

INTERAÇÃO DE GENÓTIPOS POR
LOCALIDADES EM CRUZAMENTOS
INTERVARIETAIS DE MILHO (Zea mays L)

ARI ESTEVES

Orientador: Prof. Dr. JOÃO RUBENS ZINSLY

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
NOVEMBRO - 1978

D E D I C O

À Ivonete;
Aos meus pais;
Aos meus familiares.

AGRADECIMENTO

O autor deseja expressar o seu a
gradecimento a todos que de uma ma
neira direta ou indireta colabora
ram na elaboração do presente tra
balho.

ÍNDICE

	página
1. RESUMO.....	1
2. INTRODUÇÃO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Interação genótipo x ambiente.....	4
3.2 Cruzamento intervarietal.....	10
4. MATERIAL.....	16
5. MÉTODOS.....	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6.1 Produção de grãos.....	25
6.2 Rendimento de grãos.....	31
6.3 Índice de espigas.....	32
6.4 Altura da espiga.....	34
6.5 Índice de acamamento.....	36
6.6 Índice de quebramento.....	38
7. CONCLUSÕES.....	39
8. SUMMARY.....	41
9. LITERATURA CITADA.....	42
10. APÊNDICE.....	47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01. Produções médias de grãos, em kg/ha corrigidas, para *stand* ideal de 50 plantas por parcela de 10 m² e para a umidade de 15,5%. Piracicaba-SP e Londrina-Paraná. 1977.....página 48
- Tabela 02. Análise de variância como látice triplo, para produção de grãos em kg/10 m², corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5%. Piracicaba-SP. 1977..... página 49
- Tabela 03. Análise de variância como látice triplo para produção de grãos em kg/10 m², corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5% . Londrina-PR. 1977.....página 49
- Tabela 04. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para produção de grãos em kg/10 m², corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5%. Piracicaba - SP. e Londrina-PR. 1977.....página 50
- Tabela 05. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalares, para produção de grãos em kg/10 m². Piracicaba- SP e Londrina-PR. 1977.....página 51
- Tabela 06. Índice de rendimento médio de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela de 10m² e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....página 52
- Tabela 07. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP . 1977.....página 53

- Tabela 08. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%) Londrina-PR. 1977.....página 53
- Tabela 09. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos corrigida, para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977-página 54
- Tabela 10. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalares, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....página 55
- Tabela 11. Índice de espigas médio, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....página 56
- Tabela 12. Análise de variância como blocos ao acaso para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. 1977.....página 57
- Tabela 13. Análise de variância como blocos ao acaso para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Londrina-PR. 1977.....página 57
- Tabela 14. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de

plantas na mesma linha).Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....	
.....página	58
Tabela 15. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalarietais, para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha).Piracicaba-SP e Londrina-PR.1977	
.....página	59
Tabela 16. Altura média da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo).Piracicaba-SP. e Londrina-PR. 1977.....	
.....página	60
Tabela 17. Análise de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção mais alta no colmo). Piracicaba-SP 1977..	
.....página	61
Tabela 18. Análise de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo).Londrina-PR . 1977.....	
.....página	61
Tabela 19. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....	
.....página	62
Tabela 20. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalarietais, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....	
.....página	63
Tabela 21. Índice de acamamento médio, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha).Piracicaba-SP e Londrina-PR.....	
..... página	64
Tabela 22. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP 1977...	
.....página	65

Tabela 23. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Londrina-PR. 1977.....	página	65
Tabela 24. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. e Londrina-PR. 1977.....	página	66
Tabela 25. Índice médio de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.....	página	67
Tabela 26. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP 1977.....	página	68
Tabela 27. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Londrina-PR. 1977.....	página	68
Tabela 28. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. e Londrina-PR. 1977.....	página	69
Tabela 29. Valores de tabela para F, segundo PIMENTEL GOMES (1963).....	página	70
Tabela 30. Valores de tabela para t, segundo PIMENTEL GOMES (1963).....	página	70

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ari Esteves, filho de Antonio Esteves e de Elonda Moritz Esteves, nasceu em Londrina, Estado do Paraná, aos 23 dias do mês de maio de 1950. Em dezembro de 1973, obteve o diploma de Engenheiro Agrônomo na Escola Superior de Agricultura na Universidade Federal de Viçosa. Em janeiro de 1974, iniciou suas atividades profissionais como extencionista, na Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná (ACARPA). Em setembro do mesmo ano, passou a exercer as atividades na Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). No período de março de 1976 a dezembro de 1977 participou do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) - USP, em nível de mestrado.

INTERAÇÃO DE GENÓTIPOS POR LOCALIDADES EM
CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE MILHO
(*Zea mays* L.)

1. RESUMO

Foi estudado o comportamento de nove tipos paternos de milho (*Zea Mays L.*) e cruzamentos específicos entre eles, bem como dois híbridos comerciais em relação às seguintes características: produção de grãos, rendimento de grãos, índice de espigas, altura da espiga, acamamento e quebra das plantas. Os dados foram obtidos em ensaios conduzidos em Piracicaba- São Paulo e Londrina- Paraná, no ano agrícola 1976/1977.

Obteve-se que alguns híbridos inter-varietais e tipos paternais tiveram comportamento semelhante aos híbridos comerciais utilizados. Indicam assim, a possibilidade de uso desses materiais para produção comercial bem como de serem matéria prima promissora para programa de melhoramento genético.

Foram obtidos valores altamente significativos para o efeito de interação tratamentos x locais para as seguintes características: produção de grãos, rendimento de grãos, altura da espiga e índice de quebra. Contudo, houve adaptação dos cultivares em ambos os locais, o que mostra a possibilidade de uso e intercâmbio dos materiais sintetizados ou selecionados nas instituições dos locais estudados.

2. INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas tem contribuído de várias formas para a produção de alimentos, sendo que uma das mais importantes é a formação de melhores variedades e híbridos que são mais adaptáveis às condições ambientais em que serão cultivados, possibilitando a obtenção de maiores produções por unidade de área e um produto final de melhor qualidade.

Para a identificação dos cultivares mais adaptados são realizados estudos da interação de genótipos por ambiente. Esta interação depende da variação nas magnitudes das alterações que ocorrem nos efeitos genéticos, quando os genótipos são colocados em ambientes diferentes.

Tem sido verificado que, à medida que a heterogeneidade genética do material aumenta, a interação com o meio ambiente diminui. Assim, por exemplo, espera-se que as variedades de polinização livre interajam menos com o ambiente do que os híbridos simples. É amplamente demonstrado que a uniformidade genética pode ser prejudicial, aumentando o risco de perdas causadas por doenças, insetos, ou condições climáticas adversas. Todavia, a uniformidade das culturas permite uma mecanização integral das técnicas agrícolas, bem como facilita os tratamentos culturais e, no final, possibilita a obtenção de um produto uniforme. Já a diversidade genética, tanto

em heterozigotos como em misturas de diferentes genótipos , muitas vezes conduz à estabilidade sob condições ambientais variáveis.

As variedades sintéticas e os compostos possuem uma ampla variabilidade genética, e podem alcançar elevada produtividade e características agronômicas desejáveis tanto em uso individual como em seus cruzamentos, com possibilidade de desempenhar importante papel no aumento da produtividade do milho, sobretudo em regiões menos desenvolvidas.

O estudo de cruzamentos intervarietais é de grande importância devido à possibilidade de se utilizar de imediato o vigor de híbrido dos melhores cruzamentos, orientar na síntese de compostos de variedades com elevada frequência de genes favoráveis, que serão fontes de linhagens endogâmicas para obtenção de híbridos superiores.

Quando em uma região estão presentes várias condições ambientais específicas, o programa adequado de melhoramento seria o de desenvolver cultivares específicos a cada uma das condições ambientais. Na subdivisão de uma região para a recomendação de cultivares, é necessário o estudo em vários locais e, pela observação das alterações dos genótipos ocorridos nas diferentes localidades, há possibilidade de identificar o número mínimo de locais de estudo para que cultivares possam ser indicados.

O objetivo do presente trabalho é a avaliação de genótipos, com o uso de variedades, compostos e cruzamentos específicos entre eles, para se verificar o possível comportamento dos cultivares em cada local e as interações nestes ambientes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Como o objetivo do presente estudo é a verificação da interação genótipo x ambiente de cruzamentos intervarietais, nesta revisão serão apresentados em sub-itens os relatos dos principais trabalhos realizados com relação à interação genótipo x ambiente e de cruzamentos intervarietais.

3.1 Interação genótipo x ambiente

No estudo da adaptação de cultivares, a influência que o ambiente exerce sobre cada genótipo, é dos maiores problemas que o experimentador terá que enfrentar, para a indicação ou escolha dos genótipos mais adaptados.

Conforme ALLARD, (1971), os ensaios de cultivares, realizados numa série de anos e em diversos locais, oferecem dados que, analisados por métodos estatísticos adequados, permitem estimar a quantidade de variância a ser atribuída a cada tipo de interação genótipo x ambiente. Já LIANG e WALTER, (1966), relatam que as estimativas provêm de uma base para escolha entre métodos de melhoramentos e conhecimentos para avaliar a importância relativa de várias forças ambientais, que operam em um experimento de avaliação de genótipos.

Também fornecem informações que podem auxiliar a determinar a localização eficiente de pesquisas experimentais, para avaliar a relativa estabilidade de genótipos sob uma variação de condições ambientais.

A presença de interação genótipo x locais indica que os cultivares respondem diferentemente em locais distintos. Desde que os locais usados representem uma ampla variação de condições ambientais, a significância da interação genótipo x locais, sugere que algum dos efeitos de locais causou resposta genotípica diferencial.

Realizaram-se trabalhos para identificar a importância de componentes ambientais sobre a interação. É relatada por SILVA et alii, (1963), a avaliação dos efeitos das repetições, das localidades e dos anos sobre a variabilidade da produção e a contribuição desses componentes no esquema de estudo, a fim de permitirem a obtenção de informações mais precisas nos ensaios comparativos de produção. Constataram que o efeito de localidade sobre a variabilidade de produção dos cultivares é o mais importante, seguindo-se o de anos e das repetições. Já RASMUSSEN e LAMBERT, (1961), indicam que informações da interação variedades x locais, variedades x anos e variedades x locais x anos possibilitam obter informações do número ótimo e localização de repetições, locais e anos que podem ser usados em ensaios de competição. Nas condições em que realizaram o estudo, obtiveram um pequeno valor do componente variedades x locais, indicando que as variedades produziram similarmente para os vários locais em estudo, o que mostra a possibilidade da redução do número de locais de testes para a recomendação de cultivares.

No relato das implicações das interações genótipo x ambiente, ALLARD e BRADSHAW, (1964), indicam que a presença de interação variedade x locais, quando a cultura é testada em uma região, mostra que a mesma inclui um número de diferentes e especiais ambientes. Isto sugere que o programa a

dequado de melhoramento deverá desenvolver um número de variedades particularmente adaptadas a cada uma das condições ambientais.

Um cultivar pode ser estável por ser constituído de um número de genótipos, cada um adaptado a alguma variação diferente de ambiente, ou porque os indivíduos em si podem ser heterozigóticos e que cada membro da população é adaptado às variações do ambiente. As populações geneticamente homogêneas como as variedades de linhas puras ou híbridos simples obviamente dependem bastante da homeostase individual para estabilizar a produção.

Quanto a homeostase, BERG, (1959), afirma que a relativa independência de certas características de forma e função das variações ambientais é tida como indicação de homeostase.

A homeostase da população refere-se à homeostase individual e também àquela dos indivíduos constituintes da população, por exemplo, homeostase que provém das interações entre diferentes genótipos coexistentes. Tanto a homeostase individual como a de população podem ser medidas em termos de interação genótipo x ambiente.

Normalmente os tipos genéticos em estudo variam muito e é aceito que a variabilidade genética do material influencia na interação com o ambiente. Vários pesquisadores se preocupam em determinar a influência dos níveis de variação genética sobre os efeitos de interação. Assim, ADAMS e SHANK, (1959), pesquisaram sobre a homeostase em milho; verificando conjuntamente, os dados mostraram alta significância na relação existente entre o nível de homeostase e o grau de heterozigidade genética, com altos níveis de homeostase associados com altos níveis de heterozigidade. Os mesmos SHANK e ADAMS, (1960), estudando a variabilidade ambiental, dentro de linhagens endogâmicas e híbridos simples de milho durante dois anos, concluíram que o grupo dos híbridos foi o que apre

sentou melhor homeostase (menor coeficiente de variação) do que as linhagens paternas em todas as características observadas. Os autores sugerem, baseados nesses resultados, que qualquer proposta para explicar homeostase em milho deve satisfazer a dois tipos de evidências: superioridade dos heterozigotos e diferenças entre homozigotos.

Em trabalho realizado por ARNOLD e JENKINS, (1932), para determinar as diferenças em variabilidade de variedades, híbridos simples, híbridos duplos e híbridos de variedades x linhagens, concluíram que as variedades eram as mais variáveis e os híbridos simples os menos. Os híbridos de variedades x linhagens e híbridos duplos eram aproximadamente um meio termo de variabilidade entre as variedades e os híbridos simples, e não eram significativamente diferentes. Sugerem que a extrema uniformidade dos híbridos simples pode retribuir desfavoravelmente sob algumas condições, porque todas as plantas expressam a máxima exigência ao mesmo tempo. Ocorrendo condições desfavoráveis nesse tempo, poderiam resultar numa grande injúria. Caso essas condições desfavoráveis ocorressem para os tipos de cruzamentos com grande variabilidade, esses darão melhores resultados sobre um período de vários anos.

EBERHARDT e RUSSEL, (1969), apresentam dados para a produção e estabilidade para um dialélico de dez linhas com híbridos simples e duplos, cultivados em doze locais e durante dois anos. Concluíram que, em geral, os híbridos simples são menos estáveis do que os híbridos duplos. Contudo, enfatizam que alguns dos híbridos simples foram quase tão estáveis quanto os melhores híbridos duplos. Resultados semelhantes foram obtidos por SPRAGUE e FEDERER, (1951), com o mesmo tipo de material, ou seja, híbridos simples e duplos. Contudo, na comparação de variância, utilizaram as proporções entre as variâncias dos efeitos genéticos e de interação para com a variância residual, pois desta maneira elimina-se, até certo ponto, a influência do número variável de tratamentos

por ensaio. Das comparações entre os híbridos simples e duplos pode-se concluir que, à medida que a heterogeneidade do material testado aumenta, a interação com o meio diminui. Por essa razão, os ensaios de híbridos simples devem ser repetidos em maior número de locais, para se ter o mesmo grau de precisão obtidas com os ensaios de híbridos duplos.

Comparando a produção de híbridos simples, duplos e triplos, WEATHERSPOON, (1970), verificou uma produção média superior para híbridos simples sobre os híbridos triplos; e destes últimos, sobre os híbridos duplos. Sugere que, em uma hipótese simples, essa reação pode ser explicada como resultado de uma mais completa utilização dos efeitos de dominância e epistáticos nos híbridos simples e triplos do que nos híbridos duplos. Cita que, embora o comportamento em diferentes ambientes é certamente influenciado pela heterogeneidade dos genótipos, está também aparentemente sob controle genético como evidenciado pela ampla variação dos desvios de interação entre híbridos simples. Já EBERHARDT *et alii*, (1964), relatam que a interação híbridos x anos foi significativamente maior para híbridos simples do que para híbridos triplos.

Com seis grupos genotípicos, representando quatro níveis de heterozigose, ROWE e ANDREW, (1964), estudaram a estabilidade fenotípica para vários caracteres em milho. Afirmaram que os componentes de variância para genótipo x ambiente era maior para linhagens não segregantes e Fl do que para os grupos geneticamente diversos. A análise de regressão mostrou que os grupos segregantes eram mais estáveis em performance do que o grupo das linhagens ou Fl. A estimativa dos componentes de variância para variedade x ambiente indica que a estabilidade superior em populações geneticamente diversas, segregando, pode ser devido à interação compensatória de indivíduos nesses grupos.

Têm sido realizados também trabalhos no sentido de verificar a homeostase em relação à mistura de sementes de diferentes genótipos. Estudando o uso de misturas de se

mentes híbridas de milho, FUNK e ANDERSON, (1964), indicam que dois ou mais híbridos na mesma cova, em covas alternadas ou em linhas alternadas, aparentemente não aumentam a produção de grãos sobre a média dos híbridos desenvolvidos separadamente. Contudo, a mistura de híbridos de milho aumentou a estabilidade na produção com um decréscimo na interação dos genótipos x locais.

No estudo da interação genótipo x localidades em milho, RUSCHEL, (1968), classificou os genótipos em quatro grupos, sendo: populações, variedades sintéticas, híbridos e variedades locais. Os dados mostraram superioridade em produção dos grupos das populações, das variedades sintéticas e dos híbridos em relação ao grupo das variedades locais. Observou também que o grupo dos híbridos apresentou uma maior estimativa da variância de interação com localidades para a produtividade, confirmando a relação do grau de adaptação com a heterogeneidade genética do cultivar, conferindo capacidade adaptativa restrita aos genótipos de base genética estreita. Estudando as características: produção de grãos por parcela, altura da planta, altura da espiga, peso de cinquenta grãos e o número de fileiras de grãos na espiga, observou que o número de fileiras de grãos na espiga foi a única que não acusou interação dos genótipos com as localidades.

Estimando o valor da interação genótipo x anos para diferentes grupos de cultivares de milho, LEMOS, (1976), verificou que os caracteres: dias para florescimento, número de espigas por planta, número de grãos por fileira e peso de 50 grãos, apresentaram a mesma seqüência em relação aos valores dos componentes de variação da interação tratamentos x anos. Na classificação dos cultivares, os híbridos simples tiveram os maiores valores, vindo a seguir as variedades, os compostos e os híbridos duplos. Para os caracteres: peso de espiga e peso de grãos por planta, os híbridos duplos foram os de maior variância, seguidos pelos híbridos simples, compos

tos e variedades. Os híbridos duplos apresentaram os maiores valores de interação tratamentos x anos, porém não significativos estatisticamente.

No estudo de interação SILVA *et alii*, (1963), obtiveram dados que apresentaram valores significativos para a interação cultivares x localidades. Contudo, das interações de cultivares x anos, nenhuma apresentou valor significativo, sendo que algumas interações cultivares x anos x locais foram significativas. Já LIANG e WALTER, (1966), obtiveram valores de quadrado médio para variedades, variedades x locais, variedades x anos e variedades x locais x anos significativos. Dados do mesmo grupo de genótipos e locais, mas calculados individualmente para cada ano, também mostraram alta significância da interação variedades x locais para ambos os anos.

Na previsão da produção de híbridos duplos, a partir de híbridos simples, EBERHARDT e HALLAUER, (1968), relatam que há pequena correlação entre performance prevista e observada, e sugerem que a interação genótipo x ambiente seja o mais importante fator na obtenção de previsões reais.

3.2 Cruzamento intervarietal

O primeiro autor que relatou dados sobre a possibilidade de aumento da produção pelo cultivo de sementes de geração F1 de cruzamentos entre variedades de milho foi BEAL, (1877). Em seus experimentos com híbridos intervarietais, constatou serem estes de 10 a 50% mais produtivos do que as variedades paternas.

Os resultados positivos, inicialmente obtidos em experimentação com o uso de sementes F1 de cruzamentos intervarietais, mostraram a possibilidade de uso em escala comercial desse tipo de semente. Apesar disso, o uso desses cruzamentos não chegou a se difundir entre os agricultores. Uma explicação para esse fato foi apresentada por GARDNER e

LONNQUIST, (1966), esclarecendo que foi devido a populações diferentes terem uma mesma denominação varietal, em diferentes locais. Dessa forma, eram obtidos híbridos geneticamente diferentes do cruzamento entre variedades de mesmo nome, sendo muitos deles bastante inferiores. Também não foi considerada a possibilidade de serem mantidos e melhorados estoques que mostrassem respostas heteróticas favoráveis para a distribuição aos produtores. Além disso, o aumento de interesse pelos híbridos de linhagens endogâmicas, devido ao grande incremento que estes mostravam na produção, teve como resultado uma diminuição do interesse existente no estudo das variedades de polinização livre e seus cruzamentos.

Contudo, os cruzamentos intervarietais estão recebendo novamente grande atenção pela obtenção de populações melhoradas, já que o método do milho híbrido, consistindo essencialmente na obtenção de linhagens endogâmicas e sua posterior utilização em cruzamentos, está bastante estático. Procura-se, cada vez mais, dar atenção a projetos de melhoramento de populações, por ser a autofecundação contínua, praticada no milho, um método relativamente ineficiente para aproveitar grande parte da variabilidade genética, uma vez que conduz à fixação gênica completamente ao acaso, obtendo-se linhagens com gens favoráveis e desfavoráveis, segundo PATERNIANI, (1965). O melhoramento de populações consiste, essencialmente, na progressiva concentração dos gens favoráveis, podendo conduzir a populações com frequências gênicas desejáveis bem elevadas.

A superioridade do rendimento dos cruzamentos entre variedades de milho sobre a média paterna ou do melhor dos progenitores é conhecida desde o trabalho de BEAL. Contudo, foi em 1922 que GRIFFEE apresentou uma revisão dos resultados de testes de cruzamentos intervarietais, relatando uma evidência conclusiva de que o uso de semente F₁, de cruzamentos intervarietais, são um meio de obter aumentos da produção.

Além da possibilidade do uso comercial, os cruzamentos intervarietais são, geralmente, considerados como tendo desempenhado papel de destaque na formação de novas variedades de milho, embora muitos desses cruzamentos provavelmente tenham sido não intencionais, segundo PATERNIANI (1961).

É apresentado por RICHEY, (1922), um sumário dos dados de 244 cruzamentos intervarietais. Do total de comparações, 82,4% produziram mais e 17,6% menos do que a média dos pais. Além disso, 55,7% dos cruzamentos produziram mais do que qualquer dos pais. Cita que parece haver uma tendência para as maiores produções resultarem de cruzamentos entre duas variedades, ambas com altas produções, mas que diferem consideravelmente no tipo de semente. Os resultados divulgados por SECUNDINO, (1939), sobre o cruzamento entre as variedades Cateto e Amarelão, indicam que esse híbrido produziu, em 1938, 36% mais do que o Cateto; e em 1939, em terra boa, 6,2% e em terra fraca, 18,6% mais do que a variedade Cateto.

KRUG *et alii*, (1943), relatam que foram comuns os casos em que as diferenças observadas a favor dos híbridos entre variedades atingiram de 30% a 50%. Observaram que alguns híbridos apresentaram grandes diferenças de produção de uma região para outra e em anos diferentes. Na mesma localidade, observaram, também, comportamentos bem variáveis: uns mantendo aproximadamente a mesma relação à testemunha, outros divergingo extraordinariamente de ano para ano.

Foi obtido por PATERNIANI, (1961), um aumento de 30,3% para a média dos cruzamentos em relação à média das raças estudadas. Concluiu através dos dados, que os valores dos cruzamentos, expressos em porcentagem em relação ao pai mais produtivo, variaram de 81% a 184%. Tais dados evidenciam o considerável grau de heterose observado em muitos dos cruzamentos. Observou também que a média dos cruzamentos em geral diminui, à medida que diminuem as produções das respectivas raças. De outro lado, observou que a porcentagem sobre a mêdia dos pais aumenta, à medida que as produções das raças di

minuem. Relata que os híbridos intervarietais tendem a exibir uma menor interação por locais do que as variedades, evidenciando, assim, sua maior amplitude de adaptação, embora as interações por locais não tenham atingido significâncias estatísticas. Acrescenta que determinados híbridos intervarietais colocam-se no mesmo nível de produção do híbrido comercial usado como controle.

Foi obtido por OSÓRIO, (1972), em estudos inter-raciais de milho, uma variação na produção de 115,1% e 133,8% dos F1 em relação à média dos pais. Relata que os valores medidos nos retrocruzamentos tendem a ser intermediários entre os valores dos F1 e dos pais correspondentes. Há tendência dos valores obtidos nos F2 em serem menores que aqueles medidos nos F1, sendo ainda intermediários entre os valores dos pais. Já TAVARES, (1972), conclui que, para o peso de grãos, a heterose dos híbridos intervarietais em relação à média dos pais variou de 6,70% a 17,16% e em relação ao pai mais produtivo de 92,04% a 108,31%. Relata também que os híbridos intervarietais e respectivas populações paternas apresentaram um nível de produtividade próximo do híbrido comercial usado como controle.

Alguns pesquisadores sugerem a utilização de variedades melhoradas e híbridos múltiplos. Assim HAYES, (1926), diz que a produção de variedades melhoradas pela recombinação de linhagens endogâmicas, têm a vantagem sobre os híbridos simples e duplos, porque os agricultores podem obter a própria semente dos plantios anuais e porque os cruzamentos anuais não são necessários.

É definido por SPRAGUE e JENKINS, (1943), o híbrido múltiplo, como sendo a primeira geração de um cruzamento contendo mais do que quatro linhagens endogâmicas. A primeira geração ou as gerações avançadas podem ser usadas para a produção comercial de milho. Quando são desenvolvidas gerações avançadas e são mantidas por seleção massal, são usualmente definidas como variedades sintéticas. Citam que a vanta

gem teórica de um híbrido múltiplo, produzido pelo cruzamento de plantas de gerações avançadas de seus pais, são: 1) mais alta capacidade de produção do que variedades sintéticas; 2) menor custo de produção de sementes do que para híbridos duplos. Cruzamentos múltiplos podem possuir maior diversidade genética. Esta pode torná-los menos sujeitos às variações ambientais do que os híbridos duplos. A desvantagem teórica é a menor produção esperada da combinação, envolvendo mais do que quatro linhagens, quando comparado com os melhores híbridos duplos entre as quatro melhores linhagens paternas. Afirmam que as variedades sintéticas possuem aproximadamente a mesma produção das variedades adaptadas de polinização aberta. A maior vantagem delas pode ser a reserva de combinações genéticas desejáveis. Os híbridos múltiplos comparam as produções com os híbridos duplos de padrões testados. Eles podem ter possibilidades reais sob condições adversas e onde o custo das sementes e a variabilidade na cultura são itens de considerável importância.

Além disso, como sugerido por ROBINSON e MOLL, (1965), o comportamento da geração avançada, obtida pelo intercruzamento ao acaso dos cruzamentos varietais, oferece a possibilidade para o melhoramento das populações de cruzamentos. A maior variabilidade genética nas gerações avançadas que das populações individuais sugere a possibilidade de obter progressos apreciáveis, selecionando-se nas gerações avançadas de cruzamentos varietais.

Foram relatados por GRANER e TOLEDO, (1959), dados de algumas variedades sintéticas de milho e híbridos desses sintéticos comparados às variedades, que lhes deram origem, bem como às outras variedades e híbridos. As produções de cada tratamento foram comparadas à de um híbrido comercial. Uma variedade sintética e dois híbridos intervarietais produziram significativamente mais que o híbrido comercial.

Os resultados superiores de rendimento dos cruzamentos intervarietais são extremamente promissores, e tem-

se considerado o uso imediato de muitos destes cruzamentos para produção comercial. Além disso, os resultados dos cruzamentos intervarietais adquirem importância como informação preliminar na eleição do material básico a usar no programa de melhoramento genético, principalmente quando este visa a obtenção de híbridos de linhagens endogâmicas, ou aplicação de método de seleção recorrente recíproca.

4. MATERIAL

Para o estudo foram utilizados dezesseis cultivares, sendo classificados em três grupos, conforme a origem:

- a) grupo das variedades sintéticas;
- b) grupo dos compostos;
- c) grupo dos híbridos: neste grupo estão incluídos os híbridos de variedades sintéticas, híbridos de compostos e híbridos comerciais.

Uma descrição de cada cultivar é dada a seguir.

a) Grupo das variedades sintéticas

- I) Eto-Colômbia: é uma variedade com grãos duros e coloração branca. As alturas da planta e da espiga estão em torno de 2,40 e 1,10m, respectivamente.

Foi obtida na Colômbia e as sementes utilizadas neste estudo foram fornecidas pela Fundação Cargill, Paulista- SP.

- II) Centralmex: os grãos são dentados e de coloração amarela. Possui planta e espiga com alturas em torno de 2,75 e 1,60m, respectivamente. Foi sintetizada no Departamento de Genética da ESALQ pelo cruzamento entre as variedades América Central e Piramex, com posterior seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos.

- III) Piranão: variedade de grãos dentados e de cor amarelada .
Possue gene *braquítico-2* (*br-2*) para redução de porte. Foi sintetizada no Departamento de Genética da ESALQ, Piracicaba-SP, a partir do cruzamento do Piramex com o milho Tuxpeño braquítico. As alturas da planta e espiga estão em torno de 2,10 e 1,00m, respectivamente.
- IV) MEB: possui grãos dentados e coloração amarela. Caracteriza-se por apresentar a inserção da espiga em altura considerada baixa. Sintetizada na Seção de Genética do Departamento Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas- SP. As plantas e espigas são de altura em torno de 2,90 e 1,40m, respectivamente.

b) Grupo dos compostos

- I) Composto A: possui sementes dentadas de cor amarela. Foi obtido do intercruzamento das populações WP-4, WP-7 e WP-25 no Departamento de Genética da ESALQ, Piracicaba-SP. Possui planta e espigas com altura em torno de 3,00 e 1,70m, respectivamente.
- II) Composto B: as sementes são semi-dentadas de coloração amarela. Foi obtido pelo intercruzamento de sete populações: WP-11, WP-12, WP-17, WP-24, WP-33, WP-34 e Piracar. Sintetizado no Departamento de Genética da ESALQ, Piracicaba- SP. As alturas da planta e da espiga estão em torno de 2,80 e 1,50m, respectivamente .
- III) Cimmyt: composto que apresenta grãos duros, de coloração laranja com alguma variação para branca. Possui o gene *braquítico-2* (*br-2*) para redução de porte. Foi sintetizado no México. Possui planta e espiga com altura em torno de 1,70 e 0,70m, respectivamente.
- IV) Composto dentado: possui semente de cor amarela e tipo dentado. As plantas e espigas têm altura em torno de 3,00 e 1,70m, respectivamente. Foi obtido no Departamento de Genética da ESALQ, Piracicaba-SP, pelo inter

cruzamento de cultivares dentados, amarelos e brancos da raça Tuxpeño obtidos do banco de Germoplasma do México.

V) Composto Flint: obtido no Departamento de Genética da ESALQ, Piracicaba-SP, pelo inter cruzamento de várias populações de grãos duros com coloração branca e amarela, especialmente de Cuba, América Central, Colômbia e Brasil. Possui grãos duros e coloração amarela. As plantas e espigas são de altura em torno de 2,70 e 1,60m, respectivamente.

c) Grupo dos híbridos

I) Hmd 7974: híbrido duplo, grão meio dente e cor amarela . Sintetizado pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura-SP. As alturas da planta e espiga estão em torno de 2,90 e 1,60m, respectivamente.

II) Ag 152: híbrido duplo com grãos dentados e cor amarela. Produzido pela Companhia de Sementes Agrocere S.A . Possui planta e espiga com alturas em torno de 2,80 e 1,50m, respectivamente.

Os híbridos de variedades sintéticas ou compostos receberam o nome dos cultivares cruzados e são:

III) Eto-Colômbia x Centralmex

IV) Composto A x Composto B

V) Piranão x Cimmyt

VI) Composto Dentado x Composto Flint

VII) MEB x Piranão

5. MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em Piracicaba- SP no distrito de Água Santa, onde o Departamento de Genética da ESALQ desenvolve experimentação; e em Londrina-PR, no campo experimental do IAPAR.

Foi utilizado o delineamento experimental em Látice Triplo Duplicado 4 x 4, sendo utilizadas três repetições por local, com arranjo dos tratamentos segundo COCHRAN e COX (1957), com sorteios individuais para cada conjunto e também para cada local, mantendo-se, contudo, as unidades dos blocos para os locais.

A unidade experimental constituiu-se de três linhas de 10,00m de comprimento, distanciadas de 1,00m entre si. Nas linhas, as covas distavam de 0,40m. Cada parcela era constituída de 150 plantas. Contudo, foi utilizada a linha central da parcela, com o total de 10,00m² e número ideal de 50 plantas para as observações e coleta de dados.

Foi realizada uma adubação uniforme, conforme a análise do solo e a recomendação para cada uma das localidades.

A semeadura em Piracicaba-SP foi realizada na data de 19/10/76 e em Londrina-PR em 28/10/76. Foram colocadas três sementes por cova e desbastando-se mais tarde para duas plantas.

Foram executados os tratos culturais recomendados para a cultura, tais como controle de ervas daninhas, amontoa, e adubação em cobertura nas épocas adequadas.

As seguintes características foram anotadas para cada tratamento:

Número de plantas: contou-se o número total de plantas sobreviventes por ocasião da colheita (*stand* final).

Plantas acamadas: consideram-se como acamadas, todas as plantas com um ângulo de inclinação superior a 45° em relação à vertical e que não apresentavam o colmo quebrado abaixo da espiga. Anotou-se o total na linha central.

Plantas quebradas: são aquelas que apresentam o colmo quebrado abaixo da espiga. Foi feita contagem e anotação do total da linha útil.

Altura da espiga: considerada a distância, em metros, do solo até a inserção da espiga superior no colmo.

Número de espigas: após a colheita anotou-se o número total de espigas por parcela.

Peso de espigas: foram colhidas todas as espigas de todas as plantas da linha útil e anotou-se o peso, após a despalha.

Peso de grãos: foram debulhadas todas as espigas da linha central e anotado o peso total de grãos em libra e depois transformado para quilograma.

Umidade: após a debulha das espigas, retirou-se uma amostra de grãos para a leitura da umidade.

As observações de altura de espiga, número de plantas, total de plantas acamadas e quebradas foram realizadas imediatamente antes da colheita, que foi realizada em Piracicaba-SP na data de 29/03/77, enquanto em Londrina-PR foi em 22/04/77. As demais observações e pesagens foram realizadas após a colheita.

Com os dados das observações foram calculados os seguintes índices:

Índice de rendimento de grãos: é a razão do peso de grãos com a produção de espigas despalhadas.

Índice de espigas: razão entre o número de espigas e o número de plantas sobreviventes (*stand* final).

Índice de acamamento: é a razão entre o número total de plantas acamadas pelo número total de plantas da linha útil.

Índice de quebramento: razão entre o número total de plantas quebradas e o número total de plantas.

Todos os índices foram utilizados em porcentagem.

A produção de grãos foi corrigida para o número ideal de plantas na área útil da parcela (cinquenta), utilizando-se a fórmula desenvolvida por ZUBER (1942):

$$PCC = PC \cdot \frac{H - 0,3F}{H - F}$$

Sendo:

PCC = peso de campo corrigido.

PC = peso de campo observado.

H = número ideal de plantas. Para o caso do presente estudo é de cinquenta plantas.

F = número de falhas ocorridas.

Essa fórmula baseia-se em que o ajuste conseguido adiciona 0,7 da produção média para cada falha de planta e considera que a fração restante (0,3) é recuperada pelo aumento de produtividade das plantas vizinhas à falha.

Após a correção da produção de grãos em relação ao número de plantas, foi realizada a correção da umidade, padronizando-se para 15,5% de umidade com o uso da seguinte fórmula:

$$P_{15,5\%} = \frac{PCC \cdot (1-U)}{(1 - 0,155)}$$

Onde:

P_{15,5%} = peso de campo corrigido para 15,5% de umidade.

PCC = peso de campo corrigido para cinquenta plantas.

U = umidade observada no material.

$(1 - 0,155)$ = expressa a matéria seca quando é de 15,5% de umidade.

Foram realizadas análises de variância para as seguintes características e índices: produção de grãos, índice de rendimento de grãos, índice de espigas, altura da espiga, índice de acamamento e índice de quebramento. As análises para produção de grãos, em cada localidade, foram realizadas pelo esquema lâtigo, descrito por COCHRAN e COX, (1957). A análise conjunta foi realizada pelo esquema de blocos ao acaso, cujo roteiro é proposto por PIMENTEL GOMES, (1963), tomando-se o cuidado de observar a semelhança entre os quadrados médios residuais. Para tanto, considerou-se o critério BOX (PIMENTEL GOMES, 1963): semelhança dentro de uma amplitude de 3 ou 4 vezes na relação entre o maior e o menor quadrado médio residual. Os graus de liberdade de tratamento e da interação de tratamentos com locais foram desdobrados, conforme os grupos de variedades sintéticas, compostos, híbridos e entre grupos.

Todas as análises de variância foram feitas de acordo com um modelo fixo. Dessa forma, os resultados são válidos para os genótipos e as localidades consideradas. Com base num modelo fixo, todas as fontes de variação foram testadas com o quadrado médio residual (STEEL e TORRIE, 1960).

O modelo da análise de variância para cada localidade foi:

FONTES VARIAÇÃO	GL	QM	F
Blocos	$r - 1$	QB	
Tratamentos	$t - 1$	QT	QT/QR
Resíduo	$(r - 1) (t - 1)$	QR	
Total	$(rt) - 1$	--	

Onde:

r = número de repetições

t = número de tratamentos

As significâncias foram obtidas através do teste de F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey.

Para verificar se havia ocorrido comportamento diferencial dos tratamentos nas localidades, foi realizada a análise conjunta com o seguinte modelo:

FONTES VARIAÇÃO	GL	QM	F
Bloco médio	-	QB	
Tratamento (T)	t - 1	QT	QT/QR
Locais (L)	ℓ - 1	QL	
T x L	(t-1) (ℓ-1)	QT x L	QT x L/QR
Resíduo médio	-	QR	

Onde:

t = número de tratamentos

ℓ = número de locais

Para verificar o comportamento dos diversos grupos e as interações com os locais, nas análises conjuntas, foram feitos desdobramentos dos graus de liberdade devidos a tratamentos e a interação tratamentos x locais, por possibilitar isolar as estimativas dos componentes de variância devidas aos efeitos dos grupos e às interações dos grupos x locais.

Para os híbridos de variedades e compostos foi calculada a heterose em relação à média dos paternos e também em relação ao paternal mais produtivo. A significância dos valores de heterose foi avaliada, comparando-os com zero, através do teste t (SNEDECOR e COCHRAN, 1973).

$$t = \frac{\bar{Y} - 0}{\sqrt{\frac{V}{n}}}$$

$$\hat{Y}_1 = \hat{m}_{F1} - \frac{1}{2} (\hat{m}_{P1} + \hat{m}_{P2})$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_1) = \sum \frac{(CL)^2}{r} \cdot s^2 = \frac{1}{2} s^2$$

$$\hat{Y}_2 = \hat{m}_{F1} - \hat{m}_{PM}$$

$$V(\hat{Y}_2) = \sum \frac{(CL)^2}{r} \cdot s^2 = \frac{2}{3} s^2$$

Onde:

t = valor obtido para comparação com valores tabela de para t.

\hat{Y}_1 = contraste para obtenção da heterose em relação à média dos pais.

\hat{Y}_2 = contraste para obtenção da heterose em relação ao paternal maior.

\hat{m}_{F1} = média do híbrido.

\hat{m}_{P1} = média de um dos tipos paternos.

\hat{m}_{P2} = média do outro tipo paternal.

\hat{m}_{PM} = média do tipo paternal maior.

$V(\hat{Y}_1)$ = variância para o contraste \hat{Y}_1 .

$V(\hat{Y}_2)$ = variância para o contraste \hat{Y}_2 .

CL = coeficiente linear obtido para cada componente do contraste.

r = número de dados que compõem a média.

s^2 = variância residual da análise de variância para o local.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Subdividiu-se este capítulo para apresentar cada caráter ou índice individualmente.

6.1 Produção de grãos

As médias de produção de grãos e os resultados das análises de variância por local são apresentados nas tabelas 01, 02 e 03, respectivamente.

Na média por local, em Piracicaba-SP, a maior produção foi para o Composto A com $6,624 \text{ kg}/10\text{m}^2$; e a menor, para a Cimmyt com $4,858 \text{ kg}/10\text{m}^2$. Já em Londrina-PR, a maior produção foi do Hmd 7974 com $7,336 \text{ kg}/10\text{m}^2$; e a menor, do Cimmyt com $5,260 \text{ kg}/10\text{m}^2$. Contudo, pela análise de variância por local, verifica-se que o efeito de tratamento não foi significativo pelo teste F, tanto em Piracicaba-SP como em Londrina-PR. Isso indica que a diferença de produção entre os cultivares não atingem diferenças estatísticas significativas. Tem-se uma precisão aceitável nos resultados obtidos, visto que os coeficientes de variação para o caráter foram de 12,63% e 12,80% em Piracicaba-SP. e Londrina-PR. respectivamente.

A média geral das duas localidades foi de

6,076 kg/10m², sendo que a média para as duas localidades foi de 5,939 kg/10m² para as variedades, 5,867 kg/10m² para os compostos e 6,305 para os híbridos. Verifica-se que o grupo dos híbridos superou a média geral das localidades.

A produção média de todos os tipos paternais foi de 5,890 kg/10m², enquanto que a média dos cruzamentos foi de 6,172 kg/10m², verificando-se um aumento de 4,6%.

O híbrido comercial Hmd 7974 apresentou uma produção média em Piracicaba-SP de 5,906 kg/10m². Analisando as produções das variedades e compostos em relação ao híbrido Hmd 7974, verifica-se que os cultivares: Composto A (6,624 kg/10m²), Piranão (5,916 kg/10m²), Composto Dentado (6,114 kg/10m²) e MEB (6,607 kg/10m²) tiveram produção superior a esse híbrido. Quanto aos híbridos intervarietais, em relação à mesma testemunha, observa-se que o Composto A x Composto B (6,273 kg/10m²) e o Piranão x Cimmyt (5,978 kg/10m²) obtiveram produção superior.

Na mesma localidade, o híbrido comercial Ag 152 apresentou produção média de 6,593 kg/10m². Verifica-se que duas populações obtiveram produções superiores a esse híbrido: Composto A e MEB. Apesar das produções de alguns híbridos intervarietais serem bastante próximas do híbrido Ag 152, nenhum deles superou-o nessa particularidade.

Em Londrina-PR, a produção média do híbrido Hmd 7974 foi de 7,336 kg/10m². Observando-se a produção das variedades, compostos e híbridos intervarietais, verifica-se que nenhum deles superou o híbrido comercial Hmd 7974, mas com produções quase equivalentes para alguns dos cultivares estudados.

O híbrido comercial Ag 152 obteve produção média de grãos em Londrina-PR de 6,707 kg/10m². Observando-se as produções dos cultivares, nota-se que dois híbridos intervarietais tiveram produção superior, a saber: Eto-Colômbia x Centralmex (7,077 kg/10m²) e Composto A x Composto B (7,097 kg/10m²), sendo que nenhuma das variedades e compostos obtive

ram produções superiores a esse híbrido comercial.

Observa-se que, para a produção de grãos, alguns híbridos intervarietais, algumas variedades e alguns compostos são bastante promissores, produzindo mais que as testemunhas Hmd 7974 e Ag 152. Estes resultados concordam com os relatados por PATERNIANI (1961), PATERNIANI (1970), BEZANILLA (1971) e TAVARES (1972), que obtiveram produções superiores entre os híbridos intervarietais em relação à testemunha comercial. Deve-se ressaltar que a alta produtividade obtida é devida, principalmente a que as populações em estudo têm sido melhoradas visando obter uma maior produtividade.

Sabendo-se que a produção do híbrido é diretamente proporcional à produção dos tipos paternais, conforme relatada por RICHEY, (1972) e PATERNIANI, (1961), verifica-se a possibilidade de se aumentar ainda mais a produção dos híbridos intervarietais, aplicando-se um dos métodos de seleção recorrente nas populações paternais e elevar a frequência de genes favoráveis para essa característica, visto que as variedades e compostos estudados possuem ampla variabilidade.

Do ponto de vista prático, os cruzamentos intervarietais estudados permitem a escolha de pares de variedades promissoras para um melhoramento por meio de seleção recorrente recíproca, e a possibilidade de obter híbridos de linhagens entre elas, já que alguns apresentaram produção e equivalente à dos híbridos comerciais testados. Além disso, algumas variedades e compostos superaram a seus híbridos, obtendo, assim, maior interesse prático. Os materiais de polinização livre, tais como as variedades sintéticas e compostos exigem menos trabalho para sua produção, já que seriam necessários plantios em áreas isoladas para evitar o efeito de migração, não sendo necessários os cruzamentos com outros materiais. Já os híbridos intervarietais teriam a grande limitação nos cruzamentos. Isso devido a que as variedades e compostos possuam ampla variabilidade genética e o período de florescimento torna-se prolongado, dificultando, assim, a operação

de despontamento, que seria realizada em várias etapas. Outra limitação para o despendoamento seria o porte demasiadamente alto, provocando demora na realização do trabalho e aumentando as possibilidades de quebra dos colmos durante sua execução. A utilização de cultivares braquíticos (porte baixo) como fêmeas, com macho de porte alto, amenizaria essa dificuldade. Contudo, todas as falhas de despendoamento, ou seja, autofecundação e cruzamento entre plantas irmãs, seriam identificadas nos plantios comerciais, pois essas plantas seriam braquíticas (porte baixo). Os híbridos intervarietais teriam as vantagens de reunir as características desejáveis de materiais diferentes, a utilização da heterose obtida entre materiais diferentes e um tipo de grão segundo as exigências de mercado, ou seja meio-dente. Contudo, segundo PATERNIANI, (informação pessoal), é possível obter variedades de grãos meio-dente, fazendo-se o cruzamento entre variedades com grãos dentados e duros, com posterior seleção para o tipo desejado.

A eficiência do delineamento em látice sobre o de blocos ao acaso foi de 103,35% e 105,70%, para Piracicaba-SP e Londrina-PR, respectivamente. Como a eficiência foi pequena, as análises conjuntas, e demais características, foram feitas pelo esquema em blocos ao acaso, cujo roteiro é indicado por PIMENTEL GOMES, (1963).

Observando os dados de produções médias de grãos na tabela 01, verifica-se que os valores em Londrina - PR foram maiores, já que o ensaio apresentou média de 6,302 kg/10m², enquanto que em Piracicaba-SP a média foi de 5,850 kg/10m². A aplicação do teste F aos resultados da análise conjunta (tabela 04), permite verificar que foram altamente significativos os efeitos de tratamentos e locais, e significativa a interação: tratamentos x locais. Resultados semelhantes foram obtidos por RUSCHEL, (1968).

Confirmando a literatura, observa-se na análise de variância conjunta que a variabilidade genética influenciou na estabilidade, nota-se que os mais estáveis foram os

compostos; depois, as variedades e os híbridos. Haja visto que sõ os híbridos obtiveram valor significativo, estatisticamente.

A presença de valor significativo para o efeito de interação tratamentos x localidades, mostrou que os genótipos estudados não mantiveram a mesma equivalência em produção nas duas localidades. Isto também foi obtido por outros pesquisadores que estudaram o assunto como SPRAGUE e FEDERER (1951), SPRAGUE (1955), GROSZMANN (1957), SILVA *et alii* (1963), RUSCHEL (1968), GALVÃO (1974), VALVA (1976), LEMOS (1976).

Apesar da presença de valor significativo para o efeito da interação tratamentos x locais, verifica-se que a média geral das localidades é semelhante com 5,850 kg/10 m² para Piracicaba-SP; e 6,302 kg/10m² em Londrina-PR. As variedades mantiveram uma equivalência de produção com tendência para aumento em Londrina-PR. Sabendo-se que a introdução de cultivares é uma das formas mais simples e práticas de melhoramento, porque economiza tempo, recursos humanos e financeiros, verifica-se a possibilidade de intercâmbio de materiais sintetizados ou selecionados nessas localidades.

A heterose da produção de grãos em relação à média dos pais em Piracicaba-SP variou de 5,0% a 11,0%, sendo que em Londrina-PR a variação foi de 0,70% a 16,9%. Ocorreu, em ambas as localidades, heterose negativa para alguns híbridos intervarietais. Utilizando-se o teste t nas comparações (tabela 05), observa-se que nenhum híbrido apresentou significância para a heterose em relação à média dos pais. Considerando que os materiais testados são adaptados às condições do estudo, há possibilidade de uso da heterose obtida, porque, além do aumento na produção, a heterose permite o uso de caracteres desejáveis, separados nos progenitores. Também possibilita a obtenção e uso de genótipos superiores em prazo relativamente curto. Além disso, o híbrido apresenta menor interação por ambiente do que os genótipos mais homozigotos, per

mitindo adaptações a regiões e anos diferentes.

A necessidade de se testar o maior número possível de cruzamentos, num programa para utilização da heterose, provém da falta de elementos seguros que indiquem os cruzamentos mais promissores. Além disso, os métodos em uso permitem a exploração de parte do potencial heterótico, pois utilizam os tipos paternais, sem que possuem a maior parte dos genes responsáveis pela heterose. Contudo, através de um programa de melhoramento com o uso do método de seleção recorrente recíproca, pode-se aumentar a heterose entre duas populações.

TAVARES, (1972), obteve heterose em todos os híbridos, ao se relacionar à média dos pais, sendo que a variação que encontrou foi de 6,70% a 18,16%. Enquanto que VALVA (1976), obteve no espaçamento de 1,0 m uma heterose de 117,8% para o híbrido intervarietal braquítico Piraño x Cimmyt.

Quanto à heterose em relação ao pai maior, em Piracicaba-SP variou de 1,0% a 3,8% e em Londrina-PR de 1,8% a 11,1%. Em ambos os locais, ocorreram diferenças negativas para alguns híbridos. Pela comparação através do teste t, nenhum valor de heterose foi significativo, como pode ser observado na tabela 05. Em relação ao pai maior, TAVARES, (1972), obteve diferenças positivas e negativas com variação em relação à média de produção de grãos de 92,04% a 108,31%, enquanto que VALVA, (1976), obteve heterose de 111,2%.

Tem sido dado ênfase para a obtenção de cultivares de porte mais baixo e uma das formas utilizadas para isso é o uso do gene *br-2* (*braquítico 2*). Dos cultivares braquíticos existentes foram incluídos nos ensaios o Piraño, o Cimmyt e o híbrido entre eles. Observando-se os dados de produção (tabela 01), verifica-se que em Piracicaba-SP o Piraño e o híbrido intervarietal tiveram produções de 5,916 kg/10 m² e 5,978 kg/10m², respectivamente, superando populações de porte alto e com produções equivalentes à do híbrido comercial Hmd 7974 (5,906 kg/10m²). Já em Londrina-PR o Piraño e o

híbrido braquítico obtiveram produções de 6,024 kg/10m² e 6,133 kg/10m², respectivamente, que são equivalentes às produções da maioria dos cultivares de porte alto. Contudo, o Cimmyt apresentou as menores produções dos ensaios nas duas localidades estudadas. Conforme GALVÃO, (1974), o Pirañao apresentou produções equivalentes às testemunhas de porte normal, além de maior resistência ao acamamento e à quebra das plantas.

6.2 Índice de Rendimento de grãos

Na tabela 6, são apresentados os dados de rendimento de grãos, que mostram, na média do local, para Piracicaba-SP. O maior valor para essa característica foi de 85,27% para o híbrido intervarietal MEB x Pirañao e o menor foi de 79,67% para o cultivar Eto-Colômbia. Enquanto em Londrina-PR os rendimentos foram superiores, sendo que o maior valor foi de 86,17% para o Centralmex e o menor 81,57% para o Eto-Colômbia. Pela análise de variância por local, (tabela 07 e 08), verifica-se que o efeito de cultivares foi altamente significativo em ambas as localidades. Isso indica que, em cada local, podem ser identificados cultivares que apresentaram valores superiores para o rendimento de grãos.

Resultados equivalentes para o rendimento da espiga foram obtidos por GALVÃO, (1974).

As médias dos ensaios foram de 83,04% e 83,79% para Piracicaba-SP e Londrina-PR, respectivamente. Os resultados da análise conjunta, (tabela 09), mostram ser altamente significativos os efeitos de tratamentos, locais e a interação : tratamentos x locais. As variedades e os compostos foram menos influenciados que os híbridos, para essa característica, com a variação do ambiente. Haja visto que apenas os híbridos apresentaram valores significativos na interação com os locais. Os resultados concordam com os da literatura.

É prática comum na pesquisa, retirar a umidade de uma amostra de grãos, e, após, fazer a correção de umidade para a parcela toda. Alguns pesquisadores corrigem a umidade para o peso total de grãos. Contudo, outros corrigem a umidade utilizando o peso total da espiga despalhada, corrigindo esse peso para 0% (zero), para obter a umidade dos grãos a 15,5%. Consideram assim, que o sabugo contribui com 15,5% de peso total da espiga despalhada. Pelos dados apresentados na tabela 06, verifica-se que a contribuição do sabugo é bastante variável entre os cultivares e nos locais. A média é de 16,6%. Estaria ocorrendo assim uma superestimação do peso dos grãos.

As comparações das heteroses pelo teste t, podem ser observadas na tabela 10. Em relação à média dos pais, ocorreu heterose significativa a 5% para o híbrido Eto-Colômbia x Centralmex em Piracicaba-SP. Ocorreu em alguns híbridos uma heterose negativa.

Em relação ao pai maior, os valores para a heterose foram negativos em ambas as localidades para todos os híbridos, com exceção do MEB x Piranão em Piracicaba-SP.

Apesar de não ocorrer heterose para a maioria dos híbridos, verifica-se ampla variabilidade nos materiais, com possibilidades de se aumentar os valores para rendimento de grãos através do uso de um dos métodos de seleção recorrente, já que se trata de um dos componentes da produção.

6.3 Índice de espigas

Na tabela 11 é apresentado o índice médio de espigas. Verifica-se que o maior valor para a característica, em Piracicaba-SP, foi de 107,28% para o híbrido comercial Hmd 7974 e o menor para o Cimmyt com 80,02%. Em Londrina-PR o maior valor para o índice de espiga foi de 118,12% para o híbrido duplo Hmd 7974 e o menor valor foi de 90,76% para o Cimmyt.

Os resultados da análise da variância por lo

cal mostrou efeitos de cultivares altamente significativos em Piracicaba-SP como mostra a tabela 12, e resultados não significativos em Londrina-PR, vistos na tabela 13.

É relatado por TAVARES, (1972), que obteve, em geral, médias que variavam pouco e sempre em torno de uma espiga por planta. Valores pouco inferiores para o índice de espiga foram obtidos por GALVÃO, (1974), e VALVA, (1976).

Na média dos locais, os valores foram de 95,44% e 100,58% para Piracicaba-SP e Londrina-PR, respectivamente. Pela análise conjunta dos dados, apresentada na tabela 14, verifica-se que foram altamente significativos os efeitos de tratamentos e locais, e não significativos para a interação tratamentos x locais. Observa-se, também, que os compostos apresentaram a menor variância seguidos pelas variedades e os híbridos. Também VALVA, (1976), obteve valores altamente significativos para a interação cultivares x locais.

Sendo a prolificidade um dos componentes da produção, e fazendo-se uma observação conjunta entre os dados para essas características, constata-se que os cultivares de maior produção foram aqueles que obtiveram maior índice de espigas, exceção feita ao híbrido Hmd 7974, em Piracicaba-SP, que, apesar de alcançar o maior valor para prolificidade, não obteve produção equivalente. O mesmo paralelismo de prolificidade com produção foi relatado por GALVÃO, (1974), e VALVA, (1976).

O número de espigas por planta é muito influenciado pelo ambiente, segundo LEMOS, (1976), pois observou que, com maior competição entre plantas, ocorreu redução no número de plantas prolíficas. Contudo, a tendência dos híbridos intervarietais para maior prolificidade poderá ser aumentada pela seleção nos cultivares paternos para essa característica. A vantagem dos híbridos prolíficos é sua flexibilidade, o que lhes permite adaptarem-se a uma população mínima com grande amplitude de produção. A orientação de métodos de melhoramento para a obtenção de variedades prolíficas já era feita por

RICHEY, (1922), que indicou a grande eficiência de produzir um pouco de grãos em duas espigas ser melhor do que em uma, pelo grande potencial produtivo das variedades prolíficas e a influência do comportamento das espigas no campo. Como não ocorreu efeito significativo para a interação tratamentos x locais, pode-se fazer a seleção para prolificidade e aumentar a produção das populações por si.

Além da maior homeostase para a produção de grãos, as populações prolíficas permitem a aplicação de métodos de seleção idealizados para a aplicação em populações que possuem plantas com duas espigas, como é o caso da seleção recorrente recíproca com plantas prolíficas e híbridos crípticos onde uma espiga é autofecundada e a outra cruzada. Os métodos são descritos com detalhes por COMSTOCK *et alii* (1949), HALLAUER, (1967), e LONNQUIST e WILLIAMS (1967).

Os valores de heterose comparados pelo teste *t*, apresentados na tabela 15, mostram que tanto em relação a média dos pais como para o pai maior não ocorreu significância estatística em nenhuma das localidades estudadas.

6.4 Altura da espiga

Houve variação com o local para a altura da espiga, o que pode ser observado na tabela 16, sendo que em Piracicaba-SP o maior valor foi de 1,90 m para o Composto A e a menor de 0,83 m para o Cimmyt, que é braquítico. Em Londrina-PR a altura máxima foi de 1,90 m para o Centralmex e a mínima de 0,98 m para o Cimmyt. Pelos resultados das análises de variância por local, apresentados nas tabelas 17 e 18, observase que o efeito de cultivares foi altamente significativo em ambos os locais. Resultados semelhantes foram obtidos por RUSCHEL, (1968), GALVÃO, (1974), e VALVA, (1976).

A média do experimento em Piracicaba-SP foi de 1,58m, enquanto em Londrina-PR foi de 1,66m. A análise da

variância conjunta (tabela 19) mostra resultados significativos de todos os efeitos. Concorda com os resultados obtidos por RUSCHEL, (1968), e GALVÃO, (1974).

A presença de valores significativos indicam que a altura da espiga é muito influenciada pelo ambiente e todos os grupos de cultivares foram sensíveis a essa influência. Também a altura da espiga dos diferentes grupos variou com as localidades estudadas. A variação nos resultados de um local para outro pode ser explicada devido a que o comportamento das plantas é bastante influenciado por fatores ambientais como a disponibilidade de luz, água e nutrientes.

A altura da espiga é diretamente proporcional à altura da planta (os coeficientes de correlação entre altura da planta e altura da espiga na literatura estão em torno de 0,75). A maioria das plantas de milho é demasiadamente alta, o que as torna bastante sujeitas ao acamamento. O objetivo de inúmeros programas de melhoramento de plantas cultivadas é a obtenção de plantas mais eficientes e mais adaptadas à colheita mecânica, o que é viável em plantas de porte baixo. As vantagens dos milhos de porte baixo é que são mais resistentes ao acamamento da raiz e colmo e quebraimento do colmo. Além disso são melhores adaptados à colheita mecânica.

Existem duas formas de reduzir a altura de plantas de milho. Uma é o emprego de poligenes. As tentativas de se reduzir o porte das plantas por seleção em milhos normais não têm dado, no geral, resultados satisfatórios, pois a redução no porte das plantas tem sido acompanhada de redução na produtividade, como consequência da correlação positiva entre altura da planta e altura da espiga.

Outra forma é o emprego de genes maiores. Existem inúmeros genes que reduzem drasticamente a altura das plantas. Dentre eles o *braquítico-2* (*br-2*) tem-se mostrado bastante promissor. Ele age, promovendo um encurtamento dos internódios da planta, o que a torna mais baixa, sem contudo alterar-lhe as demais características morfológicas (número de

folhas, largura, etc.).

Os ensaios para comparar a eficiência de plantas de milho de porte baixo com porte alto, têm sido conduzidos com espaçamentos e práticas culturais mais indicadas para os milhos de porte alto. Fica a sugestão de estudo de espaçamento para comparar plantas de porte alto com plantas de porte baixo, para que essas últimas possam expressar sua potencialidade. O possível adensamento das folhas poderá ser adequado, selecionando-se para número de folhas e largura, já que há variabilidade.

Os valores de heterose em relação à média dos pais, para Piracicaba-SP, mostram uma variação de 0,5% a 25%. Em relação ao pai maior, os híbridos Composto Dentado x Composto Flint e MEB x Piranão apresentaram valores positivos, sendo de 4% e 7% respectivamente.

Em Londrina-PR, a heterose em relação à média dos pais variou de 3,50% a 13,0%. Para o pai maior, todos os híbridos apresentaram ausência de heterose, o que se constitui num resultado positivo, já que a altura de inserção de espiga influe no acamamento e é desejável uma menor altura.

Os híbridos intervarietais apresentaram altura média semelhante à obtida pelos híbridos duplos comerciais, com exceção do híbrido intervarietal braquítico, que apresentou os menores valores para essa característica e, aliado ao fato de que não ocorreu heterose em relação ao pai maior e que obtiveram valores relativamente baixos de acamamento e quebramento, tornam-se adequados para a colheita mecânica e cujo valor tem sido relatado por autores como GALVÃO, (1974), e VALVA, (1976).

6.5 Índice de acamamento

Na tabela 21 pode ser visto que em Piracicaba-SP o maior índice de acamamento foi de 10,27% para o cultivar

Eto-Colômbia e o menor de 0,69% para o cultivar Cimmyt. Nessa localidade os cultivares braquíticos apresentaram os menores valores para a característica em questão, confirmando, mais u ma vez, a possibilidade de uso de materiais de porte mais baixo para redução do acamamento. Em Londrina-PR, os valores fora m superiores, com o maior índice de 20,89% para o híbrido Composto Dentado x Composto Flint e o menor de 9,50% para o cultivar MEB. Uma possível explicação para os altos Índices obtidos em Londrina-PR é a ocorrência de ventos na fase fina l do ciclo da cultura. Contudo, na análise de variância por local, foram obtidos valores não significativos para tratamen tos em ambos os locais, para o caráter em questão, como pod e ser visto nas tabelas 22 e 23.

As médias dos ensaios foram de 4,19% e 15,02% para Piracicaba-SP e Londrina-PR, respectivamente. Na análise conjunta, o efeito de locais foi significativo a 1% de probabi lidade e não significativos os efeitos de tratamentos e da interação tratamentos x locais, como se pode observar pelos dados da tabela 24. Isso indica que, entre locais, houve grande variação na quantidade de plantas acamadas em cada tratamen to e que os vários grupos mantiveram uma mesma ordem de classificação de um local para outro, sem que ocorresse, entre eles, diferenças marcantes para essa característica.

É ampla a literatura que relaciona o acamamento com o porte das plantas. A redução da altura pode ser feita através de herança poligênica ou monogênica. Nesta última, o gene que tem sido mais utilizado em milho é o *br-2* (*braquítico-2*). Resultados de baixo índice de acamamento em cultivares braquíticos foram obtidos por VALVA, (1976), E GALVÃO, (1974). A causa de menor acamamento é devida aos entrenós mais curtos e o maior diâmetro dos colmos, o que torna os cultivares braqu íticos especialmente indicados para culturas onde a colheita será mecanizada.

6.6 Índice de quebramento

Os valores médios para a característica são apresentados na tabela 25. Em Piracicaba-SP, o menor valor para o índice de quebramento foi de 3,75% para o híbrido intervarietal braquiítico (Pirañao x Cimmyt); e o maior valor 36,67% para o híbrido Eto-Colômbia x Centralmex. Verifica-se que os cultivares braquiíticos apresentaram os menores valores, demonstrando mais uma vez a grande capacidade de milhos de porte baixo de manterem as plantas em pé, apresentando uma grande eficiência na colheita mecânica.

Em Londrina-PR, os valores foram mais elevados, com o menor valor de 23,37% apresentado pelo híbrido duplo Hmd 7974; e o maior de 53,29% para o Composto B. Os altos valores para a característica, assim como para o acamamento, podem ser explicados pela ocorrência de ventos na fase final do ciclo da cultura.

Os cultivares braquiíticos apresentam vantagens em regiões onde a altura excessiva das plantas e condições ambientais, favorecendo o acamamento e quebra das plantas, constituem problema sério.

7. CONCLUSÕES

Os dados obtidos no presente estudo possibilitam assinalar as seguintes conclusões:

- a) Os cultivares não diferiram estatisticamente para a produção de grãos em Piracicaba-SP e Londrina-PR.
- b) As produções de grãos de alguns híbridos intervarietais foram promissoras, chegando a superar as populações melhoradas e os híbridos comerciais utilizados no experimento.
- c) Os altos valores obtidos, para produtividade em alguns híbridos intervarietais, mostram a possibilidade de se empregar algumas das variedades estudadas como matéria prima para um programa de melhoramento genético.
- d) A produtividade de algumas populações melhoradas equivaleu à dos híbridos comerciais, o que pode suscitar maior interesse para uso imediato em produções comerciais, principalmente em regiões de agricultura menos desenvolvida.
- e) As produções de grão de alguns cruzamentos intervarietais mostraram-se superiores aos tipos paternos indicando a presença de heterose.
- f) A heterose obtida em cruzamentos intervarietais poderá ser utilizada pelo aumento das produções das populações paternas e, conseqüentemente, do híbrido entre elas, através da aplicação do método de melhoramento de populações denominado seleção recorrente recíproca.

- g) A identificação de cruzamentos intervarietais, com alta produtividade e apresentando heterose, possibilita a escolha de populações, das quais serão extraídas linhagens para a síntese de híbridos de linhagens endogâmicas.
- h) Devido ao menor quebramento e acamamento dos cultivares de porte baixo, possibilitando um maior rendimento na colheita mecânica, recomenda-se a redução do porte dos cultivares altos pela aplicação do gene *braquítico-2* (*br-2*) ou poligenes.
- i) A obtenção de valores altamente significativos para o efeito de interação tratamentos x locais revela que os genótipos estudados foram sensíveis às condições ambientais dos locais ensaiados para as seguintes características: produção de grãos, rendimento de grãos, altura da espiga e índice de quebramento.
- j) A adaptação em Londrina-PR dos cultivares selecionados em Piracicaba-SP e a produção equivalente mostra a possibilidade de intercâmbio de materiais selecionados ou sintetizados nas instituições destas localidades.
- k) É evidente que a primeira geração do cruzamento oferece possibilidade para obter material com aumento de produção, mas o valor de cada cruzamento deve ser determinado experimentalmente.

8. SUMMARY

The performance of nine parental types with their specific crosses and two commercial hybrids studied in relation to the traits: yield of shelled grain, shelling (percent), kernel index, ear height, lodged and broken plants. The experiment was conducted at two locations, Piracicaba in São Paulo State and Londrina in Paraná State during 1976/1977.

The results showed that the performance of some intervarietal crosses and parental types was similar to the commercial hybrids used. This indicated the possibility of using these materials as commercial production and also as a source material to breeding program.

Highly significant values were obtained to the treatment x local interaction for the traits: yield of shelled grain, shelling (percent), ear height and percentage of broken plants. However the cultivars had adaptation in both locations, which indicated the possibility of using and exchanging of synthesized or selected materials from either of the locations studied.

9. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W, and D. B. SHANK, 1959. The Relationship of Heterozygosity to Homeostasis in Maize Hybrids. *Genetics* 44 (5): 777-786.
- ALLARD, R.W., 1971. *Princípios do Melhoramento Genético das Plantas*. São Paulo, Editora Edgar Blucher Ltda. 381 p.
- ALLARD, R.W. and A.D. BRADSHAW. 1964. Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. *Crop Science* 4:503-508.
- ARNOLD, E.L. and JENKINS, M.T. 1932. The Relative Variability of Corn Crosses and Varieties. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 24:868-871.
- BARRIGA, P. e R. VENCOVSKY. 1973. Heterose da Produção de grãos e de outros Caracteres Agronômicos em Cruzamentos Intervarietais de Milho (*Zea mays L.*). *Ciência e Cultura* , 25(9):880-885.
- BEAL, W.J. 1877. Report of the Professor of Botany and Horticulture. Rept. Mich. Bd. Agr., pp 41-59. In:G.F. SPRAGUE . 1955. *Corn and Corn Improvement* p. 226. Academy Press Inc. New York.
- BERG, R.L. 1959. A General Evolutionary Principle Underlying the Origin of Developmental Homeostasis. *American Naturalist*. XCIII (869):103-105.
- BEZANILLA, G.P.B. 1971. A Eficiência de Alguns Cultivares de

- milho (*Zea Mays L.*) na Produção de Grãos. Piracicaba. ESALQ-USP. 84p. (Dissertação de Mestrado).
- COCHRAN, W.C. and G.M. COX. 1957. *Experimental Designs*. John Wiley and Sons Inc. N. York. 618 p.
- COMSTOCK, R.E., ROBINSON, H.F. and P.H. HARVEY. 1949. A Breeding Procedure Designed To Make Maximum Use of Both General and Specific Combining Ability. *Agron. Jour.* 41:360-367
- EBERHART, S.A. and A.R. HALLAUER. 1968. Genetic Effects For Yield in Single, Three-Way, and Double-Cross Maize Hybrids. *Crop Sci.* 8:377-379.
- EBERHART, S.A. and W.A. RUSSEL. 1969. Yield and Stability for a 10-line Diallel of Single-Cross and Double-Cross Maize Hybrids. *Crop Sci.* 9:357-361.
- EBERHART, S.A., RUSSEL, W.A. and L.H. PENNY. 1964. Double Cross Hybrid Prediction in Maize When Epistasis is Present. *Crop Sci.* 4:363-366.
- FUNK, C.R. and J.C. ANDERSON, 1964. Performance of Mixtures of Field Corn (*Zea Mays L.*) Hybrids. *Crop Science* 4:363-356.
- GALVÃO, J.D. 1974. Comportamento do Milho Piranão (*Braquítico -2*) e de Milhos de Porte Normal em Diferentes Níveis de Nitrogênio e Populações de Plantas. Piracicaba, ESALQ-USP, 106 p. (Tese de Doutorado).
- GARDNER, C.O. e J.H. LONNQUIST. 1966. Statistical Genetic Theory and Procedures Useful in Studying Varieties and Intervarietal Crosses in Maize. *CIMMYT Res. Bul.* Nº 2.
- GRANER, E.A. e F.F. de TOLEDO. 1959. Milho: Estudo Comparativo Entre Variedades, Híbridos, Sintéticos e Híbridos de Sintéticos. *Revista de Agricultura.* 34:51-65.
- GRIFFEE, F. 1922. First Generation Corn Varietal Crosses. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 14:18-27
- GROSZMANN, A. 1957. Dez anos de Experimentação Com Milho Híbrido no Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, ENA. 59 p (Trabalho Apresentado Para o Concurso de Provimto da 13a. Cadeira da ENA).

- HALLAUER, A.R. 1967. Development of Single-Cross Hybrids : From Two-Eared Maize Populations. *Crop Science* 7(3):192-195.
- HAYES, H.K. 1926. Present-Day Problems of Corn Breeding. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 18:344-363.
- KRUG, C.A., VIEGAS, G.P. e L. PAOLIÉRI. 1943. Híbridos Comerciais de Milho. *Bragantia* 3(11) :367-552.
- LEMONS, M.A. 1976. Variabilidade Fenotípica em Híbridos Simples, Híbridos Duplos, Variedades e Compostos de Milho (*Zea Mays L.*). Piracicaba, ESALQ/USP, 62 p. (Tese de Doutorado).
- LIANG, G.H.L. and T.L. WALTER. 1966. Genotype x Environment Interactions from Yield Tests and Their Applications to Sorghum Breeding Programs. *Can. J. Genet. Cytol.* 8:306-311.
- LONNQUIST, J.H. and N.E. WILLIAMS. 1967. Development of Maize Hybrids Through Selection Among Full-Sib Families. *Crop Science* 7(4):369-370.
- OSORIO, E.A. 1972. Heterose e Influência da Ação Gênica Epistática em Cruzamentos Interraciais de Milho (*Zea Mays L.*). Piracicaba. ESALQ/USP. (Dissertação de Mestrado) 59 p.
- PATERNIANI, E. 1961. Cruzamentos Interraciais de Milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 46 p. (Tese de Livre Docência).
- PATERNIANI, E. 1965. Seleção Recorrente para Capacidade Geral de Combinação em Milhos da América Central. *Ciência e Cultura* 17(4):555-559.
- PATERNIANI, E. 1970. Heterose em Cruzamentos Intervarietais de Milho. *Relatório Científico, I.G. ESALQ/USP.* pp 95-100.
- PIMENTEL GOMES, F. 1963. *Curso de Estatística Experimental.* Univ. de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- RASMUSSEN, D.C. and J.W. LAMBERT. 1961. Variety x Environment Interactions in Barley Variety Tests. *Crop Science* 1:261-262.
- RICHEY, F.D. 1922. The Experimental Basis for the Present Status of Corn Breeding. *Jour. Am. Soc. Agron.* 14:1-17.
- ROBINSON, H.F. y R.H. MOLL. 1965. Procedimientos Utiles Para Mejorar el Comportamiento de Cruces Intervarietales. *Fito*

- tecnica Latinoamericana. 2:39-56.
- ROWE, P.R. and R.H. ANDREW. 1964. Phenotypic Stability for a Systematic Series of Corn Genotypes. *Crop Science* 4:563-567.
- RUSCHEL, R. 1968. Interação Genótipo x Localidade na Região Centro-Sul em Milho (*Zea Mays L.*). Piracicaba. ESALQ/USP. 60 p. (Dissertação de Mestrado).
- SECUNDINO, A. 1939. O Milho. Como ProduzÍ-lo Melhor e Mais Barato. Sec. Agric. Minas Gerais. B. Horizonte. In: GROSZMANN, A. 1957. Dez anos de Experimentação com Milho HÍbrido no Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, ENA. 59 p.
- SHANK, D.B. and M.W. ADAMS. 1960. Environmental Variability Within Inbred Lines and Single Crosses of Maize. *Jour. Genet.* 57(1):119-125.
- SILVA, W.J. da, MIRANDA, L.T. e G.P. VIEGAS. 1963. Estimativa do Progresso Genético Médio em Ensaios de Cultivares de Milho. *Bragantia* 22:247-258.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN, 1973. *Statistical Methods*. IOWA, The Iowa State University Press Ames. 593 p.
- SPRAGUE, G.F. 1955. Corn Breeding. In: *Corn and Corn Improvement*. Academic Press Inc. Publ., N.York, pp 221-292.
- SPRAGUE, G.F. and M.T. JENKINS. 1943. A Comparison of Synthetic Varieties, Multiplied Crosses, and Double Crosses in Corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 35:137-147.
- SPRAGUE, G.F. and W.T. FREDERER. 1951. A Comparison of Variance Components in Corn Yield Trials: II. Error, Year x Variety, Location x Variety and Variety Components. *Agron. J.* 43:535-541.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw-Hill Book Company, INC. 481 p.
- TAVARES, F.C.A. 1972. Componentes da Produção Relacionados à Heterose em Híbridos Intervarietais de Milho (*Zea Mays L.*). Piracicaba, ESALQ/USP, 106 p.(Dissertação de Mestrado).

- VALVA, F.D. 1976. Heterose em Híbrido Intervarietal de Milho (*Zea Mays L.*) br2 (*Braquítico-2*). Piracicaba. ESALQ-USP, 96 p., (Dissertação de Mestrado).
- WEATHERSPOON, J.H. 1970. Comparative Yields of Single, Three-Way, and Double Crosses of Maize. *Crop Science*. 10:157-159.
- ZUBER, M.S. 1942. Relative Efficiency of Incomplete Block Designs Using Corn Uniformity Trial Data. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 34:30-47.

APÉNDICE

Tabela 01. Produções médias de grãos, em kg/ha corrigidas para "stand" ideal de 50 plantas por parcela de 10m² e para a umidade de 15,5%. Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Tratamentos	Média de três repetições		Média
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	
Eto-Colômbia	5.168	5.734	5.451
Centralmex	5.461	6.371	5.916
Eto-Colômbia x Centralmex	5.668	7.077	6.373
Composto A	6.624	6.410	6.517
Composto B	5.331	5.806	5.569
Composto A x Composto B	6.273	7.097	6.685
Piranão	5.916	6.024	5.970
Cimmyt	4.858	5.260	5.059
Piranão x Cimmyt	5.978	6.133	6.056
Composto Dentado	6.114	6.435	6.275
Composto Flint	5.562	6.267	5.915
Comp. Dentado x Comp. Flint	5.484	6.394	5.939
MEB	6.607	6.226	6.417
MEB x Piranão	6.055	5.560	5.808
Hmd 7974	5.906	7.336	6.621
Ag 152	6.593	6.707	6.650
Média	5.850	6.302	6.076
d.m.s. 5%	2,44	2,66	1,01
d.m.s. 1%	3.04	3,32	1,17

Tabela 02. Análise de variância como lâttice triplo, para produção de grãos em $\text{kg}/10\text{m}^2$, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5%. Piracicaba-SP. 1977.

FV	GL	QM	F
Repetição	2	1,718	
Bloco (elimin. vari.)	15	0,547	
Tratº (ig.bloco)	15	0,583	1,067
Erro (intra-bloco)	15	0,546	
Total	47		

Eficiência = 103,35%

CV = 12,63%

$\bar{x} = 5,850 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$

Tabela 03. Análise de variância como lâttice triplo, para produção de grãos em $\text{kg}/10\text{m}^2$, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5%. Londrina-PR. 1977 .

FV	GL	QM	F
Repetição	2	0,741	
Bloco (elim. varie.)	15	0,667	
Tratº (ign.bloco)	15	0,732	1,124
Erro (intra-bloco)	15	0,651	
Total	47		

Eficiência = 105,7%

CV = 12,80%

$\bar{x} = 6,302 \text{ kg}/10\text{m}^2$

Tabela 04. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para produção de grãos em $\text{kg}/10\text{m}^2$, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas e para a umidade de 15,5%. Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Bloco/local	4	0,615	
Tratamentos (T)	15	1,309	5,432**
Variedades (V)	3	0,935	3,880*
Compostos (C)	4	2,000	8,299**
Híbridos (H)	6	0,811	3,365**
Grupos (G)	2	1,980	8,216**
Locais (L)	1	4,912	20,382**
T x L	15	0,488	2,025*
V x L	3	0,472	1,959
C x L	4	0,173	0,718
H x L	6	0,780	3,237**
G x L	2	0,268	1,112
Erro médio	60	0,241	
Total	95		

CV = 8,07%

$\bar{X} = 6,076 \text{ kg}/10\text{m}^2$

Tabela 05. Comparações e valores de t dos cruzamentos inter
varietais, para produção de grãos em kg/10m². Piracicaba-SP
e Londrina-PR. 1977

Comparações	Piracicaba-SP			LONDRINA-PR		
	Médias		t	Médias		t
	Fl	Pai	GL=15	Fl	Pai	GL=15
Heterose em relação à média dos pais						
Eto-Colôm.x Centralmex	5,668	5,314	0,676	7,077	6,052	1,793
Comp.A x Comp. B	6,273	5,977	0,565	7,097	6,108	1,732
Piranão x Cimmyt	5,978	5,387	1,132	6,133	5,642	0,860
Comp.Dent. x Comp.Flint	5,484	5,838	-0,678	6,394	6,351	0,075
MEB x Piranão	6,055	6,261	-0,397	5,560	6,125	-0,989
Heterose em relação ao pai mais produtivo						
Eto-Colôm.x Centralmex	5,668	5,461	0,569	7,077	6,371	1,627
Comp.A x Comp.B	6,273	6,624	-0,964	7,097	6,410	1,583
Piranão x Cimmyt	5,978	5,916	0,170	6,133	6,024	0,251
Comp.Dent.x Comp.Flint	5,484	6,114	-1,731	6,394	6,435	-0,094
MEB x Piranão	6,055	6,607	-1,516	5,560	6,226	-1,535

Tabela 06. Índice de rendimento médio de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela de 10m² e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Tratamentos	Média de três repetições		
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	Média
Eto-Colômbia	79,67	81,57	80,62
Centralmex	83,96	86,17	85,07
Eto-Colômbia x Centralmex	83,36	85,30	84,33
Composto A	80,70	81,90	81,30
Composto B	82,65	82,33	82,49
Composto A x Composto B	82,62	81,97	82,30
Pirañao	83,51	84,90	84,21
Cimmyt	81,50	82,90	82,20
Pirañao x Cimmyt	83,43	84,20	83,82
Composto Dentado	84,01	84,27	84,14
Composto Flint	81,77	82,83	82,30
Comp.Dentado x Comp. Flint	82,01	84,17	83,09
MEB	84,81	85,10	84,96
MEB x Pirañao	85,27	84,47	84,87
Hmd 7974	85,03	84,83	84,93
Ag 152	84,44	83,80	84,12
Média	83,04	83,79	83,42
d.m.s 5%	2,90	3,41	1,52
d.m.s 1%	3,41	4,02	1,75

Tabela 07. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade de 15,5%). Piracicaba-SP. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	0,7032	
Tratamentos	15	7,6882	8,4634**
Resíduo	30	0,9084	
Total	47		

CV = 1,14%

\bar{X} = 83,04%

Tabela 08. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	0,44	
Tratamentos	15	5,73	4,55**
Resíduo	30	1,26	
Total	47		

CV = 1,33%

\bar{X} = 83,79%

Tabela 09. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%) Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Bloco/local	4	0,2858	
Tratamento (T)	15	11,7367	21,6026**
Variedades (V)	3	26,33	48,463**
Compostos (C)	4	6,37	11,725**
Híbridos (H)	6	5,48	10,087**
Grupos (G)	2	19,36	35,634**
Locais (L)	1	13,4626	24,7793**
T x L	15	1,6773	3,0872**
V x L	3	1,056	1,944
C x L	4	0,789	1,452
H x L	6	2,399	4,416**
G x L	2	2,225	4,095*
Erro médio	60	0,5433	
Total	95		

CV = 0,88%

X = 83,42%

Tabela 10. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalariais, para o índice de rendimento de grãos, em porcentagem (relação entre a produção de grãos, corrigida para *stand* ideal de 50 plantas por parcela e umidade 15,5%, com a produção de espigas, corrigida para *stand* ideal por parcela e umidade 15,5%). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Comparações	Piracicaba-SP			Londrina-PR		
	Médias		t	Médias		t
	Fl	Pai	GL=30	Fl	Pai	GL=30
Heterose em relação a						
média dos pais.						
Eto-Colôm.xCentralmex	83,36	81,81	2,296*	85,30	83,87	1,803
Comp.A x Comp.B	82,62	81,67	1,404	81,97	82,11	-0,183
Piranão x Cimmyt	83,43	82,50	1,374	84,20	83,90	0,378
Comp.Dent.xComp.Flint	82,01	82,89	-1,189	84,17	83,55	0,782
MEB x Piranão	85,27	84,16	1,649	84,47	85,00	-0,668
Heterose em relação ao						
pai maior						
Eto-Colôm.xCentralmex	83,36	83,96	-0,990	85,30	86,17	-1,036
Comp.A x Comp.B	82,62	82,65	-0,050	81,97	82,33	-0,429
Piranão x Cimmyt	83,43	83,51	-0,132	84,20	84,90	-0,833
Comp.Dent.xComp.Flint	82,01	84,01	-3,300	84,17	84,27	-0,119
MEB x Piranão	85,27	84,81	0,759	84,47	85,10	0,750

Tabela 11. Índice médio de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977

Tratamentos	Média de três repetições		
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	Média
Eto-Colômbia	90,00	94,27	92,14
Centralmex	86,10	93,70	89,90
Eto-Colômbia x Centralmex	96,67	101,01	98,84
Composto A	101,88	99,17	100,53
Composto B	93,95	93,79	93,87
Composto A x Composto B	106,14	106,70	106,42
Piranão	88,67	101,61	95,14
Cimmyt	80,02	90,76	85,39
Piranão x Cimmyt	88,74	101,59	95,17
Composto Dentado	95,73	98,08	96,91
Composto Flint	102,84	109,06	105,95
Comp. Dentado x Comp. Flint	95,33	113,63	104,48
MEB	99,49	94,97	97,23
MEB x Piranão	94,28	91,94	93,11
Hmd 7974	107,28	118,12	112,70
Ag 152	99,95	100,83	100,39
Média	95,44	100,58	98,01
d.m.s 5%	22,64	31,53	13,18
d.m.s 1%	26,63	37,10	15,21

Tabela 12. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	124,1044	
Tratamentos	15	167,6145	3,0268**
Resíduo	30	55,3757	
Total	47		

CV = 7,79%

$\bar{X} = 95,44\%$

Tabela 13. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número de plantas na mesma linha) Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	50,73	
Tratament	15	186,68	1,74
Resíduo	30	107,39	
Total	47		

CV = 10,30%

$\bar{X} = 100,58\%$

Tabela 14. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977

FV	GL	QM	F
Bloco/local	4	43,7074	
Tratamentos (T)	15	289,12	7,11**
Variedades (V)	3	62,74	1,542
Compostos (C)	4	354,02	8,70**
Híbridos (H)	6	277,25	6,813**
Grupos (G)	2	534,53	13,136**
Locais (L)	1	633,1456	15,5596**
T x L	15	65,17	1,60
V x L	3	80,553	1,98
C x L	4	42,368	1,041
H x L	6	86,926	2,136
G x L	2	22,458	0,552
Erro médio	60	40,6916	
Total	95		

CV = 6,50%

X = 98,01%

Tabela 15. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalares, para o índice de espigas, em porcentagem (relação entre o número de espigas na linha útil, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Comparações	<u>Piracicaba-SP</u>			<u>Londrina-PR</u>		
	<u>Médias</u>		<u>t</u>	<u>Médias</u>		<u>t</u>
	Fl	Pai	GL=30	Fl	Pai	GL=30
Heterose em relação à						
média dos pais						
Eto-Colôm.xCentralmex	96,67	88,05	1,638	101,01	93,98	0,959
Comp.A x Comp.B	106,14	97,91	1,563	106,70	96,48	1,395
Piranão x Cimmyt	88,74	84,34	0,835	101,59	96,18	0,738
Comp.Dent.xComp.Flint	95,33	99,28	-0,752	113,63	103,57	1,373
MEB x Piranão	94,28	94,08	0,038	91,94	98,29	-0,867
Heterose em relação ao						
pai maior						
Eto-Colôm.xCentralmex	96,67	90,00	1,098	101,01	94,27	0,797
Comp.A x Comp. B	106,14	101,88	0,701	106,70	99,17	0,890
Piranão x Cimmyt	88,74	88,67	0,012	101,59	101,61	-0,002
Comp.Dent.xComp.Flint	95,33	102,84	-1,236	113,63	109,06	0,540
MEB x Piranão	94,28	99,49	-0,857	91,94	94,97	-1,143

Tabela 16. Altura média da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Tratamentos	Média de três repetições		
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	Média
Eto-Colômbia	1,15	1,62	1,39
Centralmex	1,85	1,90	1,88
Eto-Colômbia x Centralmex	1,68	1,80	1,74
Composto A	1,90	1,78	1,84
Composto B	1,57	1,62	1,60
Composto A x Composto B	1,83	1,78	1,81
Piranão	1,22	1,40	1,31
Cimmyt	0,83	0,98	0,91
Piranão x Cimmyt	1,03	1,32	1,18
Composto Dentado	1,89	1,83	1,86
Composto Flint	1,69	1,80	1,75
Comp. Dentado x Comp. Flint	1,93	1,78	1,86
MEB	1,58	1,77	1,68
MEB x Piranão	1,65	1,63	1,64
Hmó 7974	1,86	1,82	1,84
Ag 152	1,66	1,75	1,71
Média	1,58	1,66	1,62
d.m.s 5%	0,30	0,30	0,14
d.m.s 1%	0,35	0,35	0,17

Tabela 17. Análise de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP . 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	0,0012	
Tratamentos	15	0,35	35**
Resíduo	30	0,01	
Total	47	0,12	

CV= 6,32%

\bar{X} = 1,58 m

Tabela 18. Análise de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	0,015	
Tratamentos	15	0,17	17,0**
Resíduo	30	0,01	
Total	47	0,06	

CV = 6,02%

\bar{X} = 1,66 m

Tabela 19. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Bloco/local	4	0,004	
Tratamento	15	0,484	96,80**
Variedades (V)	3	0,41	82,0**
Compostos (C)	4	0,943	188,60**
Híbridos (H)	6	0,333	66,60**
Grupos (G)	2	0,132	26,40**
Locais (L)	1	0,147	29,40**
T x L	15	0,036	7,20**
V x L	3	0,047	9,40**
C x L	4	0,019	3,80**
H x L	6	0,030	6,00**
G x L	2	0,08	16,00**
Erro médio	60	0,005	
Total	95		

CV = 4,36%

$\bar{X} = 1,62$ m

Tabela 20. Comparações e valores de t dos cruzamentos intervalares, para a altura da espiga, em metros (distância do solo até a inserção da espiga mais alta no colmo). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Comparações	<u>Piracicaba-SP</u>			<u>Londrina-PR</u>		
	<u>Médias</u>		<u>t</u>	<u>Médias</u>		<u>t</u>
	Fl	Pai	GL=30	Fl	Pai	GL=30
Heterose em relação à média dos pais.						
Eto-Colôm.xCentralmex	1,68	1,50	2,535	1,80	1,76	0,563
Comp.A x Comp.B	1,83	1,73	1,338	1,78	1,70	1,127
Piranão x Cimmyt	1,03	1,02	0,070	1,32	1,19	1,831
Comp.Dent.xComp.Flint	1,93	1,79	1,972	1,78	1,81	0,493
MEB x Piranão	1,65	1,40	3,521	1,63	1,58	0,634
Heterose em relação ao pai maior						
Eto-Colôm.xCentralmex	1,68	1,85	-2,048	1,80	1,90	-1,205
Comp.A x Comp.B	1,83	1,90	-0,843	1,78	1,78	-
Piranão x Cimmyt	1,03	1,22	-2,289	1,32	1,40	-0,964
Comp.Dent.xComp.Flint	1,93	1,89	0,482	1,78	1,83	-0,602
MEB x Piranão	1,65	1,58	0,843	1,63	1,77	-1,687

Tabela 21. Índice de acamamento médio, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

Tratamentos	Média de três repetições		
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	Média
Eto-Colômbia	10,25	11,75	11,00
Centralmex	2,81	13,09	7,95
Eto-Colômbia x Centralmex	5,33	19,25	12,29
Composto A	3,54	15,27	9,41
Composto B	3,34	14,49	8,92
Composto A x Composto B	7,55	14,73	11,14
Piranão	1,33	17,40	9,37
Cimmyt	0,69	10,81	5,75
Piranão x Cimmyt	1,40	17,46	9,43
Composto Dentado	3,46	17,39	10,43
Composto Flint	9,36	15,12	12,24
Comp. Dentado x Comp. Flint	7,33	20,89	14,11
MEB	3,00	9,50	6,25
MEB x Piranão	2,14	12,02	7,08
Hmd 7974	2,22	16,83	9,53
Ag 152	3,34	14,30	8,82
Média	4,19	15,02	9,61
d.m.s 5%	15,90	25,67	10,25
d.m.s 1%	18,70	30,20	11,83

Tabela 22. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	12,3067	
Tratamentos	15	25,588	0,9367
Resíduo	30	27,3145	
Total	47		

CV = 124,73%

\bar{X} = 4,19%

Tabela 23. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha)- Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	261,0952	
Tratamentos	15	29,0959	0,4088
Resíduo	30	71,1770	
Total	47	65,8285	

CV = 54,01%

\bar{X} = 15,02%

Tabela 24. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de acamamento, em porcentagem (relação entre o número de plantas acamadas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. e Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Bloco médio	4	68,351	
Tratamento	15	30,349	1,233
Variedades (V)	3	24,56	0,997
Compostos (C)	4	33,98	1,380
Híbridos (H)	6	33,08	1,343
Grupos (G)	2	23,59	0,958
Locais (L)	1	2.810,062	114,123**
T x L	15	24,33	0,99
V x L	3	56,749	2,305
C x L	4	13,601	0,552
H x L	6	14,409	0,585
G x L	2	26,930	1,094
Erro médio	60	24,623	
Total	95		

CV = 51,63%

\bar{x} = 9,61%

Tabela 25. Índice médio de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. e Londrina-PR. 1977.

Tratamento	Média de três repetições		Média
	Piracicaba-SP	Londrina-PR	
Eto-Colômbia	7,05	27,15	17,10
Centralmex	21,44	51,45	36,45
Eto-Colômbia x Centralmex	36,67	47,25	41,96
Composto A	23,28	43,37	33,33
Composto B	23,51	53,29	38,40
Composto A x Composto B	33,50	47,73	40,62
Piranão	4,67	26,22	15,45
Cimmyt	6,13	25,27	15,70
Piranão x Cimmyt	3,75	33,20	18,48
Composto Dentado	15,71	46,99	31,35
Composto Flint	14,53	43,46	29,00
Comp. Dentado x Comp. Flint	23,33	46,95	35,14
MEB	17,82	31,99	24,91
MEB x Piranão	8,50	30,04	19,27
Hmd 7974	8,70	23,37	16,04
Ag 152	16,44	32,88	24,66
Média	16,57	38,16	27,37
d.m.s 5%	19,48	23,38	9,24
d.m.s 1%	22,91	27,50	10,66

Tabela 26. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	102,1491	
Tratamentos	15	298,4289	7,2807**
Resíduo	30	40,9885	
Total	47		

CV = 38,63%

$\bar{x} = 16,57\%$

Tabela 27. Análise de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	135,2985	
Tratamentos	15	319,0004	5,4029**
Resíduo	30	59,0427	
Total	47		

CV = 20,13%

$\bar{x} = 38,16\%$

Tabela 28. Análise conjunta de variância como blocos ao acaso, para o índice de quebramento, em porcentagem (relação entre o número de plantas quebradas na linha útil da parcela, e o número total de plantas na mesma linha). Piracicaba-SP e Londrina-PR. 1977.

FV	GL	QM	F
Bloco médio	4	59,362	
Tratamento (T)	15	550,785	27,528**
Variedades (V)	3	550,83	27,530**
Compostos (C)	4	431,77	21,580**
Híbridos (H)	6	726,15	36,293**
Grupos (G)	2	262,66	13,128**
Locais (L)	1	1.195,712	559,562**
T x L	15	66,64	3,33**
V x L	3	64,016	3,20*
C x L	4	49,677	2,483
H x L	6	63,718	3,185**
G x L	2	113,30	5,663**
Erro médio	60	20,008	
Total	95		

CV = 16,34%

\bar{X} = 27,37%

Tabela 29. Valores de tabela para F, segundo PIMENTEL GOMES ,
(1963).

GL Resíduo	GL Tratamento	Valor de F > 1		Valor de F < 1	
		1%	5%	1%	5%
30	15	2,70	2,01	0,271	0,379
60	1	7,08	4,00	0,000040	0,0010
60	2	4,98	3,15	0,0050	0,253
60	3	4,13	2,76	0,024	0,071
60	4	3,65	2,53	0,051	0,120
60	6	3,12	2,25	0,110	0,202
60	15	2,35	1,84	0,287	0,397

Tabela 30. Valores de tabela para t, segundo PIMENTEL GOMES ,
(1963).

GL	resíduo	5%	1%
	15	2,13	2,95
	30	2,04	2,75