q₁ e Q₂ obtidos da análise combinada para produção de grãos.

Da relação entre a variância genética entre progênies e a variância fenotípica, obteve-se o coeficiente de herdabilidade para médias de famílias:

$$h^2 = \sigma_p^2 / \sigma_F^2$$

$$\text{sendo } \sigma_F^2 = Q_1/r.$$

O coeficiente de variação genético foi obtido da divisão entre o desvio padrão entre progênies (σ_p) e a média do experimento:

$$CV_g(\%) = (\sigma_p / \bar{x}) \cdot 100$$

O progresso genético esperado com a seleção entre famílias de meios irmãos foi dado pela fórmula:

$$G_s = ds \cdot h^2_F$$

4.4.2. - Estimação dos parâmetros genéticos para os caracteres amostrados: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR).

As estimativas desses caracteres foram obtidos ao nível de plantas. Assim, a variância genética entre progênies foi estimada a partir da tabela 2, operando-se os respectivos quadrados médios:

$$\sigma_p^2 = (Q_1 - Q_2) / r.$$

A variância ambiental entre parcelas, fenotípica

dentro de parcelas e coeficiente de herdabilidade entre médias de famílias foram estimados, respectivamente da seguinte maneira:

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - (Q_3/k)$$

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_3$$

$$h^2 = \hat{\sigma}_p^2 / (\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2).$$

4.4.3. Estimativas das covariâncias entre produção, ao nível de totais e os demais caracteres, ao nível de médias de cinco plantas.

Na tabela 3 estão apresentadas as esperanças matemáticas para as diferentes fontes de variação, de acordo com a metodologia proposta por GERALDI et alli (1977).

A partir dessas esperanças, foram calculadas as covariâncias entre x, y:

$$Cov_p = (P_1 - P_2) / rn$$

4.4.4. Correlações genéticas (r_A) e fenotípicas (r_F).

$$r_A(z,w) = (P_1 - P_2) \cdot \{(Q_1 - Q_2)_z \cdot (Q_1 - Q_2)_w\}^{-1/2}$$

$$r_F = P_1 \{(Q_1)_z \cdot (Q_2)_w\}^{-1/2}$$

onde z= produção e w = AP, AE, IP ou NR.

4.4.5. Estimativas das covariâncias entre os caracteres amostrados.

Analogamente às estimativas das variâncias genéticas ao nível de plantas, as covariâncias genéticas entre progênies, foram estimadas com base nas esperanças matemáticas. Desse modo, operando-se os produtos médios, obteve-se a covariância genética ao nível de plantas:

$$\hat{Cov}_p = (P_1 - P_2) / r$$

As estimativas da covariância ambiental entre parcelas e fenotípicas dentro de parcelas, respectivamente, foram calculadas do seguinte modo:

$$\hat{Cov}_e = P_2 - (P_3/k)$$

$$\hat{Cov}_d = P_3.$$

4.4.6. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas, ao nível de plantas:

$$r_A(w, w^1) = \hat{Cov}_p \cdot \{\hat{\sigma}_{pw}^2 \cdot \hat{\sigma}_{pw^1}^2\}^{-1/2}$$

$$r_F(w, w^1) = \hat{Cov}_F \cdot \{\hat{\sigma}_{Fw}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Fw^1}^2\}^{-1/2}$$

sendo $\hat{Cov}_F = \hat{Cov}_p + \hat{Cov}_e + \hat{Cov}_d$, para quaisquer combinações ($w \times w^1$) dos caracteres AP, AE, IP ou NR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises combinadas da variância dos três experimentos para as duas populações - Piranão VD-2 e Piranão VF-1 são mostradas nas tabelas 4, 5, 6 e 7. Porém, as duas primeiras tabelas (4 e 5), referem-se aos experimentos cujos caracteres foram amostrados nos quatro blocos e geraram as estimativas dos parâmetros genéticos obtidos ao nível da totalidade das repetições. As tabelas 6 e 7 reportam-se a esses mesmos caracteres amostrados, porém, apenas nas duas primeiras repetições. Os resultados da análise da variância combinada para o Piranão VD-2 e Piranão VF-1 estão nas tabelas 4 e 6, e 5 e 7, respectivamente.

Os produtos médios combinados, para cada uma das populações, Piranão VD-2 e Piranão VF-1, estão nas tabelas 8, 8a, e 9 e 9a, respectivamente, e as estimativas obtidas ao nível de plantas, para a covariância genética entre progênieis ($Côv_p$), covariância do erro ambiental entre parcelas ($Côv_e$), covariância fenotípica dentro de parcelas ($Côv_d$) e covariância fenotípica ($Côv_F$), encontram-se nas tabelas 10 e 11.

5.1. Parâmetros Genéticos

5.1.1. Produção de Grãos

As estimativas dos parâmetros genéticos referentes

à produção de grãos para as duas populações estão na tabela 12. Os resultados obtidos para a variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), coeficiente de variação genético (CV_g), herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias ($h^2_{\bar{F}}$) e relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$) permitem concluir pela ampla variabilidade genética do caráter nas duas populações. Para o Piranão VF-1, entretanto, tais estimativas foram de magnitude superior às verificadas para o Piranão VD-2. Embora a produção média de grãos, em kg/parcela, tenha sido inferior para o Piranão VF-1, as perspectivas de elevação do nível de produtividade tornam-se melhores que no Piranão VD-2. Ainda assim, o progresso genético esperado (tabela 12) para as duas variedades é bastante alto. Segundo VENCOSKY (1975), as estimativas de herdabilidade obtidas para os dois materiais podem ser consideradas altas, possibilitando o sucesso com o emprego de métodos de melhoramento intrapopulacionais.

As estimativas da variância genética aditiva para o Piranão VD-2 ($\hat{\sigma}_A^2 = 1,9950$) e para o Piranão VF-1 ($\hat{\sigma}_A^2 = 1,7258$) são sensivelmente superiores às verificadas por MIRANDA FILHO (1977); CRISÓSTOMO (1977); LIMA E PATERNIANI (1977) e MIRANDA FILHO (1979). Tais resultados aplicam-se também para o coeficiente de variação genético (11,15% e 14,62%, no Piranão VD-2 e VF-1, respectivamente) e para a herdabilidade no sentido restrito. Os valores encontrados para o coeficiente de herdabilidade no presente estudo, são porém, inferiores aos encontrados por RISSI (1980) para o Piranão B (70,73%), portanto, ligeiramente superior a melhor estimativa desse trabalho (69,18% para Piranão VF-1).

Também a relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$), revelou para o Piranão VF-1 (0,7491) uma melhor variabilidade para produção de grãos entre famílias, que para o Piranão VD-2 (0,6876). Estes valores são intermediários aos encontrados por MIRANDA FILHO (1977), mas muito inferiores às estimativas de SOUZA JR et alii (1980:

Os resultados aqui obtidos para a produção de grãos permitem concluir pela ampla variabilidade genética das

duas populações. Esses resultados na verdade, já eram esperados, uma vez que compostos são materiais que pela sua própria natureza genética exibem elevado grau de variabilidade genética. HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), sumarizam resultados médios obtidos de grande número de estimativas da variância genética aditiva, variância dominante, grau médio de dominância e coeficiente de herdabilidade para diferentes tipos de materiais genéticos de milho. Os compostos foram os materiais que apresentaram maior variabilidade genética. As estimativas médias da variância aditiva ($\sigma^2_A = 721,9$) e grau médio de dominância ($gmd = 1,33$), foram as mais altas entre os diferentes tipos de populações. Apenas o coeficiente de herdabilidade teve uma estimativa mais baixa que os sintéticos, F_2 e variedades de polinização aberta. A ampla variabilidade genética tanto entre como dentro de famílias de meios irmãos revela que a introdução do gen braquítico-2 não alterou sensivelmente a estrutura genética do caráter produção de grãos, possibilitando assim o emprego de métodos intra ou interpopulacionais de seleção. A opção por métodos relativamente mais simples de seleção deverá conduzir o programa a resultados satisfatórios. Por sua vez, os híbridos interpopulacionais deverão também exibir elevado grau de variabilidade genética. De fato, MIRANDA FILHO (1979), constatou que a variância genética aditiva no híbrido interpopulacional (Piranão VD-2 x Piranão VF-1) foi sensivelmente maior na população ESALQ VD-2, aqui relatados.

5.1.2. Estimativas para os caracteres altura de planta, altura de espiga e índice de posição da espiga.

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidos ao nível de plantas, para os caracteres altura de planta e de espiga e índice de posição, estão apresentados na tabela 13. Tal como ocorreu com os resultados obtidos para produção de grãos, também para altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), os resultados encontrados para o Piranão VF-1 foram superiores aos do Piranão VD-2. Com relação ao índice de posição da espiga, apenas

a variância genética aditiva, foi ligeiramente superior no Piranão VD-2. A herdabilidade, o coeficiente de variação genético e a relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$), tiveram valores mais altos no Piranão VF-1. Para as duas populações, entretanto, as maiores estimativas de herdabilidade foram obtidas para a altura de planta (61,96% para Piranão VD-2 e 62,07% para Piranão VF-1), enquanto as menores ficaram com o índice de posição da espiga (36,6% para Piranão VD-2 e 43,22% para Piranão VF-1). Essa tendência para valores mais altos da herdabilidade da altura de planta, não foi observada por SOUZA JR et alii (1980), que encontrou maior resultado, justamente, para o índice de posição da espiga (72,59%). Para altura da planta, a herdabilidade foi de 46,61%.

Das estimativas de coeficiente de herdabilidade no sentido restrito relatados na literatura, os valores aqui obtidos, para altura de planta e de espiga, são intermediários aos verificados por CRISÓSTOMO (1977) e RISSI (1980). De particular interesse para comparação, são os dados relatados por QUEIRÓZ (1969); MIRANDA FILHO et alii (1972) e LIMA e PATERNIANI (1977), que trabalharam com os pais recorrentes das populações, Piranão VD-2 e Piranão VF-1.

Para o Composto Flint, MIRANDA FILHO et alii (1972), estimaram herdabilidade de 76,8% para altura de planta e 66,6% para altura de espiga, portanto, estimativas maiores que as verificadas no presente trabalho para o Piranão VF-1. Para o Composto Dentado, obtiveram valores de 49,5% para altura de planta e 71,7% para a altura de espiga. Portanto, a maior estimativa de herdabilidade no Dentado foi obtida para altura de espiga, o que não aconteceu com o Flint. Também QUEIRÓZ (1969), trabalhando com o Dentado Composto, obteve melhor estimativa para altura de espiga (112,8%) que para altura de planta (101,1%). Esses valores acima de 100% foram explicados como decorrência da interação genótipo x ambiente.

Ainda com o Dentado Composto, LIMA e PATERNIANI (1977), encontraram coeficiente de herdabilidade de 67,9% para altura de planta e 51,9% para altura de espiga. Apenas para a altura de planta o valor encontrado por esses autores foi maior que a estimativa verificada para o Piranão VD-2.

Parâmetros genéticos em populações de porte baixo obtidas a partir da variabilidade poligênica, também foram estimados por MIRANDA FILHO (1978) e GHINI e MIRANDA FILHO (1979). Para altura de planta, as herdabilidades foram mais altas (62,7% e 72,1%) que para a altura de espiga (64,0% e 56,3%), respectivamente. Desses resultados, apenas a estimativa obtida por GHINI e MIRANDA FILHO (1979), para altura de planta foi superior ao melhor resultado encontrado para o mesmo caráter nas variedades braquíticas estudadas (Piranão VF-1: $h^2 = 62,07\%$).

Ainda com referência ao coeficiente de herdabilidade, CRISÓSTOMO (1977) e SOUZA JR et alii (1980), encontraram valores mais altos para a altura de espiga que para altura de planta. As herdabilidades obtidas para altura de planta no Piranão VD-2 e Piranão VF-1 foram superiores as verificadas por esses autores. Com relação a altura de espiga, os resultados de CRISÓSTOMO (1977), para o Composto B e de SOUZA JR et alii (1980) revelaram-se superiores a quaisquer das estimativas das populações estudadas.

A tabela 19 reporta estimativas da variância genética para os caracteres altura de planta e de espiga obtidos por diferentes autores,

Trabalhando com dois compostos (Flint e Dente), MIRANDA FILHO et alii (1972), encontraram valores mais altos da variância aditiva para altura de espiga no Composto Dentado ($\hat{\sigma}_A^2 = 27,5 \times 10^{-3}$) e na altura da planta do Composto Flint ($\hat{\sigma}_A^2 = 30,8 \times 10^{-3}$). Essa tendência para valores mais altos da variância aditiva para altura de planta foi observada nas duas populações bra-

quíticas estudadas. Dos valores encontrados por esses autores no Composto Dentado, apenas a estimativa da variância aditiva para altura de espiga é superior à verificada para o caráter no Piranão VD-2 ($\hat{\sigma}_A^2 = 19,65 \times 10^{-3}$). Ainda com o Composto Dentado, os resultados obtidos por QUEIRÔZ (1969) e LIMA e PATERNIANI (1977), revelaram-se de magnitude superior aos valores da variância genética aditiva obtidas com o Piranão VD-2, tanto para altura de planta como para altura de espiga. Já os dados obtidos por RISSI (1980) com as subpopulações da variedade Piranão, são da mesma magnitude dos valores encontrados nas duas populações estudadas.

Para o índice de posição da espiga (IP), a variância genética aditiva, a herdabilidade no sentido restrito, o coeficiente de variação genético bem como a relação ($\hat{\sigma}_p / \hat{\sigma}$), são inferiores as estimativas de SOUZA JR et alii (1980). Ainda assim as populações exibiram suficiente variabilidade genética para permitir progressos através da seleção.

Vale salientar, porém, que as diversas estimativas devem, provavelmente, estar superestimadas, pelo fato dos experimentos serem conduzidos em apenas um local e um ano. Por outro lado, há de se considerar também o significativo número de progênies avaliadas de cada população.

5.1.3. Estimativas para o número de ramificações do pendão - (NR).

Os parâmetros genéticos relacionados ao número de ramificações do pendão estão apresentados na tabela 13. Para esse caráter, a variabilidade genética nas duas populações foi da mesma magnitude, obtendo-se assim estimativas de progresso genético da mesma grandeza (tabela 17). Os valores obtidos para o

coeficiente de herdabilidade (57,7% para Piranão VD-2 e 57,4% para Piranão VF-1) são superiores aos resultados apresentados por MOCK e SCHUETZ (1974) e GERALDI et alii (1977); porém, maiores estimativas para esse caráter foram conseguidos por ANDRADE e MIRANDA FILHO (1979) e SOUZA JR et alii (1980).

Para variância genética aditiva, o Piranão VF-1 apresentou melhor resultado ($\sigma^2_A = 43,96$), porém esse fato não se traduziu em um maior coeficiente de herdabilidade uma vez que a variância fenotípica também foi maior.

Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho não são tão frequentes na literatura. Só mais recentemente é que esse caráter mereceu maior atenção dos melhoristas. Isso aconteceu a partir do novo enfoque dado ao melhoramento genético com base em ideotipos. A redução do número de ramificações do pendão tem sido sugerida como uma forma de aumentar a eficiência fotossintética das plantas, a partir da constatação de que esse caráter estaria negativamente correlacionado com a produção de grãos. Os valores encontrados no presente trabalho para os parâmetros genéticos estimados nas duas populações permitem que a redução do número de ramificações do pendão possa ser conseguida com o emprego de métodos simples de seleção. De fato, PATERNIANI e GERALDI (1980), obtiveram um progresso médio de 7% por ciclo de seleção massal, com uma intensidade de 40%, para as duas populações, Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Esse progresso é considerado alto, levando-se em conta que foi praticada uma seleção branda. Isto naturalmente, é uma consequência do alto coeficiente de herdabilidade encontrado para as duas populações, o que demonstra a utilidade de estimativas de parâmetros genéticos nos programas de melhoramento.

As médias para os diversos caracteres avaliados nas duas populações estão na tabela 18. Para o Piranão VF-1, a média do número de ramificações foi bastante superior à média do

Piranão VD-2, o que não aconteceu com os caracteres, produção de grãos, altura de espiga e índice de posição da espiga.

5.1.4. Correlações Genéticas e Fenotípicas

As correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre os caracteres avaliados estão nas tabelas 15 (Piranão VD-2) e 16 (Piranão VF-1). Conforme já era esperado pelos resultados da literatura, verificou-se forte associação positiva entre altura de planta (AP) e de espiga (AE): 0,8392 para Piranão VD-2 e 0,8971 para Piranão VF-1. As correlações entre altura de espiga e índice de posição (IP) foram positivas e mais fortes nas duas populações que entre altura de planta e índice de posição. Isso indica que o índice de posição é mais determinado pela altura da espiga que pela altura da planta. Esses resultados estão de acordo com SOUZA JR et alii (1980) e ANDRADE & MIRANDA FILHO (1980).

As correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres da planta (AP; AE e IP) e a produção de grãos (PG) também foram positivas para as duas populações. Com o Piranão VD-2, entretanto, essas correlações foram de magnitude superior às verificadas com o Piranão VF-1. Consequentemente, a seleção para elevação do nível de produção de grãos nas duas populações, acarretará mais alterações nos caracteres do porte no Piranão VD-2. Os dados obtidos indicam ainda que a correlação entre produção e altura de espiga é mais intensa.

Essa correlação positiva entre produção de grãos e altura da planta nos materiais braquíticos (br_2), segundo RISSI (1980), pode ser considerado como um fator positivo, uma vez que a drástica redução do porte da planta, causada pelo gen br_2 , exige que seja feito uma seleção de gens modificadores para um aumento da altura de planta, o qual leva a um ganho adicional na produção. A seleção de material um pouco mais alto leva a uma gradual recuperação da queda de produção causada pela introdução

do gen braquítico (br_2).

Já nos materiais de porte baixo obtidos a partir da variabilidade poligênica, a seleção para redução do porte pode acarretar uma queda da produção de grãos quando essa correlação entre altura de planta e produção de grãos for positiva, e não observada no processo de seleção. Entretanto, correlação negativa entre rendimento e altura da planta também são frequentes na literatura.

As correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre o número de ramificações do pendão e os demais caracteres não revelaram a mesma tendência para as duas populações, embora todas elas tenham sido mais fracas que as verificadas entre os demais caracteres. Para o Piranão VD-2 todas as correlações (NR x AP; NR x AE; NR x IP e NR x PG) foram positivas. Porém, as associações entre o número de ramificações do pendão x altura de espiga e índice de posição, foram mais fortes que os demais (NR x AP e NR x PG). Para o Piranão VF-1, as correlações foram todas negativas, sendo que as associações NR x IP e NR x PR foram negativamente mais intensas.

As conclusões de GERALDI et alii (1977) e SOUZA JR et alii (1980) de que os caracteres produção de grãos e número de ramificações do pendão são negativamente correlacionados, concordam com o resultado obtido para o Piranão VF-1, embora essa associação tenha sido mais fraca que a verificada pelos autores.

De fato, PATERNIANI e GERALDI (1980) submeteram as populações Piranão VF-1 e Piranão VD-2, a um e três ciclos de seleção massal, respectivamente, para redução do número de ramificações do pendão, e verificaram que a produção no Piranão VF-1 foi elevada em 4%. Para o Piranão VD-2, entretanto, a produção foi ligeiramente reduzida. Esses resultados de PATERNIANI e GERALDI (1980), embora não significativos estatisticamente, estão

de pleno acordo com a magnitude das correlações obtidas nas duas populações.

Para as correlações entre altura de planta, altura de espiga e índice de posição x número de ramificações do pendão, os dados obtidos com o Piranão VD-2 reforçam a teoria de PATERNIANI (1981) sobre os efeitos da dominância apical. Segundo o autor, plantas com maior número de ramificações do pendão devem apresentar um índice de posição (IP) maior, portanto com a espiga mais próxima ao pendão. Também ANDRADE e MIRANDA FILHO (1980) e SOUZA JR et alii (1980) encontraram associação positiva entre número de ramificações do pendão e índice de posição.

PATERNIANI e GERALDI (1980), observaram que a redução do número de ramificações do pendão, acarretou uma redução do índice de posição da espiga para o Piranão VD-2, mas no Piranão VF-1, ocorreu o contrário, isto é, uma elevação. Mais uma vez esses resultados estão em concordância com a natureza das associações verificadas entre o número de ramificações do pendão e os demais caracteres.

Os estudos relacionados com a eficiência fotossintética do milho não tem acompanhado o ritmo das investigações no campo da genética e do melhoramento da espécie. É possível até que isso não tenha ocorrido pela própria filosofia dos programas de melhoramento conduzidos até então sob um prisma estritamente unidisciplinar. É possível que as implicações de natureza fisiológica sejam bem mais complexas que as especulações dos melhoristas. Assim, uma planta que seja eficiente fotossinteticamente, pode não ser necessariamente eficiente para translocar e acumular carboidratos na espiga. Ainda com relação às implicações fisiológicas das alterações morfológicas das plantas, é necessário se conhecer para quais atividades a planta liberaria energia preferencialmente. É sabido que plantas com pendões maiores polinizam um maior número de plantas e, neste caso, a seleção artificial é

oposta aos objetivos da seleção natural. Desse modo, teorias evolucionárias podem sugerir de quais formas, a espécie reagiria. En fim, esta nova sistemática de melhoramento deve desenvolver-se sob uma ótica multidisciplinar, em que os fenômenos devem ser discutidos à luz, sobretudo, da fisiologia vegetal.

Por outro lado, deve se buscar melhorar a eficiência da seleção com base não apenas na associação de dois caracteres mas, baseado em vários índices para esses caracteres que evidenciem forte associação com o caráter que, em última análise, deseja-se melhorar. Assim, o número de ramificações do pendão seria apenas, um desses caracteres. HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), afirmam que o caráter de importância primária, usualmente, é a produção de grãos, mas que a seleção para diversos caracteres é feita comumente com um índice de seleção para todos os caracteres simultaneamente, e que a decisão do melhorista fica em função do peso de cada caráter. Diversos autores tem relatado que o uso de um índice de seleção pode melhorar a eficiência da seleção. YOUNG (1961), verificou que a superioridade do índice aumenta com o aumento do número de tratamentos sob seleção mas, decresce com o aumento das diferenças relativas. A superioridade foi ótima quando os caracteres considerados tiveram importância equitativa. Laible e Dirks (1968), Wolff (1972); Martin e Salvioli (1973); Kauffman e Dudley (1979) e St. Martin (1980), citados por HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), também melhoraram a eficiência da seleção com o uso de um índice para diversos caracteres. Embora a utilização de um índice de seleção seja, em princípio, recomendável, os autores referem-se aos problemas inerentes do processo. De qualquer modo, a seleção simultânea para vários caracteres pode ser indicada como um procedimento aconselhável se o objetivo do melhoramento é dirigido para ideotipos.

6. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho as seguintes conclusões podem ser emitidas:

- a. As duas populações braquíticas (br_2) - Piranão VD-2 e Piranão VF-1 - exibiram suficiente variabilidade genética para obtenção de progressos relativamente altos com o emprego de métodos simples de seleção, em todos os caracteres.
- b. Para os caracteres, altura de planta, altura de espiga, índice de posição e número de ramificações do pendão, a herdabilidade no sentido restrito e ao nível de plantas foi considerada alta.
- c. As estimativas de herdabilidade no sentido restrito, para os caracteres altura de planta, altura de espiga e índice de posição foram superiores no Piranão VF-1 em relação ao VD-2. Para o caráter número de ramificações do pendão ela foi da mesma magnitude nas duas populações.
- d. Dos caracteres altura de planta, altura de espiga e índice de posição, observou-se para as duas populações uma tendência para valores mais altos da herdabilidade na altura de planta,

enquanto o índice de posição teve a estimativa mais baixa. Assim os progressos esperados são maiores para altura de planta que para altura de espiga.

- e. A herdabilidade ao nível de médias para produção de grãos foi estimada em 65,41% e 69,18%, para Piranão VD-2 e Piranão VF-1, respectivamente. Estes valores são considerados altos e as populações se mostraram promissoras para utilização em programas de seleção.
- f. Para o Piranão VD-2, as correlações genéticas aditivas encontradas foram todas positivas. Porém, destas, as mais fortes foram: $AP \times AE = 0,8392$; $AE \times IP = 0,6777$; $PG \times AP = 0,5131$ e $PR \times AE = 0,5530$. As correlações aditivas entre produção de grãos $\times$ número de ramificações do pendão e número de ramificações do pendão $\times$ índice de posição, foram fracas ($r = 0,1116$ e $r = 0,2148$, respectivamente). A seleção para aumentar a produção de grãos nesta população, poderá acarretar também, uma elevação da altura de planta, altura de espiga e índice de posição. O número de ramificações do pendão será o caráter menos alterado pela seleção de plantas mais produtivas. Já a seleção para redução do número de ramificações do pendão, deverá reduzir mais a altura de espiga e o índice de posição, que a altura de planta e a produção de grãos.
- g. Para o Piranão VF-1, as correlações envolvendo os caracteres de porte ($AP \times AE$; $AP \times IP$ e $AE \times IP$) foram as mais fortes e positivas. O número de ramificações do pendão foi negativamente correlacionado com os demais caracteres, sendo que produção de grãos $\times$ número de ramificações e índice de posição $\times$ número de ramificações foram negativamente mais fortes ($r = -0,2368$ e $r = -0,2767$, respectivamente).
- h. A altura da espiga foi o caráter mais positivamente correlacionado com a produção de grãos no Piranão VF-1 ($r = 0,2693$), fato também verificado para o Piranão VD-2.

- i. A seleção para redução do número de ramificações do pendão no Piranão VF-1 levará a um aumento da relação AE/AP (IP) e da produção de grãos. A altura de planta e de espiga sofre rão menos essa alteração.

7. SUMMARY

GENETIC PARAMETERS OF THE MAIZE (Zea mays, L.) POPULATIONS, PIRANÃO VD-2 AND PIRANÃO VF-1

José Albertino Carvalho Lordêlo
José Branco Miranda Filho.

Genetic parameters were estimated in the maize populations, Piranão VD-2 e Piranão VF-1, for the following traits: grain yield, plant height, ear height and tassel branch number. Estimated parameters were: additive genetic variance, coefficient of heritability, genetic coefficient of variation, ratio $\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$ and genetic and phenotypic coefficients of correlation between traits.

Piranão VF-1 showed higher genetic variability than Piranão VD-2, for grain yield, plant and ear height and ear placement index. For tassel branch number both population showed genetic variability of similar magnitude. For all traits genetic variability was sufficiently high to allow progress from selection. Estimates of heritability coefficient for plant

height, ear height, ear placement and tassel branch number were 61.96; 56.42; 36.6 and 57.72% for Piranão VD-2 and 62.07; 59.71; 43.22 and 57.42% for Piranão VF-1, respectively. Coefficients of heritability on a progeny mean basis were 66.41% and 69.18% for Piranão VD-2 and Piranão VF-1, respectively.

Genetic and phenotypic correlations between plant height, ear height and ear placement were all high and positive. For Piranão VD-2 grain yield correlated positively with all other traits; however the lower correlation coefficient were between grain yield and tassel branch number ($r_A = 0.1116$). A low correlation were observed for tassel branch number x plant height and for ear height x ear placement. For Piranão VF-1 the correlation between plant height, ear height and ear placement also were high and positive. Tassel branch number was negatively correlated with all other traits, but at a low level. Grain yield was positively correlated with plant height, ear height and ear placement, but also at a low level.

8. LITERATURA CITADA

- ANDRADE, J.A.C. & J.B. MIRANDA FILHO, 1980. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e do pendão de milho. Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética. Piracicaba. 14:5-10.
- ANDRADE, J.A.C. & J.B. MIRANDA FILHO, 1979. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres do pendão na população ESALQ PB 1 de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. 15-21.
- BOGERSON, C. 1913. Methods of detasseling and yield of hybrid seed corn. Agronomy Journal. 65.135(11):919-922.
- CAMPOS, M.S. 1966. Efeitos da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em duas populações de milho. Tese de Mestrado. ESALQ-USP. Piracicaba.
- CHINWUBA, P.M.; C.O. GROGAN & M.S. ZUBER, 1961. Interaction of detasseling, sterility and spacing on yields of maize hybrids. Crop Science, 1(4):279-280.
- COCHRAN, W.G. & G.M. COX, 1969. Experimental Designs. John Wiley & Sons, Inc. London. 611p.

- COCKERHAM, C.C. 1963. Estimation of genetic variances. In: Statistical Genetics and Plant Breeding, W. D. Hanson and H.F. Robinson, eds., pp 53-94. NASNRC. Publ. 982.
- CRISÓSTOMO, J.R. 1977. Estimaco de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea mays*, L). Tese de Mestrado. ESALQ. Piracicaba, 1.
- DUNCAN, G.H. & C.M. WOODWORTH, 1939. Loss resulting from pulling leaves with the tassels in detasseling corn. Agronomy Journal 31:872-875.
- FALCONER, D.S. 1964. Introduction to Quantitative Genetics. 3a. imp. The Ronald Press Company 365 p. New York.
- GARDNER, C.O.; P.H. HARVEY; R.E. COMSTOCK & H.F. ROBINSON 1953. Dominance of gen controlling quantitatives characters in maize. Agronomy Journal. 45(5):186-191.
- GERALDI, I.O.; J.B. MIRANDA FILHO & R. VENCOVSKY, 1977. Estimacão de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays*, L.) e perspectivas de melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. 63-70.
- GERALDI, I.O.; R. VENCOVSKY & J.B. MIRANDA FILHO 1978. Processo para estimacão dos componentes da covariância entre caracteres avaliados com números diferentes de indivíduos por parcela. Relatório Científico do Departamento de Genética. 84-91.
- GHINI, R. & J.B. MIRANDA FILHO 1979. Herdabilidade da altura da planta e da espiga no segundo ciclo de seleção da população. ESALQ PB 1 de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. 130-137.
- GROGAN, C.O. 1956. Detasseling responses in corn. Agronomy Journal. 48 (6): 247-249.
- GIESBRECHT, J. 1961. The inheritance of ear height in *Zea mays*. Canadian Journal of Genetic and Cytology. 3(1).

- GOMEZ, J.A.R.; J.M. GALAN & L.B. ALANIS, 1972. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz I. Analisis fenotípica. Agrociência, B 8:30-40.
- HALLAUER, A.R. & J.B. MIRANDA FILHO 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press/Ames. 468p U.S.A.
- HARVILLE, B.G. & L.M. JOSEPHSON 1979. Inheritance of ear height and associated caracteres in maize. Maydica XXIV: 95-102.
- HARVILLE, B.G.; L.N. JOSEPHSON & H.C. KINGER 1978. Diallel analysis of ear height and associated characters in corn. Crop Science. 18(1).
- HUNTER, R.B.; G.G. MORTIMORE & L.W. KANNERBERG 1973. Inbred maize performance following tassel and leaf removal. Agronomy Journal. 65: 471-472.
- HUNTER, R.B.; T.B. DAYNARD; D.J. HUME; J.H. TANNER; J.D. CURTIS & L.W. KANNENBERG 1969. Effect of tassel removal on grain yield of corn (Zea mays, L). Crop Science. 4 (9):405-406.
- KATTA, Y.S.; H.E. GALAL & M.G. CASTRO 1976. Effect of planting rate on the estimation of genetic variance in maize (Zea mays, L). Egyptian Journal of Genetics and Cytology. 5 (1).
- KEMPTHORNE, O. 1966. An Introduction to Genetic Statistics. 3a. imp. New York. John Wiley Sons, 545p.
- KIESSELBACH, T.A. 1945. The detasseling hazard of hybrid seed of corn production. Agronomy Journal, 37:806-811.

- LEONARD, W.A. & T.A. KIESSELBACH, 1932. The effect of the removal of tassels on the yield of corn. Agronomy Journal, 24: 514-516.
- LIMA, M. & E. PATERNIANI, 1977. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos de milho (Zea mays, L) e suas implicações com o melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 84-89.
- LINDSEY, M.F.; J.H. LONNQUIST & C.O. GARDNER, 1962. Estimates of Genetic variance in open -pollinated varieties of Corn Belt Corn. Crop Science, Madison, 2:105-108.
- MOCK, J.J. & S.H. SCHUETZ, 1974. Inheritance of tassel branch number in maize. Crop Science, 14 (6):885-890.
- MIRANDA FILHO, J.B.; E. PATERNIANI & R. VENCovsky, 1972. Variação genética aditiva da altura da planta e da espiga em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 104-108.
- MIRANDA FILHO, J.B. & R. VENCovsky, R., 1973. Predição de Médias na Formação de alguns compostos de milho visando a produção de grãos e o porte da planta. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 117-126.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1977. Avaliação de famílias de meios irmãos na população ESALQ PB 1. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 90-94.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1978. Herdabilidade da altura da planta e da espiga na população. ESALQ PB1. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 116-121.

- MIRANDA FILHO, J.B. 1978. Avaliação de híbridos "Cripticos " $S_o \times S_o$ entre duas populações de milho braquíticos. Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética. 14: 159-171.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1979. Avaliação de famílias de meios irmãos do segundo ciclo de seleção da população ESALQ PB 1 de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 148-158.
- PATERNIANI, E., 1973. Origem e comportamento do milho Piranão. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 148-160.
- PATERNIANI, E.; J.R. ZINSLY & J.B. MIRANDA FILHO, 1977. Populações ^{das} melhoramento de milho obtidas pelo Instituto de Genética. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. 108-112.
- PATERNIANI, E. & I.O. GERALDI, 1980. Seleção para redução do tamanho do pendão em duas variedades de milho braquítico. Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética. Piracicaba, 14.97-104.
- PATERNIANI, E., 1981. Influence of tassel size on ear placement in maize (Zea mays, L). Maydica., XXVI. 85-91.
- QUEIROZ, M.A. 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho e suas implicações no melhoramento. Tese de Mestrado. ESALQ:USP.
- RISSI, R., 1980. Estimação de Parâmetros Genéticos em duas subpopulações de variedade de milho (Zea mays, L) Piranão. Tese de Mestrado. Piracicaba.

- ROBINSON, H.F.; R.E. COMSTOCK & P.H. HARVEY, 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agronomy Journal. 43(1): 282-287.
- ROBINSON, H.F.; R.E. COMSTOCK & P.H. HARVEY, 1955. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. Genetics Austin 40:45-60.
- ROBINSON, H.F.; R.E. COMSTOCK & P.H. HARVEY 1949. Estimates of heritability and degree of dominance in corn. Agronomy Journal. 41: 353-359.
- RUSSEL, W.A., 1976. Genetic effects and genetic effect by year interactions at three gene loci in sublines of a maize inbred line. Canadian Journal of Genetic and Cytology. 28(1): 23-29.
- SILVA, P.S.L., 1981. Ideotipo de milho: conceito, importância, perspectiva de melhoramento e situação atual. Revisão bibliográfica apresentada à disciplina Melhoramento de Milho. Departamento de Genética. Piracicaba. 98p.
- SILVA, W.J. da. 1963. Variabilidade genética do número de internódios e altura da espiga em linhagens e híbridos de milho. Bragantia. 22(8): 81-89.
- SOUZA JR, C.L.; I.O. GERALDI & J.R. ZINSLY, 1980. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de alguns caracteres na população de milho (Zea mays, L) Suwan. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba.
- SOUZA JR, C.L.; I.O. GERALDI & J.R. ZINSLY, 1980. Correlações genéticas e fenotípicas entre seis caracteres da população de milho (Zea mays, L) var. Suwan. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba.

- UTKEDE, R.S. & P.T. SHUKLA, 1976. Path coefficient analysis and its implications in maize improvement. Egyptian Journal of Genetics and Cytology. 5(1): 165-169.
- VENCOVSKY, R. 1978. Herança Quantitativa. In: Melhoramento e Produção de milho no Brasil. Fundação Cargill. Ernesto Paterniani. 122-185, 645p. São Paulo.
- WELLAUSEN, E.J.; L.M. ROBERTS & L.W. LENS, 1954. Relation between tassel condensation and ear row number in maize. Agro-nomy Journal. 46(6):284-286.
- YOUNG, S.S.Y. 1961. A further examination of the relative efficiency of three methods of selection for genetic gains under less restricted conditions. Genet. Res. 2: 106-121.

T A B E L A S

Tabela 4. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG) em kg/parcela, altura de planta e de espiga (AP e AE)[§], em metro, índice de posição (IP)[§], para o Piranão VD-2, ao nível de quatro repetições.

Fonte de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		PG	AP	AE	IP
Famílias/Exp	297	3,0497	43,06	28,69	3,750
Erro médio	891	1,0546	12,39	9,03	1,359
Dentro	4.793	-	36,80	26,11	5,72

§ - Valores médios multiplicados por 10^3 .

Tabela 5. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura de planta e da espiga (AP e AE)[§], em metro, índice de posição (IP)[§], para o Pira não VF-1, ao nível de quatro repetições.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L. ^{&}	QUADRADOS MÉDIOS			
		PG	AP	AE	IP
Famílias/Exp.	297	2,4947	64,36	37,31	3,67
Erro médio	891	0,7688	20,40	12,10	1,32
Dentro	4.800	-	49,29	29,77	4,43

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

& - GL da QM (dentro) = 4.798 para AE e IP.

Tabela 6. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura da planta e da espiga (AP e AE)[§], em metro, índice de posição (IP)[§] e número de ramificações do pendão (NR), para o Piranão VD-2, ao nível de duas repetições.

Fonte de Variação	GL ^{&}	QUADRADOS MÉDIOS				
		PG	AP	AE	IP	NR
Famílias/Exp.	297	2,1115	26,65	18,37	2,69	20,5763
Erro médio	297	0,9270	12,63	8,73	1,49	8,8548
Dentro	2.392	-	35,32	25,37	5,51	32,3735

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

& - GL= 2.394 para o QM dentro no caráter NR.

Tabela 7. Valores obtidos para os quadrados médios da análise combinada para os caracteres, produção de grãos (PG), em kg/parcela, altura da planta e da espiga (AP e AE)[§], em metro, índice de posição (IP)[§] e número de ramificações do pendão (NR), para o Piranão VF-1, ao nível de duas repetições.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		PG	AP	AE	IP	NR
Famílias/Exp.	297	1,5870	36,21	22,89	2,50	39,2442
Erro médio	297	0,7329	19,58	12,20	1,34	17,2618
Dentro	2.400	—	47,54	30,34	4,71	60,3914

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 8. Valores obtidos para os produtos médios[§] envolvendo os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e produção de grãos (PG) para a população Piranão VD-2.

FONTE DE VARIAÇÃO	PRODUTOS MÉDIOS						
		AP.AE	AP.IP.	AE.IP.	PG.AP.	PG.AE	PG.IP
Famílias/Exp.	297	28,52	2,10	7,02	145,93	134,33	28,58
Erro médio	891	7,93	0,63	2,40	10,00	14,33	5,40
Dentro	4.793	22,20	0,65	8,41	-	-	-

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 8a. - Valores obtidos para os produtos médios[§] envolvendo do combinação do número de ramificações com os de mais caracteres, para o Piranão VD-2.

FONTE DE VARIAÇÃO		PRODUTOS MÉDIOS			
		NR.AP.	NR.AE.	NR.IP.	NR.PG.
Famílias/Exp.	297	38,17	104,90	39,13	470,78
Erro médio	297	17,78	31,13	13,58	55,02
Dentro	2.399	2,43	65,91	27,96	-

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 9. Valores obtidos para os produtos médios[§] envolvendo os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e produção de grãos (PG) para a população Piranão VF-1.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	PRODUTOS MÉDIOS					
		AP.AE	AP.IP	AE.IP	PG.AP	PG.AE	PG.IP
Família/Exp.	297	43,52	12,84	10,41	59,85	84,88	15,62
Erro médio	891	13,67	8,22	6,71	42,35	28,72	11,77
Dentro	4.798	30,71	3,22	9,54	-	-	-

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 9a. Valores obtidos para os produtos médios[§] envolvendo combinações do número de ramificações com os demais caracteres, para o Piranão VF-1.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	PRODUTOS MÉDIOS			
		NR.AP	NR.AE	NR.IP.	NR.PG
Famílias/Exp.	297	25,08	19,63	0,73	-333,92
Erro médio	297	92,90	69,38	38,64	865,20
Dentro	2.399	151,84	120,67	30,32	-

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 10. Estimativas obtidas ao nível de plantas, para as covariâncias[§] entre os caracteres, altura da planta (AP), altura da espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão, para as duas populações.

		Côv _p	Côv _e	Côv _d	Côv _F
AP x AE	Piranão VD-2	5,1458	3,4933	22,2000	30,8391
	Piranão VF-1	7,4625	7,5246	30,7100	45,6971
AP x IP	Piranão VD-2	0,3666	0,5033	0,6500	1,5199
	Piranão VF-1	1,1551	7,5723	7,5415	16,2689
AE x IP	Piranão VD-2	1,1541	0,7180	8,4100	10,2821
	Piranão VF-1	0,9260	4,7984	9,5380	15,2624
NR x AP	Piranão VD-2	10,1913	17,2965	2,4340	29,9218
	Piranão VF-1	33,9083	62,5322	151,8390	180,4629
NR x AE	Piranão VD-2	36,8835	17,9510	65,9100	120,7445
	Piranão VF-1	24,8750	45,2439	120,6720	141,0459
NR x IP	Piranão VD-2	12,7750	7,9913	27,9600	48,7263
	Piranão VF-1	18,9555	32,5771	30,3146	43,9362

§ - Valores multiplicados por 10³.

Tabela 11. Estimativas das covariâncias (§) ao nível de médias entre produção de grão e altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão (NR), para as duas populações.

	COVARIÂNCIAS	
	Piranao VD-2	Piranao VF-I
AP x PG	1,2693	0,1750
AE x PG	1,0950	0,5616
IP x PG	0,2318	0,0385
NR x PG	8,3153	-23,9820

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 12. Estimativas (§) da variância genética ($\hat{\sigma}_p^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficiente de variação genético e herdabilidade no sentido restrito (h^2), ao nível de médias entre famílias, progresso genético e média em kg/parcela, e relação ($\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$), nas duas populações para produção de grãos.

Parâmetro	Piranão VD-2	Piranão VF-1
$\hat{\sigma}_p^2$	498,7580	431,4570
$\hat{\sigma}_A^2$	1.995,0320	1.725,8280
$\hat{\sigma}_F^2$	762,4280	623,6770
Cv_g (%)	11,9500	14,6200
h^2 (%)	65,4100	69,1800
G_s	0,4782	0,5531
$\bar{x}$	5,9093	4,4937
$\hat{\sigma}_p/\hat{\sigma}$	0,6876	0,7491

§ - Valores multiplicados por 10^3

Tabela 13. Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de posição (IP) e número de ramificações do pendão, da variância genética entre progênies (σ_p^2), variância do erro ambiental entre parcelas (σ_e^2), variância fenotípica dentro de progênies (σ_d^2), variância genética aditiva entre plantas (σ_A^2), variância fenotípica entre plantas (σ_F^2), coeficiente de variação genética, herdabilidade no sentido resíduo e relação (σ_p/σ), envolvendo as quatro repetições. - (§).

	AP		AE		IP		NR	
	VD-2	VF-1	VD-2	VF-1	VD-2	VF-1	VD-2	VF-1
σ^2	7,6675	10,9900	4,9137	6,3025	0,5977	0,5387	5.860,7000	10.991,2000
σ_p^2	5,0300	10,5420	3,8130	6,1460	0,2150	0,4299	2.380,2000	5.183,5600
σ_e^2	36,8000	49,2900	26,1100	29,7700	5,7200	4,4290	32.373,5000	60.391,4000
σ_d^2	49,4975	70,8220	34,8367	42,2185	6,5327	5,4476	40.614,4000	76.566,2000
σ_F^2	30,6700	43,9600	19,6548	25,2100	2,3908	2,3548	23.442,8000	43.964,8000
h^2	61,9600	62,0700	56,4200	59,7100	36,6000	43,2200	57,7200	57,4200
$Cv\%$	5,5000	6,2300	7,7000	9,9200	4,2900	4,9500	10,1600	10,6800
σ_p/σ	0,7871	0,7339	0,7379	0,7218	0,6612	0,6694	0,8135	0,7980

§ - Valores multiplicados por 10^3 .

Tabela 14.

Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), e índice de posição (IP), da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$) e variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$), para as duas populações, referente as duas repetições.

	AP		AE		IP	
	Pirãno VD-2	Pirãno VF-1	Pirãno VD-2	Pirãno VF-1	Pirãno VD-2	Pirãno VF-1
$\hat{\sigma}_p^2$	7,01	8,31	4,82	5,34	0,60	0,58
$\hat{\sigma}_e^2$	5,56	10,07	3,65	6,13	0,38	0,39
$\hat{\sigma}_d^2$	35,32	47,54	25,37	30,34	5,51	4,70
$\hat{\sigma}_F^2$	47,89	65,93	33,84	41,82	6,50	5,69

Tabela 15. Estimativas das correlações genéticas aditivas e fenotípicas, para os diversos caracteres avaliados, no Piranão VD-2.

	AE	IP	NR	PG
AP	0,8392 (0,7427)	0,1728 (0,0845)	0,0503 (0,0214)	0,5131 (0,4027)
AE	x	0,6777 (0,6816)	0,2194 (0,1030)	0,5530 (0,4541)
IP	x	x	0,2148 (0,0948)	0,3699 (0,2673)
NR	x	x	x	0,1116 (0,0714)
PG	x	x	x	x

() - Fenotípicas; as correlações envolvendo a produção de grãos (PG), referem-se a médias de famílias; as demais são dadas ao nível de plantas.

Tabela 16. Estimativas das correlações genéticas aditivas e fenotípicas para os diversos caracteres avaliados no Piranão VF-1.

	AE	IP	NR	PG
AP	0,8971 (0,8357)	0,4565 (0,8282)	-0,1122 (0,0803)	0,0635 (0,1494)
AE	x	0,4807 (1,0000)	-0,1026 (0,0788)	0,2693 (0,2782)
IP	x	x	-0,2368 (0,0666)	0,0604 (0,1632)
NR	x	x	x	-0,2767 (-0,0423)

() - Fenotípicas; as correlações envolvendo a produção de grãos (PG), referem-se a médias de famílias; as demais são dadas ao nível de plantas.

Tabela 17. Estimativas dos progressos genéticos (G_s) esperado com uma intensidade de seleção de 10% (Seleção Massal), para altura de planta, altura de espiga e número de ramificações do pendão, ao nível de plantas, para as duas populações.

CARÁTER	Piranão VD-2 (G_s)	%	Piranão VF-1 (G_s)	%
Altura de Planta (m)	0,1210	7,61	0,1450	9,00
Altura de Espiga (m)	0,0924	10,15	0,1077	13,46
N. de Ramificações (n.)	3,2278	13,55	4,4089	14,20

Tabela 18. Médias para os diversos caracteres avaliados nas duas populações, Piranão VD-2 (ou VD-2) e Piranão VF-1 (ou VF-1). Médias de três experimentos com duas repetições para número de ramificações e quatro repetições para os demais caracteres.

Caráter	Médias				Coeficiente de Variação %	
	VD-2	Test.	VF-1	Test.	VD-2	VF-1
Produção de Grãos (kg/parc.)	5,9093	5,8200	4,4937	4,7200	17,29	19,52
Altura de Planta (m)	1,5900	1,5800	1,6100	1,5400	6,99	8,82
Altura de Espiga (m)	0,9100	0,8900	0,8000	0,7600	10,46	13,71
Índice de Posição	0,5700	0,5600	0,4900	0,5000	6,50	7,29
N. de Ramificações	23,8100	23,7600	31,0400	26,7000	13,00	13,38

Tabela 19. Estimativas de variância genética aditiva para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em metros/planta, segundo as fontes citadas.

Material	Variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$)		Fontes
	AP (metros)	AE (metros)	
Dentado Composto	$50,0 \times 10^{-3}$	$48,0 \times 10^{-3}$	Queiróz, 1969
Dentado Composto	$20,8 \times 10^{-3}$	$27,5 \times 10^{-3}$	Miranda Filho et alii, 1974
Flint Composto	$30,8 \times 10^{-3}$	$22,4 \times 10^{-3}$	Miranda Filho et alii, 1974
Esalq VD-2 MI HS II	$32,7 \times 10^{-3}$	$21,5 \times 10^{-3}$	Lima e Paterniani, 1977
Composto A	$22,9 \times 10^{-3}$	$35,4 \times 10^{-3}$	Crisóstomo, 1977
Composto B	$43,6 \times 10^{-3}$	$30,9 \times 10^{-3}$	Crisóstomo, 1977
Jarvis	$23,5 \times 10^{-3}$	$10,6 \times 10^{-3}$	Robinson et alii, 1955
Weekley	$19,9 \times 10^{-3}$	$19,1 \times 10^{-3}$	Robinson et alii, 1955
Indian Chief	$21,8 \times 10^{-3}$	$17,2 \times 10^{-3}$	Robinson et alii, 1955
Krug Yellow Dent (1956)	$41,7 \times 10^{-3}$	$29,2 \times 10^{-3}$	Lindsey et alii, 1962
Krug Yellow Dent (1957)	$23,4 \times 10^{-3}$	$21,1 \times 10^{-3}$	Lindsey et alii, 1962
Hays Golden (1956)	$64,2 \times 10^{-3}$	$48,4 \times 10^{-3}$	Lindsey et alii, 1962
Hays Golden (1957)	$46,1 \times 10^{-3}$	$25,3 \times 10^{-3}$	Lindsey et alii, 1962
Esalq PB-1 (1979)	$31,3 \times 10^{-3}$	$17,4 \times 10^{-3}$	Ghini e Miranda Filho, 1979
Esalq PB-1 (1978)	$25,8 \times 10^{-3}$	$20,2 \times 10^{-3}$	Miranda Filho, 1978
Piranão A	$30,2 \times 10^{-3}$	$20,5 \times 10^{-3}$	Rissi, 1980
Piranão B	$46,9 \times 10^{-3}$	$25,8 \times 10^{-3}$	Rissi, 1980
Swan	$17,6 \times 10^{-3}$	$22,4 \times 10^{-3}$	Souza Jr, 1980