AVALIAÇÃO DE CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE MILHO (*Zea mays* L.) UTILIZANDO O ESQUEMA DIALÉLICO PARCIAL INCOMPLETO

ALTAIR TOLEDO MACHADO

Orientador: Prof. Dr. ERNESTO PATERNIANI

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1986

Aos que procuram amenizar o sofrimento
humano através da pesquisa científica

DEDICO

A minha esposa,
Magali C.M.S. Toledo Machado,
pelo constante incentivo

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Professor Doutor Ernesto Paterniani, pela orientação e estímulo durante o desenvolvimento deste trabalho;

- Professor Doutor Roland Vencovsky, pelas sugestões apresentadas no que se refere às análises biométricas;

- Professor Doutor Cássio R.M. Godói, pela elaboração de um programa de análise estatística de dados;

- Professora Maria Lúcia Setina pelo auxílio na realização de parte das análises;

- Ao colega Maurício B. Pereira, pelo constante estímulo e auxílio prestado durante os cursos de Graduação e Pós-Graduação;

- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de estudos concedida;

- Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ/USP, pela formação recebida;

- Aos colegas de curso e funcionários do Departamento de Genética, pela colaboração e amizade.

Í N D I C E

	<u>página</u>
RESUMO	vii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Cruzamentos intervarietais	6
2.2. Cruzamentos dialélicos	11
2.3. Dialélico parcial	15
2.4. Dialélico incompleto	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. Materiais	22
3.2. Métodos	30
3.2.1. Cruzamentos dialélicos	30
3.2.2. Avaliações dos híbridos intervarie- tais	30
3.2.3. Coleta dos dados experimentais	31
3.2.4. Análise estatística preliminar	32
3.2.5. Tabelas dialélicas	36
3.2.6. Análise das tabelas e estimativas de parâmetros	38

3.2.7. Obtenção da soma de quadrados e análise de variância	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1. Análise geral dos dados	46
4.1.1. Produção de grãos	46
4.1.2. Altura de planta e de espiga	50
4.2. Análise da capacidade combinatória	52
5. CONCLUSÕES	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
TABELAS	87
APÊNDICE	111

AVALIAÇÃO DE CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE
MILHO (*Zea mays* L.) UTILIZANDO O ESQUEMA
DIALÉLICO PARCIAL INCOMPLETO

AUTOR: ALTAIR TOLEDO MACHADO

ORIENTADOR: DR. ERNESTO PATERNIANI

RESUMO

Vinte e quatro variedades de milho, doze grãos do tipo dentado e doze do tipo duro, foram inter cruzados em um esquema dialélico parcial incompleto e avaliados para produção de grãos, altura de planta e de espiga, em dois locais (Piracicaba e Araçatuba) no ano agrícola de 1983/84, por meio de dois lâtices, um retangular simples duplicado 6 x 7 para os materiais de porte baixo e o outro um quadrado quádruplo 9 x 9 para os materiais de porte normal. Para os caracteres altura de planta e de espiga foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso.

As populações que participaram do inter cruzamento foram: Piranão VD-2, CMS 22, CMS 06, CMS 28, IAC Mayanão e CMS 15, dentro do grupo dos dentados com porte baixo; ESALQ

VD-2, IAC Maya, CMS 26, Centralmex, Asteca e Platina, dentro do grupo dentado com porte normal; Piranão VF-1, CMS 05, CMS 29, CMS 03, CMS 07, CMS 11 e Suwan, dentro do grupo dos duros com porte baixo, e IAC I, Cateto, UNICAMP P.G., CMS 16 e ESALQ VF-1, dentro do grupo dos duros com porte normal.

As análises das tabelas dialélicas parciais incompletas, para o caráter produção de grãos, altura de planta e de espiga, bem como as estimativas de parâmetros para capacidade geral e específica de combinação, foram feitas de acordo com o método dos quadrados mínimos, adaptado por VENCOVSKY (1985).

O cruzamento entre as variedades CMS 06 e Cateto foi o que apresentou maior capacidade específica de combinação para produção de grãos. As populações Asteca, IAC Maya e Centralmex, dentro do grupo dos dentados, e IAC I, CMS 03 e CMS 11, dentro do grupo dos duros, se destacaram por apresentarem as maiores capacidade gerais de combinação para o caráter produção de grãos.

As populações CMS 28 e CMS 05, apresentaram as menores capacidades gerais de combinação para altura de planta e de espiga, entre os materiais de grãos dentados e duros, respectivamente, e a combinação híbrida IAC Mayanão x Piranão VF-1 teve a menor capacidade específica de combinação

para os mesmos caracteres.

Foi detectada divergência genética dentro das va
riedades dos dois grupos (dentes e duros), sendo mais pronun-
ciada no grupo dos dentados. Essas divergências podem ser ex
plicadas pelas diferentes introduções de germoplasma exótico,
em cada grupo, associado com efeitos de seleção e tamanho efe-
tivo.

EVALUATION OF INTERVARIETAL CROSSES OF MAIZE
(*Zea mays* L.) UTILIZING THE INCOMPLETE
PARTIAL DIALLEL SCHEME

Author: ALTAIR TOLETO MACHADO

Adviser: Prof. Dr. ERNESTO PATERNIANI

SUMMARY

Twenty four maize varieties, twelve being dent type and twelve flint type, were intercrossed in a incomplete partial diallel scheme and evaluated for grain yield and plant and ear height, in two locations (Piracicaba and Araçatuba) during the 1983/84 agricultural season. Two lattices were used, one being 6x7 rectangular single lattice for the short stature materials and the other 9x9 quadruple square for normal stature materials. For plant and ear height the statistical analysis was made as randomized block experimental design.

The studied populations used in the intercrossing were: Piranão VD-2, CMS 22, CMS 06, CMS 28, IAC Mayanão and CMS 15, all of them belonging to the dent and

short stature group. Belonging to the dent and tall stature group we have: ESALQ VD-2, IAC Maya, CMS 26, Centralmex, Asteca and Platina. As flint type and short stature group we point out Piranão VF-1, CMS 05, CMS 29, CMS 03, CMS 07, CMS 11 and Suwan. Finally, within the flint type and tall stature group there are: IAC I, Cateto, UNICAMP P.G., CMS 16 and ESALQ VF-1.

The analysis of the semi incomplet diallel tables concerning to the grain production, plant height and ear height caracteres, as well the estimations of parameters for general and specific combining ability were made up according to the least square method adapted by VENCOSKY (1985).

The crosses between the varieties CMS 06 and Cateto was the one which showed the highest specific combining ability for grain production. The populations Asteca, IAC Maya and Centralmex, within the dent group, and IAC 1, CMS 03 and CMS 11, within the flint group, showed the highest general combining ability, also, for grain production.

The populations CMS 28 and CMS 05 showed the poorest general combining ability for plant height and ear height, among the dent and flint materials, respectively, and, the hybrid IAC Mayanão x Piranão VF-1 showed the poorest specific combining ability for the same caracteres.

It was detected genetic diversity within the varieties from the two groups (dent and flint), although this diversity was more intense in the dent group. A possible explanation to this fact would be due to the introgression of exotic germoplasm, associated to the effects of selection and population size.

1. INTRODUÇÃO

A questão da fome tem atingido níveis alarmantes nos dias atuais, principalmente nos países subdesenvolvidos, e vários fatores estão intrinsicamente relacionados com este problema, como o aumento demográfico, o problema da terra improdutiva e ociosa, a política agrícola, entre outros . A demanda sempre crescente de alimentos tem levado técnicos da área agrícola a procurar os mais diversos meios visando aumentar a produção de alimentos no mundo.

O milho, por ser um cereal que apresenta altos níveis de produtividade e por ter uma ampla utilização, destacando-se a alimentação humana e animal, vem se apresentando, ao longo dos tempos, como uma das espécies vegetais mais utilizadas em pesquisa genética, tanto no sentido básico como no aplicado. Assim, inúmeros aspectos da cultura do milho têm sido considerados, com ênfase no aumento constante

do nível de produção por unidade de área.

Após constatar a existência do vigor de híbrido em milho, os geneticistas têm procurado utilizá-lo, sendo seu emprego considerado um dos maiores progressos alcançados neste século na área de genética aplicada. Portanto, programas de obtenção de milhos híbridos têm sido implantados em diversos países, inclusive no Brasil, sendo o objetivo primário desses programas o desenvolvimento de linhagens endogâmicas que apresentem excelentes caracteres agronômicos e boa capacidade de combinação. Para se conseguir esse objetivo, há a necessidade de se trabalhar com variedades que apresentem genótipos superiores, com alta quantidade de variância genética aditiva, e de alta capacidade de combinação, sem desconsiderar a importância da variância de dominância em programas de milhos híbridos. Contudo, o que está ocorrendo é que cada vez fica mais difícil o isolamento de genótipos que apresentem comportamento superior, em relação aos atualmente disponíveis.

Outro ponto que deve-se considerar é que grande parte dos trabalhos de melhoramento de milho no Brasil foram conduzidos com plantas de porte alto. Ultimamente, tem-se verificado a importância de se conseguir materiais de porte mais baixo, especialmente visando obter maior resistência ao acamamento e plantas mais eficientes (PATERNIANI, 1975, MIRANDA FILHO, 1974, etc.). Neste sentido, considera-se de

sejável efetuar uma avaliação de materiais de diferentes portes em cruzamento.

Várias instituições do país dispõem hoje, de materiais de porte baixo, tanto de base genética, devido ao gene braquítico, como de base genética poligênica. Várias introduções do CIMMYT também se destacam por apresentarem plantas de porte baixo de base poligênica. Muito embora tais materiais já tenham sido incluídos em ensaios, não se dispõem de informações sobre as suas capacidades de combinação. Apesar disso, considera-se que tais materiais poderão servir de base para o início de um programa de milho híbrido, com boas oportunidades de obtenção de linhagens. Simultaneamente, esses materiais poderão ser explorados comercialmente pelo uso de cruzamentos intervarietais. Deverão ser obtidas, ainda, informações para o melhoramento interpoblacional e, eventualmente, intrapoblacional.

Ultimamente, cruzamentos dialélicos estão sendo bastante utilizados no melhoramento de plantas para a avaliação do potencial heterótico, da capacidade de combinação e para estudos básicos sobre a estrutura genética das populações. Existem várias metodologias para a análise e interpretação dos dados dos cruzamentos dialélicos, destacando-se as de GRIFFING (1956a e b), GARDNER e EBERHART (1966) e HAYMAN (1954a e b). Tais metodologias referem-se ao esquema de dialélico completo, nas quais todos os cruzamentos possíveis

são realizados para um grupo de materiais.

A utilização dos cruzamentos dialélicos completos implica em avaliar um grande número de tratamentos, pois dentro de um grupo de materiais são realizadas todas as combinações possíveis. Entretanto, nem sempre há interesse na avaliação de todos os cruzamentos entre um grupo de materiais, especialmente do ponto de vista aplicado. No milho isso é frequente, por exemplo, quando se tem um grupo de materiais do tipo dente e um grupo de materiais do tipo duro. Considerando o objetivo de se obter híbridos semi-dentados, há interesse nos cruzamentos possíveis entre os dois grupos, mas não dentro de cada grupo, o que reduz o número de cruzamentos e, portanto, o número de tratamentos a serem avaliados experimentalmente. Tal esquema é denominado "dialélico parcial" (VENCOVSKY, 1978), e tem sido muito utilizado (LI-MA, 1982; MIRANDA Fº e GERALDI, 1980 e PATERNIANI, 1977, entre outros).

Na prática, porém, o número de combinações híbridas desejado nem sempre é obtido, por algum motivo imprevisto, especialmente quando se utilizam inúmeros materiais com vários níveis de divergências quanto à adaptação, ciclo de floração, etc., ficando o sistema dialélico desbalanceado, podendo ser denominado de "dialélico incompleto". Neste caso, as análises podem ser feitas utilizando-se o método dos quadrados mínimos ou variações desse método proposto por

KEULS e GARRETSEN (1977) e GARRETSEN e KEULS (1978) , entre outros.

No presente trabalho, foram avaliadas as capacidades combinatórias de vinte e quatro populações de milho, doze de grãos dentados e doze de grãos duros, em cruzamentos dialélicos parciais incompletos, utilizando-se o método dos quadrados mínimos. Foram analisados os dados referentes à produção de grãos, altura da planta e da espiga em ensaios conduzidos em dois locais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS

A hibridação intervarietal tem um papel importante no melhoramento de milho. Evolucionariamente podemos destacar que muitas das variedades de milho estabelecidas atualmente, foram sintetizadas a partir de cruzamentos intervarietais. A existência do vigor do híbrido e a possibilidade de se estudar a estrutura das populações, fizeram com que diversos melhoristas e geneticistas de milho se interessassem pelos cruzamentos intervarietais. As primeiras informações sobre experimentos controlados de cruzamentos intervarietais foram relatadas por BEAL (1877), onde os híbridos testados foram de 10% a 50% superiores às variedades parentais para o caráter produção de grãos e em função desses resultados, ele indicou a possibilidade de se incrementar a

produtividade pela utilização de híbridos intervarietais. O trabalho realizado por DARWIN (1877) teve influência marcante sobre o interesse de Beal por cruzamentos intervarietais.

Após o trabalho de BEAL (1877), diversos melhoristas têm destacado a importância da avaliação de variedades em cruzamentos. GRIFFE (1922) apresentou uma ampla revisão de cruzamentos intervarietais a partir de dados obtidos por diversos autores no período de 1892 a 1919. RICHEY (1922) mostrou resultados de 244 cruzamentos avaliados no início deste século, em que 82,4% destes cruzamentos excederam a produção de seus parentais.

Com os estudos de SHULL (1909) e EAST (1909), citados por SPRAGUE (1955), sobre o efeito da heterose em cruzamentos de linhas homozigóticas, e por JONES (1918) sobre a aplicabilidade e utilidade de híbridos duplos em produção comercial de grãos, os programas de melhoramento passaram a enfatizar a obtenção de linhagens endogâmicas e desenvolvimento de híbridos. O advento do milho híbrido duplo fez com que os estudos sobre seleção intervarietal e os cruzamentos intervarietais, que até então estavam recebendo grande atenção, fossem parcialmente interrompidos (BARRIGA e VENCOVSKY, 1973).

Na década de 40, observou-se que os programas de melhoramento visando à obtenção de híbrido duplo, já não tinham grandes progressos. A autofecundação contínua, prati

cada no milho, é um método de relativa ineficiência no sentido de aproveitar grande parte da variabilidade genética existente, uma vez que conduz à fixação gênica totalmente ao acaso (PATERNIANI, 1965). Por outro lado, com o aparecimento dos trabalhos de Fisher, Haldane e Wright por volta de 1920-25, que apresentam os fundamentos teóricos da genética quantitativa, diversos pesquisadores na década de 40, passaram a trabalhar com os estudos quantitativos o que possibilitou a melhor compreensão da natureza da variação genotípica de um caráter, conforme o tipo de ação e interação gênica, suas relações com os esquemas de melhoramento e a influência do ambiente e da interação do genótipo com o ambiente sobre a expressão e variabilidade de um caráter (VENCOVSKY, 1969a).

A partir de então, devido ao insucesso que os melhoristas vinham tendo na obtenção contínua de linhagens endogâmicas superiores, e com os conhecimentos adquiridos a partir dos estudos de genética quantitativa, inúmeros trabalhos relacionados com hibridação intravarietal e melhoramentos intrapopulacional foram relatados a partir de 1939, com ênfase na existência de diversidade genética entre as variedades que participam de combinações híbridas, para que a heterose seja explorada ao máximo (WU, 1939; HAYES e JOHNSON, 1939; ECKHARDT e BRYAN, 1940; COWAN, 1943 e KRUG et alii, 1943).

MOLL et alii (1962) trabalharam com cruzamentos intervarietais envolvendo variedades dos Estados Unidos

e de Porto Rico, e detectaram heterose de 21% a 39% entre os cruzamentos envolvendo variedades de regiões diferentes e de 9% a 22% quando os cruzamentos foram realizados utilizando -se variedades do mesmo local, evidenciando, assim, que variedades de uma mesma região estão mais relacionadas e são geneticamente mais semelhantes do que variedades que evoluiram em ambientes diferentes. MOLL **et alii** (1965) apresentam uma boa discussão sobre a relação da heterose e divergência genética em milho.

A existência de diversidade genética para determinados caracteres morfológicos e fisiológicos nem sempre tem relação com os genes que controlam a produção de grãos. Isso foi constatado pelo trabalho realizado por LONNQUIST e GARDNER (1961), que ao estudarem doze variedades do cinturão de milho americano, diferenciadas por uma série de caracteriísticas genotípicas, nem sempre encontraram uma heterose apreciável nos seus cruzamentos, e com isso destacaram a importancia do uso de cruzamentos intervarietais no sentido de identificar variedades que possuíssem boa capacidade combinatória e preservá-las para futuros trabalhos de melhoramento.

Outro aspecto a respeito da diversidade genética bastante discutido entre os melhoristas, é que populações com diferentes tipos de endosperma apresentam os melhores resultados a nível de cruzamentos intervarietais, e de fato, cruzamentos de populações divergentes, do tipo duro x

dente, apresentam um elevado nível de heterose. Entretanto, estudos realizados por PATERNIANI e LONNQUIST (1963), com dados de doze raças de milho de origens diversas e seus F'_1 s, mostraram que em populações com o mesmo tipo de endosperma, também é possível encontrar diversidade suficiente e obter heteroses semelhantes aos tipos contrastantes.

Além dos aspectos da diversidade genética, vários autores têm destacado a importância de se realizar melhoramento intrapopulacional, procurando obter cruzamentos intervarietais superiores, pois, segundo esses autores, a produtividade dos cruzamentos é correlacionada com a produtividade das variedades paternas (GARDNER, 1963; ROBINSON e MOLL *et alii*, 1965; CASTRO *et alii*, 1968; PATERNIANI, 1969; PATERNIANI e MIRANDA F?, 1978, entre outros).

Dentro dos aspectos evolucionários, vale ressaltar que muitas das variedades existentes atualmente, surgiram a partir de cruzamentos intervarietais. WELLHAUSEN *et alii* (1957) apontaram que a hibridação intervarietal foi um dos fatores mais importantes na diversidade existente entre os tipos de milho encontrados no México e na América Central. Como exemplo, temos que, de trinta raças classificadas na Guatemala, cinco raças: San Marceño, Comiteco, Dzi-Bacal, Tepecintle e Tuxpeño e duas sub-raças: Negro de Tierra Fria e Negro da Tierra Caliente são classificadas como raças híbridas. Atualmente, diversos autores têm mostrado a importância de

se trabalhar com gerações avançadas obtidas a partir de cruzamentos intervarietais, podendo ser muito útil em programas de melhoramento, exatamente por possuírem maior variabilidade genética do que as populações individuais (GENTER e EBERHART, 1974; MOLL *et alii*, 1978; PATERNIANI, 1980 e PINTO, 1982).

HALLAUER e MIRANDA F^o (1981) apresentaram uma ampla revisão sobre heterose em cruzamentos intervarietais, abrangendo o período de 1893 a 1978, a partir dos resultados de 1394 cruzamentos, envolvendo 611 variedades e observaram uma heterose média de 19,5% em relação à média de pais e de 8,2% em relação ao pai mais produtivo.

Após um século de investigações acerca de cruzamentos intervarietais, os resultados obtidos mostram a grande importância que eles assumem, tanto a nível de exploração comercial como a nível de estudos teóricos, onde se procura conhecer a estrutura das populações e o grau de divergência genética entre elas e indicar, preliminarmente, materiais que podem ser utilizados em programas de melhoramento que visam à obtenção de linhagens endogâmicas.

2.2. CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Os cruzamentos dialélicos têm sido largamente utilizados pelos geneticistas e melhoristas, com o intuito de verificar o potencial de variedades, populações e linha

gens em combinações híbridas. O princípio desse esquema é realizar todos os cruzamentos possíveis entre um grupo de linhagens, populações ou variedades, onde os dados são organizados em tabelas dialélicas. Um dos primeiros autores a discutir o conceito de cruzamentos dialélicos foi SCHIMIDT(1919), segundo FEDERER (1967), com um trabalho intitulado "Método dos cruzamentos dialélicos" e considerou o **test crossing** (cruzamento de um dado número de linhagens com testadores) como uma forma de cruzamentos dialélicos.

SPRAGUE e TATUM (1942) definiram capacidade geral de combinação (c.g.c.) e capacidade específica de combinação (c.e.c.) e, de acordo com esses autores, a c.g.c. expressa o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas; e a c.e.c. expressa o comportamento de combinações híbridas específicas, independente do que se poderia esperar com base na c.g.c. das linhagens envolvidas. Após a definição dos conceitos de c.g.c. e c.e.c., o método dos cruzamentos dialélicos passou a ser amplamente estudado e aplicado. Em 1954, Hayman introduziu um método de cruzamentos dialélicos que permite detectar a variância genética aditiva e desvios da dominância, e para sua aplicação ele estabeleceu algumas restrições: segregação diplóica, ausência de diferenças nos cruzamentos recíprocos, ação independente de genes não alélicos, ausência de alelismo múltiplo, pais homozigóticos e distribuição independente dos genes paternos. Com isso, sua utilização ficou praticamente restrita a plantas autógamas.

Um exame detalhado do conceito de capacidade de combinação, em relação aos sistemas de cruzamentos dialélicos, foi apresentado por GRIFFING (1956a e b), no qual é possível estimar os parâmetros de capacidade geral e específica de combinação. O mesmo autor desenvolveu uma metodologia que pode ser adaptada a diferentes situações. Assim, como base para classificação, são possíveis quatro métodos experimentais:

1. com p linhagens paternas, um grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos (todas as p^2 combinações);
2. com as linhagens paternas e um grupo de híbridos F_1 , faltando seus recíprocos [$p(p+1)/2$ combinações];
3. com os híbridos F_1 e seus recíprocos, faltando as linhagens paternas [$p(p-1)$ combinações];
4. inclui-se apenas um grupo de híbridos F_1 , faltando tanto seus recíprocos, como as linhagens paternas [$p(p-1)/2$ combinações].

Na literatura são encontrados inúmeros trabalhos referentes a cruzamentos dialélicos. FEDERER (1967) , VENCovsky (1970), MIRANDA Fº (1974) fizeram uma ampla abordagem sobre o assunto, no qual pode-se observar que os trabalhos mencionados até os meados da década de 60 , envolveram principalmente cruzamentos de linhagens homozigóticas. Porém, GARDNER (1965), GARDNER e EBERHART (1966) e EBERHART e GARDNER (1966) já haviam se preocupado em apresentar uma me

todologia de análise de cruzamentos dialélicos aplicado às variedades de polinização livre.

A metodologia apresentada por esses autores permite obter informações a respeito do potencial genético das variedades e de seus respectivos cruzamentos. O modelo apresentado se baseia nos componentes aditivos (a_j) e de dominância (d_j), do efeito de variedades (v_j), como componente heterótico (h_{jj}), que aparece nos cruzamentos, e que pode ser desdobrado em heterose média ($\bar{h}$), heterose de variedades (h_j) e heterose específica (s_{jj}).

GARDNER (1967), segundo o modelo apresentado anteriormente, forneceu expressões para estimar os parâmetros genéticos e para obter as somas de quadrados da análise de variância.

VENCOVSKY (1969b) forneceu alguns dados adicionais na análise proposta por GARDNER e EBERHART (1966) determinando as variâncias das estimativas dos parâmetros genéticos do modelo, bem como as expressões para a estimação de médias de populações e as variâncias destas últimas.

Na literatura são encontrados vários trabalhos que utilizaram o modelo de GARDNER E EBERHART (1966) para analisar cruzamentos intervarietais de milho, e em alguns desses trabalhos, observou-se que para o caráter produção de grãos foi detectado significância dos efeitos de variedades (v_j),

heterose média ($\bar{h}$) e heterose de variedades (h_j) (HALLAUER e EBERHART, 1966; VENCovsky, 1970; BARRIGA e VENCovsky, 1973 ; MIRANDA Fº, 1974 e SOUZA Jr. 1981). Os trabalhos de HALLAUER e SEARS (1968), TROYER e HALLAUER (1972) e HALLAUER (1972) chegaram a resultados semelhantes aos apresentados pelos autores anteriores, com exceção de terem também detectado significância para heterose específica (s_{jj}).

Na prática, o esquema de cruzamentos dialéli-
cos é limitado (para o) estudo de um pequeno número de mate-
riais. Com o aumento do número de populações parentais, o
número de combinações cresce demasiadamente, tornando difí-
cil a condução experimental e para isso então, uma alternatiu
va é a utilização de cruzamentos dialélicos parciais, em que
somente uma amostra de todos os cruzamentos possíveis é estu
dada. As análises são menos precisas do que no dialélico comu
pleto, mas um grande número de cruzamentos pode ser estudado.

2.3. DIALELICO PARCIAL

O esquema de dialélico parcial é uma alternau
tiva quando se deseja avaliar os cruzamentos de um número e
levado de variedades, pois apenas parte de todos os cruzamenu
tos possíveis são requeridos para a análise. Sua precisão é
menor quando comparada com o dialélico completo, por não ser
totalmente balanceado. Entretanto, KEMPTHORNE e CURNOW (1961)

e CURNOW (1963) enumeraram uma série de vantagens associadas aos cruzamentos dialélicos parciais, que são: (1) um grande número de genótipos podem ser avaliados para capacidade geral de combinação. A perda em precisão é compensada por um grande ganho genético, obtida através de uma intensa seleção que pode ser aplicada nos genótipos; (2) a seleção pode ser aplicada em um grande número de genótipos, avaliados em parte de todos os cruzamentos possíveis; (3) a variância devido à capacidade geral de combinação das populações, das quais são amostradas, pode ser estimada mais corretamente.

A elaboração do método dos cruzamentos dialélicos parciais teve início com um trabalho não publicado, realizado por Brown (1948), segundo KEMPTHORNE (1957). Este trabalho inspirou KEMPTHORNE e CURNOW (1961) a desenvolverem um método completo a respeito de dialélicos parciais, baseado em $ns/2$ cruzamentos, onde n é o número de linhas progenitoras e s é um número inteiro igual ou maior do que 2, sendo que n e s não podem ser ímpares nem pares simultaneamente. As n linhas progenitoras são numeradas de 1 até n e são realizados os seguintes cruzamentos:

linha 1 x linha $k + 1, k + 2, \dots, k + s$

linha 2 x linha $k + 2, k + 3, \dots, k + 1 + s$

...

linha i x linha $k + i, k + i + j, \dots, k + i - 1 + s$

...

X — o linha n x linha $k + n, k + n + 1, \dots, k + n - 1 + s$

onde $k = (n + 1 - s)/2$ é um número inteiro e todos os números acima de n são reduzidos por múltiplos de n , de modo que fiquem entre 1 e n . Cada linha ocorre em s cruzamentos e o total de números dos cruzamentos amostrados é $ns/2$. Esse tipo de delineamento é denominado de circulante e tem sido utilizado na prática por diversos autores (BRAY, 1971; DHILLON, 1978; DHILLON e SINGH, 1978a; DHILLON e SINGH, 1981 e SINGH *et alii*, 1984, entre outros).

FYFE e GILBERT (1963) apresentaram dois tipos de delineamento para dialélicos parciais, os triangulares e os fatoriais, onde o primeiro é para $p = n(n - 1)/2$ progenitores, sendo n um número inteiro. Os progenitores se agrupam em um triângulo dentro de um quadrado $(n - 1)(n - 1)$. Por exemplo, se $n = 6$, os 15 progenitores se dispõem da seguinte forma:

65	64	63	62	61
	54	53	52	51
		43	42	41
			32	31
				21

O esquema fatorial é utilizado para $p = m \times n$ progenitores, com m e n inteiros. Os progenitores se apresentam dentro de um retângulo $m \times n$, e assim, se $m = 3$ e $n = 3$ os nove progenitores se apresentam da seguinte forma:

11	12	13
21	22	23
31	32	33

Uma boa discussão a respeito da aplicabilidade dos métodos apresentados por FYFE e GILBERT são relatados pelos trabalhos de ANAND e RANA (1970), DHILLON e SINGH (1978b), DHILLON e SINGH (1979) e SINGH *et alii* (1984), entre outros.

Com o intuito de suprir algumas falhas encontradas no esquema circulante de KEMPTHORNE e CURNOW (1961), FEDERER (1967) desenvolveu um método circulante que diferiu do anterior principalmente no que se refere ao número de parentais utilizados no cruzamento, que é limitado no primeiro esquema.

Esses métodos são bem discutidos por DHILLON (1975), que fez uma ampla revisão sobre os cruzamentos dialélicos parciais e apontou as vantagens estatísticas, genéticas e econômicas desse delineamento. SINGH *et alii* (1984) fizeram um estudo para avaliar a eficiência dos métodos dialélicos parciais, apresentados por KEMPTHORNE e CURNOW (1961), FEDERER (1967) e FYFE e GILBERT (1963), e concluíram que o esquema apresentado por KEMPTHORNE e CURNOW (1961) é de qualidade inferior em relação aos outros dois métodos, e o esquema de FYFE e GILBERT (1963) é o que apresenta os melhores resultados, embora o esquema apresentado por FEDERER (1967) seja mais flexível quanto ao número de pais utilizados nos cru

zamentos.

Com a crescente preocupação em se trabalhar com variedades de polinização livre, VENCOVSKY (1978) definiu os dialélicos parciais como sendo os cruzamentos de dois grupos distintos de variedades parentais em todas as combinações entre esses dois grupos, como por exemplo, entre materiais de grãos dentados e duros. MIRANDA FILHO e GERALDI (1980) propuseram uma adaptação do modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966) no que se refere aos cruzamentos dialélicos parciais que foi utilizada na prática por LIMA (1982).

Devido às facilidades e vantagens dos esquemas dialélicos parciais, eles estão sendo utilizados em escala crescente pelos programas de melhoramento genético que visam conhecer melhor a estrutura das populações, o grau de divergência genética entre elas e suas capacidades combinatórias.

2.4. DIALÉLICO INCOMPLETO

Um problema que pode existir nos esquemas dialélicos, é quando o número de combinações híbridas desejadas não são obtidas por algum motivo imprevisto, como insuficiência de sementes, perda de parcelas, épocas diferentes de florescimento, etc., ficando o sistema dialélico desbalanceado. O cálculo dos efeitos médios é complicado, mas pode ser anali-

sado (BOHREN **et alii**, 1965; GILBERT, 1967). GILBERT (1967) sugere a utilização do método dos quadrados mínimos para o cálculo dos parâmetros genéticos. GARRETSEN e KEULS (1973) desenvolveram um método baseado nos quadrados mínimos para análise de dialélicos incompletos, em que as linhagens parentais não eram incluídas. ENGLAND (1974) desenvolveu um método semelhante com a inclusão das linhagens parentais.

SCHAFFER e USANIS (1969), MILLIKEN **et alii** (1970), SNYDER (1975), entre outros, desenvolveram fórmulas baseadas no método dos quadrados mínimos para estimar a capacidade de combinação e que podem ser utilizadas em programas de computação.

KEULS e GARRETSEN (1977) e GARRETSEN e KEULS (1978) apresentaram fórmulas que podem ser usadas em todos os tipos de cruzamentos dialélicos, completo e incompleto, balanceado e desbalanceado. A metodologia apresentada por esses autores é semelhante àquela proposta por GRIFFING (1956b), que utiliza um sistema de equações normais obtidas pelo método dos quadrados mínimos e que podem ser utilizadas em modelos aleatórios (KEULS e GARRETSEN, 1977) ou fixos (GARRETSEN e KEULS, 1978).

Na prática, são poucos os trabalhos relatados na literatura que utilizam esquema dialélico incompleto e destacamos os de CARVALHO **et alii** (1979) e FERRÃO **et alii** (1985). O primeiro utilizou o método de GARDNER e EBERHART

(1966) para avaliar o potencial genético de várias populações de milho e seus cruzamentos em um esquema dialélico. A análise de variância das tabelas incompletas e as estimativas dos parâmetros foram obtidas pelo método dos quadrados mínimos. No segundo, FERRÃO *et alii* (1985), avaliaram 24 híbridos simples, provenientes de cruzamentos dialélicos incompletos entre oito linhagens homozigóticas de milho. Na análise do dialélico desbalanceado, foi utilizada a metodologia de KEULS e GARRETSEN (1977).

No presente trabalho foi utilizado um método proposto por VENCovsky (comunicação pessoal, 1985) que também é baseado no método dos quadrados mínimos. As análises foram realizadas em computador a partir de um programa feito por GODOI (1985) para modelos lineares multivariados e adaptados para cruzamentos dialélicos parciais incompletos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

Foram utilizadas 24 populações de milho de polinização livre, obtidas de várias instituições de pesquisas, abaixo relacionadas. Nesse estudo, essas populações serão denominadas VARIEDADES e no decorrer da apresentação do trabalho, serão utilizados os números de ordem, como referência para cada variedade. O conjunto foi dividido em dois grupos (Grupo 1: variedades de grãos dentados; Grupo 2: variedades de grãos duros), e quatro sub-grupos (sub-grupo 1.1: variedades de grãos dentados e porte normal; sub-grupo 1.2: variedades de grãos dentados e porte baixo; sub-grupo 2.1: variedades de grãos duros e porte normal e sub-grupo 2.2: variedades de grãos duros e porte baixo).

	Variedades	Identificação	Instituição de origem
GRUPO 1	V ₁	Piranão VD-2	ESALQ/USP ^{1/}
	V ₂	CMS 22	CNPMS ^{2/}
	V ₃	CMS 06	CNPMS ^{2/}
	V ₄	ESALQ VD-2	ESALQ/USP ^{1/}
	V ₅	IAC-Maya	IAC ^{3/}
	V ₆	CMS 26	CNPMS ^{2/}
	V ₇	CMS 28	CNPMS ^{2/}
	V ₈	Centralmex	ESALQ/USP ^{1/}
	V ₉	Asteca prolífico	IAPAR ^{4/}
	V ₁₀	IAC-Mayanão	IAC ^{3/}
	V ₁₁	Platina	IAPAR ^{4/}
	V ₁₂	CMS 15	CNPMS ^{2/}
GRUPO 2	V ₁₃	Piranão VF-1	ESALQ/USP ^{1/}
	V ₁₄	CMS 05	CNPMS ^{2/}
	V ₁₅	CMS 29	CNPMS ^{2/}
	V ₁₆	CMS 03	CNPMS ^{2/}
	V ₁₇	CMS 07	CNPMS ^{2/}
	V ₁₈	IAC-I XVIII	IAC ^{3/}
	V ₁₉	Cateto prolífico	IAPAR ^{4/}
	V ₂₀	UNICAMP Panícula Grande	UNICAMP ^{5/}
	V ₂₁	CMS 16	CNPMS ^{2/}
	V ₂₂	CMS 11	CNPMS ^{2/}
	V ₂₃	Suwan DMR	ESALQ/USP ^{1/}
	V ₂₄	ESALQ VF-1	ESALQ/USP ^{1/}

^{1/} ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - SP

^{2/} CNPMS - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - Sete Lagoas - MG.

^{3/} IAC - Instituto Agrogômico de Campinas - Campinas - SP

^{4/} IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná - Londrina - PR

^{5/} UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas - Campinas - SP

Sub. grupos	1.1	1.2	2.1	2.2
	V ₄	V ₁	V ₁₈	V ₁₃
	V ₅	V ₂	V ₁₉	V ₁₄
	V ₆	V ₃	V ₂₀	V ₁₅
	V ₈	V ₇	V ₂₁	V ₁₆
	V ₉	V ₁₀	V ₂₄	V ₁₇
	V ₁₁	V ₁₂		V ₂₂
				V ₂₃

Uma breve descrição das variedades anteriormente mencionadas é feita a seguir:

- . V₁ - Piranão VD-2: população obtida a partir da combinação, em 1965, de populações provenientes do CIMMYT representando germoplasmas de grãos dentados e amarelos, com predomínio da raça Tuxpeño, e que representa a versão braquítica do ESALQ VD-2, com a introdução do Tuxpeño braquítico (br₂ br₂). As plantas são de porte baixo (PATERNIANI et alii, 1977).
- . V₂ - CMS 22 ou Amarillo del Bajío: população de grãos dentado

dos, amarelo, e de porte baixo (poligênico), sendo formado por linhagens da Universidade de Purdue, US 13, híbridos da Pfizer 347, 381, 383, 409 e 418, Hixant, CBC Nebraska, Iowa stiff stalk, Tuxpeño, flints cubanos, composto Porto Rico e coleção da República Dominicana (CIMMYT, 1981).

- . V₃ - CM 06 ou Composto planta baixa dentado: material obtido no Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG, a partir de três cultivares brasileiros (Maya, Centralmex e Dentado Composto) e uma introdução exótica (Tuxpeño 1). Apresenta endosperma dente e de cor amarela: porte baixo (poligênico). (NASPOLINI, et alii, 1981).
- . V₄ - ESALQ VD-2; obtida a partir de diversas populações de milho provenientes do CIMMYT e representando germoplasmas de grãos dentados brancos e amarelos, predominando a raça Tuxpeño. Essa variedade apresenta plantas altas, grãos dentados e amarelos (PATERNIANI et alii, 1977).
- . V₅ - IAC-Maya: variedade de grãos dentados e amarelos, porte alto e foi obtida pela combinação das seguintes linhagens e variedades: 14 linhagens originárias do milho Asteca; Ip 701-1, linhagem obtida por auto fecundação da variedade Tuxpan, originária do Texas, selecionada do cruzamento de Tuxpeño branco com Creole Yellow; Tx 303, linhagem comercial tardia do Texas, obtida da variedade Yellow

surecropper; PD (MS) 6, linhagem obtida da variedade Pozo Dulce; Llera III branca; Vera Cruz 226 e 227, variedade de Tuxpeño branco. (SAWAZAKI, 1980).

V₆ - CMS 26 ou BR126: apresenta grãos dentados amarelos , de porte baixo, obtido na ESALQ/USP, e é semelhante ao ESALQ VD-2.

V₇ - CMS 28 ou Tuxpeño Amarelo: população de grãos dentados , amarelos, de ciclo semi-precoce e de porte baixo (poligênicos), é formado por materiais de germoplasma Tuxpeño do México e da América Central (CIMMYT, 1981).

V₈ - Centralmex: variedade resultante do cruzamento de variedades da América Central com a variedade Piramex. Apresenta endosperma dentado e amarelo, plantas altas, e foi obtida na ESALQ/USP, possui germoplasma Tuxpeño (PATERNIANI *et alii*, 1977).

V₉ - Asteca prolífico: variedade obtida do cruzamento entre 21 amostras de milho de San Luiz de Potosi , México (VIEGAS, 1957), e selecionada para prolificidade. Apresenta grãos dentados e amarelos, plantas altas e é formado por germoplasma Tuxpeño.

V₁₀ - IAC-Mayanão: é a versão braquítica do IAC-Maya. Apresenta grãos dentados e amarelos e porte baixo.

- . V₁₁ - Platina: material introduzido pelo IAPAR, Londrina. Apresenta grãos dentados, amarelos, e plantas altas.
- . V₁₂ - CMS 15 ou Pool 26: material originário do CIMMYT, México, apresentando grãos dentados e amarelos, porte baixo e teve a participação de materiais da América Central, México, Ásia, colômbia, Caribe e uma pequena fração de materiais dos Estados Unidos (CIMMYT, 1981).
- . V₁₃ - Piranão VF-1: representa a versão braquítica do ESALQ VF-1, com grãos duros e de cor alaranjada e porte baixo. (PATERNIANI et alii, 1977).
- . V₁₄ - CMS 05: material introduzido pelo CNPMS, Sete Lagoas, a partir do milho SUWAN1 que é uma variedade sintética com grãos duros e de cor alaranjada. Apresenta porte baixo (poligênicos).
- . V₁₅ - CMS 29 ou Amarillo del Bajio x Templados: população de grãos duros, amarelos, e de porte baixo, formada a partir do germoplasma do Amarillo del Bajio, já descrito, e do Templado Amarillo Cristalino, que é formado por materiais da Europa, Líbano, Estados Unidos, China, Paquistão, Indonésia e América do Sul (CIMMYT, 1981).
- . V₁₆ - CMS 03 ou Amarillo Cristalino: variedade obtida no

CIMMYT, México, com grãos amarelos, duros e de porte baixo. Nessa variedade houve a participação de Tuxpeño, materiais de grãos duros de Cuba, ETO Amarillo e 15 famílias do pool 25 (composto por materiais do México, Caribe, América Central, Equador, Colômbia e Argentina). (CIMMYT, 1981).

- . V₁₇ - CMS 07 ou Composto Planta Baixa Flint: variedade obtida no CNPMS, Sete Lagoas, através do cruzamento de três variedades brasileiras (Cateto Colômbia, Cateto Sete Lagoas e Flint Composto) e uma introduzida (Mezcla Amarilla). Apresenta grãos duros e alaranjados, e porte baixo (NASPOLINI, *et alii*, 1981).
- . V₁₈ - IAC-1-XVIII: variedade obtida do cruzamento das linhagens Ip 48-5-3-, Ip 265-4-1, Ip 398, linha 1 da Colômbia, Ip 701-1, Ip 723-4, SLP 103-3, Tx 303 e PD (MS) 6. Essas linhagens foram obtidas das variedades Tuxpan, Cateto, Tuxpeño amarelo, Yellow Surecropper e Pozo-Dulce. Essa variedade apresenta grãos duros e amarelos, e plantas altas. (MIRANDA *et alii*, 1977).
- . V₁₉ - Cateto prolífico: variedade do germoplasma cateto. Selecionado para maior número de espigas por planta. Apresenta coloração amarelo-alaranjado, grãos duros, e plantas altas.
- . V₂₀ - UNICAMP Panícula Grande: material obtido pela

UNICAMP, Campinas, apresentando grãos duros, bastante alaranjados, e plantas altas.

- . V₂₁ - CMS 16 ou Pool 33: população de grãos duros, alaranjados, porte alto e formado por materiais do México, Estados Unidos, Brasil, Uruguai, Argentina, China, Paquistão, Yugoslávia, Líbano, Guatemala, Venezuela, Peru, Cuba, Antigua e República Dominicana. (CIMMYT, 1981).
- . V₂₂ - CMS 11 ou Pool 21: população de grãos duros, amarelos, de porte baixo, é formado por materiais do México, Cuba, República Dominicana, Colômbia, Argentina, Equador, Costa Rica, Uruguai, St-Vicent, Guatemala, Suriname e Índia, de germoplasma ETO, Cateto, Suwan e Amarillo del Bajío. (CIMMYT, 1981).
- . V₂₃ - SUWAN DMR: população de grãos duros, amarelo-alaranjados, e de porte baixo, formado por materiais do Caribe, México, Estados Unidos, América do Sul e da América Central e foi selecionada para resistência ao Downy Mildew (*Sclerospora sorghi*).
- . V₂₄ - ESALQ VF-1: variedade de grãos duros, alaranjados e de porte alto obtida na ESALQ/USP, através do cruzamento de várias populações de milho introduzidas do CIMMYT, representando germoplasma de grãos duros, de cor branca e

laranja, de raças de Cuba, Colombia e América Central, também incluídas amostras de milho Cateto.

As testemunhas utilizadas no presente trabalho foram Ag352 e C111s; são híbridos duplos semi-dentados de porte baixo e normal, respectivamente. São híbridos comerciais produzidos pelas sementes AGROCERES (Ag352) e de Cargill (C111s).

3.2. MÉTODOS

3.2.1. CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

O material para a obtenção das gerações F_1 , foi plantado na Fazenda Experimental da OCEPAR em Cascavel, PR, no verão de 1982/83. As fileiras foram dispostas de tal maneira, que cada variedade do grupo dente podia estar presente em todas as combinações possíveis com o outro grupo. O tamanho das fileiras foi de 20 metros, com 1 metro de espaçamento, e densidade de plantio de 120 sementes por fileira. As polinizações foram efetuadas manualmente, entre os pares de fileiras (Dente e Duro), tendo sido cruzadas, em média 30 plantas.

Não foram obtidos 26 híbridos intervarietais, dentro dos 144 possíveis, devido a diferenças de época de florescimento entre os progenitores.

3.2.2. AVALIAÇÕES DOS HÍBRIDOS INTERVARIETAIS

Os cruzamentos intervarietais juntamente com os híbridos duplos que serviram como testemunhas, foram reunidos em dois experimentos, um de materiais que apresentam porte alto em um látice quádruplo 9 x 9 e o outro em um látice retangular simples duplicado 6 x 7, reunindo apenas os materiais de porte baixo (poligênicos e braquíuticos). Esses experimentos foram conduzidos, no ano agrícola de 1983/84, em dois locais do Estado de São Paulo (Piracicaba e Araçatuba).

Cada parcela foi constituída de uma fileira de dez metros com um metro de espaçamento entre fileiras. Foram semeadas 52 sementes, sendo três sementes no início e três no fim da parcela experimental e duas sementes a cada 40 cm. Foi utilizada bordadura única, composta a partir da mistura das sementes dos híbridos intervarietais e não foi realizado desbaste. A adubação no plantio foi efetuada na proporção de 300 kg/ha da fórmula 4-14-8 e mais 180 kg/ha de amônia por cobertura aos 45 dias após o plantio.

3.2.3. COLETA DE DADOS EXPERIMENTAIS

Foram anotados os seguintes caracteres : (1) altura da planta (média das cinco primeiras plantas competitivas da parcela); (2) altura da espiga (média das cinco primeiras plantas competitivas da parcela); (3) número de plan

tas (anotado para correção do stand); (4) peso dos grãos por parcela (kg/parcela); (5) umidade dos grãos (%) (média da parcela).

A altura da planta e da espiga foi medida após o florescimento, considerando-se desde o nível do solo até o nó de inserção do pendão e até o nó de inserção da espiga superior, respectivamente, e foram consideradas apenas duas repetições.

O número de plantas e a porcentagem de umidade dos grãos na colheita foram usados para a padronização dos dados referentes à produção. Portanto, os pesos de grãos foram corrigidos para a umidade-padrão de 15,5% e para o **stand** ideal de 50 plantas por parcela, de acordo com a fórmula de ZUBER (1942):

$$Pcc = pc \frac{H - 0,3F}{H - F} \quad \text{em que}$$

Pcc = peso de campo corrigido para **stand** desejado

pc = peso de campo

H = número ideal de plantas por parcela

F = número de plantas perdidas por parcela

Este ajuste adiciona 0,7 da produção média para cada planta perdida e considera que 0,3 é recuperado pelas plantas vizinhas à falha.

3.2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA PRELIMINAR

As análises dos experimentos foram feitas em computador para os dois locais e para os três caracteres (produção de grãos, altura da planta e altura da espiga), separadamente. O caráter produção de grãos foi analisado segundo o delineamento de látice e os outros dois caracteres (altura de planta e altura de espiga), como blocos ao acaso.

Para proceder à análise conjunta do caráter produção de grãos envolvendo locais, foram consideradas as médias ajustadas dos tratamentos em látice. O quadrado médio de erro experimental corresponde à média, ponderada pelos graus de liberdade do resíduo dos látices e dos respectivos erros efetivos.

As análises conjuntas da variância para produção de grãos, altura de planta e de espiga, foram efetuadas como mostram as Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Esquema da análise de variância, para produção de grãos, altura de planta e de espiga, conjunta para os dois locais, referente ao ensaio de materiais de ciclo normal.

FV	GL		QM(+)
	Produção de grãos	Altura de planta e de espiga	
Locais (l)	1	1	Q_1
Tratamentos (t)	80	80	Q_2
l x t	80	80	Q_3
Erro Médio	416	160	Q_4

QM(+) - Quadrado médio para produção de grãos, altura de planta e de espiga.

TABELA 2. Esquema da análise de variância, para produção de grãos, altura de planta e de espiga, conjunta para dois locais, referentes à planta baixa.

FV	GL		QM(+)
	Produção de grãos	Altura de planta e de espiga	
Locais (ℓ)	1	1	Q_1
Tratamentos (t)	41	41	Q_2
$\ell \times t$	41	41	Q_3
Erro médio	198	82	Q_4

QM(+) - Quadrado médio para produção de grãos, altura de planta e de espiga.

A análise conjunta da variância para produção de grãos, altura de planta e de espiga foi realizada conforme o plano de análise proposto por COCHRAN e COX (1957). Considerou-se o modelo fixo e o modelo matemático adotado, que foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + t_i + l_j + (tl)_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = média do tratamento i no local j ;

m = média geral

t_i = efeito do tratamento i ;

l_j = efeito do local j ;

$(tl)_{ij}$ = efeito da interação do tratamento i com o local j ;

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro associado à média Y_{ij} de quatro repetições para altura de planta e de espiga.

3.2.5. TABELAS DIALÉLICAS

A tabela dialélica, representada pela média dos híbridos intervarietais, é genericamente mostrada pela Tabela 3.

TABELA 3. Tabela dialética parcial entre vinte e quatro populações (doze de grãos dentados e doze de grãos duros), incluindo apenas os F_1 's.

Variedades parentais		Grupo II (Duro)					Total
		13	14	15	...	24	
Grupo I (Dente)	1	$Y_{1\ 13}$	$Y_{1\ 14}$	$Y_{1\ 15}$	...	$Y_{1\ 24}$	$Y_{1.}$
	2	$Y_{2\ 13}$	$Y_{2\ 14}$	$Y_{2\ 15}$	...	$Y_{2\ 24}$	$Y_{2.}$
	3	$Y_{3\ 13}$	$Y_{3\ 14}$	$Y_{3\ 15}$	...	$Y_{3\ 24}$	$Y_{3.}$
	.	.	.	.		.	.
	.	.	.	.		.	.
	.	.	.	.		.	.
	12	$Y_{12\ 12}$	$Y_{12\ 14}$	$Y_{12\ 15}$	...	$Y_{12\ 24}$	$Y_{12.}$
Total		$Y_{.13}$	$Y_{.14}$	$Y_{.15}$	...	$Y_{.24}$	$Y_{..}$

onde:

$Y_{1\ 13}$ = média do híbrido entre a população 1 do grupo (dente) e a população 13 do grupo (duro);

$Y_{1.}$ = total dos híbridos envolvendo a população 1;

$Y_{.13}$ = total dos híbridos envolvendo a população 13;

$Y_{..}$ = total geral dos híbridos entre os grupos (dente) e (duros).

3.2.6. ANÁLISE DAS TABELAS E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS

Adotou-se, no presente estudo, o modelo fixo, no qual os tratamentos não são considerados como uma amostra ao acaso, da população. Uma vez que os dados não eram balanceados, devido à inexistência de todos os híbridos intervarietais, adotou-se, para a análise, a metodologia adaptada do método 4 de GRIFFING (1956b), proposta por VENCovsky (1985), que utiliza um sistema de equações normais obtidas pelo método dos quadrados mínimos.

O modelo matemático para as análises das capacidades gerais de combinação é apresentado como segue:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{e}_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = média dos tratamentos resultante do cruzamento entre as variedades i e j , na repetição k ;

μ = média geral dos tratamentos;

g_i = efeito da capacidade geral de combinação da variedade i , onde i representa o grupo dente;

g_j = efeito da capacidade geral de combinação da variedade j , onde j representa o grupo duro;

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para o cruzamento entre os i e j pais;

$\bar{e}_{ijk}$ = média dos erros experimentais do tratamento ij nas k repetições, erro normal e independente distribuído com média zero e variância σ^2 .

Esse modelo pode ser substituído pela equação matricial:

$$Y = X\beta + \epsilon$$

onde:

Y = vetor dos dados;

X = matriz de quantidades fixas expressas em termos de 0 e 1, de acordo com a representação matricial do modelo;

β = vetor dos efeitos contidos no modelo, que na metodologia usual estima os efeitos da média, da capacidade geral e específica de combinação;

ϵ = corresponde aos erros, que são normais e distribuídos independentemente ao redor de zero com uma variância σ^2 .

A solução do sistema de equação $S^{-1}\beta = X'Y$, fornece as estimativas dos efeitos da média ($\hat{\mu}$) e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) no presente trabalho. S^{-1} representa a matriz inversa de $X'X$.

Como a matriz $X'X$ é uma matriz singular, a estimativa dos parâmetros só é possível por meio da seguinte restrição:

$$\sum_i g_i = \sum_j g_j = 0$$

A estimativa da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) é fornecida pela seguinte expressão:

$$\hat{s}_{ij} = Y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{g}_i - \hat{g}_j$$

O segundo termo da equação normal, $X'Y$, é constituído do vetor formado por $Y_{..}$ (valor total dos dados), $Y_{i.}$ (valor total dos híbridos que foram obtidos com a variedade "dentada" i), e $Y_{.j}$ (valor total dos híbridos que foram obtidos com a variedade "dura" j).

Para um melhor entendimento da metodologia utilizada, encontra-se no apêndice a matriz $Y = X\beta + \epsilon$ em forma genérica, e as matrizes $X'Y = X'X\beta$ referente aos três caracteres em estudo para os dois locais e para a média dos dois locais.

3.2.7. OBTENÇÃO DA SOMA DE QUADRADOS E ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Estimados os parâmetros ($\hat{\mu}$, $\hat{g}_i$, $\hat{g}_j$ e $\hat{s}_{ij}$), torna-se possível obter as somas de quadrados para g_i , g_j e s_{ij} , a partir da adequação do modelo, que veremos a seguir:

(1) Redução (R) devido à média ($\hat{\mu}$), à capacidade geral de combinação entre os materiais dentados ($\hat{g}_i$) e à capacidade geral de combinação entre os materiais duros ($\hat{g}_j$).

Assim:

$$R(\hat{\mu}, \hat{g}_i, \hat{g}_j) = \hat{\beta} X'Y$$

ou

$$\hat{\beta} X'Y = \{\hat{\mu}, \hat{g}_1, \hat{g}_2 \dots \hat{g}_{24}\}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{..} \\ Y_{1.} \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_{12.} \\ Y_{.13} \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_{.24} \end{bmatrix}$$

e temos então:

$$SQ_{(1)} = Y'Y - \hat{\beta} X'Y$$

ou

$$SQ_{(1)} = \Sigma Y^2 - R(\hat{\mu}, g_i, g_j)$$

(2) Redução (R) devido à media ($\hat{\mu}$) e a capacidade geral de combinação entre os materiais dentados ($\hat{g}_i$).

Modelo simplificado:

$$Y_{ij}^j = \mu + g_i + e_{ij}$$

Assim:

$$R(\hat{\mu}, \hat{g}_i) = \hat{\beta} X'Y$$

e temos,

$$SQ_{(2)} = Y'Y - R(\hat{\mu}, \hat{g}_i) ,$$

logo,

$$SQ_{g_i} = SQ_{(1)} - SQ_{(2)}$$

(3) Redução (R) devido à média ($\hat{\mu}$) e a capacidade geral de combinação entre os materiais duros ($\hat{g}_j$).

Modelo simplificado:

$$Y_{ij} = \mu + g_j + e_{ij}$$

Assim:

$$R(\hat{\mu}, \hat{g}_j) = \beta X'Y$$

e temos

$$SQ_{(3)} = Y'Y - R(\hat{\mu}, g_j)$$

logo,

$$SQ_{g_i} = SQ_{(1)} - SQ_{(3)}$$

A soma de quadrados para capacidade específica de combinação foi obtida por diferença.

A Tabela 4 está representada esquematicamente a análise da variância para capacidade geral e específica de combinação válida para os três caracteres em estudo.

TABELA 4. Esquema da análise de variância para capacidade geral de combinação entre os materiais dentados (g_i) e duros (g_j), e para capacidade específica de combinação (s_{ij}), referente aos três caracteres em estudo e para os dois locais.

FV	GL	QM	F
g_i (dente)	11	Q_1	Q_1/Q_4
g_j (duros)	11	Q_2	Q_2/Q_4
s_{ij}	95	Q_3	Q_3/Q_4
erro	307	Q_4	

Na Tabela 5 temos o esquema de análise conjunta para locais.

O QM residual para altura da planta e da espiga é obtido a partir da média aritmética entre as somas de quadrado residual pelos respectivos graus de liberdade obtidos a partir da análise de variância dos blocos ao acaso com 2 repetições.

Os valores g_i , g_j e s_{ij} foram obtidos pelo método descrito anteriormente (método dos quadrados mínimos), utilizando-se as tabelas dialélicas que representam a média dos tratamentos para os dois locais.

TABELA 5. Esquema da análise de variância para as capacidades combinatórias, em análise conjunta para locais.

FV	GL	QM	F
g_i (dente)	11	Q_1	Q_1/Q_7
g_j (duro)	11	Q_2	Q_2/Q_7
s_{ij}	95	Q_3	Q_3/Q_7
g_i x local (1)	11	Q_4	Q_4/Q_7
g_j x local (1)	11	Q_5	Q_5/Q_7
s_{ij} x local (1)	95	Q_6	Q_6/Q_7
erro	614	Q_7	

As interações foram obtidas por diferença, conforme exemplo:

$$SQg_i(a) + SQg_i(b) - 2SQg_i(\overline{ab}) = SQg_i \text{ x local}$$

onde:

$SQg_i(a)$ = soma de quadrado para capacidade geral de combinação entre os materiais dentados (g_i) para o local (a); e

$SQg_i(b)$ = soma de quadrado para capacidade geral de combinação entre os materiais dentados (g_i) para o local (b);

$SQg_i (\overline{ab})$ = soma de quadrado para capacidade geral de combinação entre os materiais dentados (g_i) para média dos dois locais (a) e (b).

$SQg_i \times \text{local}$ = soma de quadrados para a interação da capacidade geral de combinação (g_i) por local.

A matriz inversa de $X'X$, as estimativas de parâmetros e a soma de quadrados para as capacidades gerais e específicas de combinação, foram obtidas pelo computador, por meio de um programa idealizado e adaptado por Cássio R.M. Godoi, professor do Departamento de Estatística da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP). Foi ainda determinado o Intervalo de Confiança ao nível de 5% de significância para as estimativas das capacidades gerais de combinação, para os três caracteres em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE GERAL DOS DADOS

4.1.1. PRODUÇÃO DE GRÃOS

Os resultados da análise de variância, em látice, para produção de grãos, são apresentados nas Tabelas 6 e 7. Todos os experimentos mostraram diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, indicando uma grande variação genotípica para o referido caráter. A eficiência dos experimentos em látice, em relação ao bloco casualizado, variou de 106,15% a 117,61%. Em média, os híbridos de porte normal produziram 10,5% a mais do que os híbridos de porte baixo (braquíticos e poligênicos), para o local de Piracicaba, e 6,1% a mais em relação ao local de Araçatuba, indicando a superioridade dos híbridos de porte normal. Os coeficientes de variação experimen-

tal para produção de grãos, variaram de 13,84% a 20,33%, indicando uma média precisão para os experimentos conduzidos em campo.

Para a produção de grãos, as interações envolvendo cruzamentos de porte normais e baixos com ambientes, foram todas significativas conforme as Tabelas 10 e 11, indicando que houve comportamento diferencial entre os tratamentos nos dois locais. Observando-se as Tabelas 6 e 7 podemos constatar que a produção média dos experimentos conduzidos em Piracicaba foi superior aos conduzidos em Araçatuba, com acréscimo de 230,28% e 219,22% para os experimentos de ciclo normal e planta baixa, respectivamente. Esse acréscimo indica que o local de Piracicaba foi mais favorável para produção de grãos e ainda houve maior precisão dos experimentos conduzidos nesse local, com coeficientes de variações mais baixos quando comparados com o local de Araçatuba.

Os valores médios de produção de grãos para os 118 híbridos intervarietais obtidos de quatro repetições, envolvendo dois locais (Piracicaba e Araçatuba) e a média desses locais são apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14, juntamente com a média das testemunhas, nas quais observa-se uma amplitude de variação de 8,052 kg/10 m² (Piranão VD-2 x Piranão VF-1) a 14,270 kg/10 m² (IAC Maya x CMS 11) para o local de Piracicaba, de 2,855 kg/10 m² (CMS 28 x Cateto) a 6,13 kg/10 m² (IAC Maya x CMS 11) para o local de Araçatuba e de

5,784 kg/10 m² (Piranão VD-2 x Piranão VF-1) a 10,200 kg/ 10 m² (IAC Maya x CMS 11) para a média dos dois locais. A baixa produtividade dos dois cruzamentos intervarietais braquiíficos (Piranão VD-2 x Piranão VF-1 e IAC Mayanão x Piranão VF-1), que participaram desse experimento, se deve, em grande parte, ao pequeno porte desses cruzamentos quando comparados com os demais que são de porte normal.

Nesses experimentos, pôde-se observar, que vários cruzamentos intervarietais mostraram-se bastante promissores, produzindo acima das testemunhas comerciais C 111s e Ag 352. Pode-se também notar que na literatura são encontrados vários trabalhos, em que os autores trabalhando com diferentes cruzamentos intervarietais, também obtiveram produções superiores dos cruzamentos intervarietais em relação às testemunhas comerciais (PATERNIANI, 1961; PATERNIANI, 1970; BARRIGA BENZANILLA, 1971; TAVARES, 1972; ESTEVES, 1978; GOMIDE, 1980 e LIMA, 1982, entre outros).

Os quadrados médios da capacidade geral de combinação entre os materiais dentes (g_i) e duros (g_j) foram superiores aos da capacidade específica de combinação, conforme as Tabelas 21 e 22, indicando a importância dos efeitos gênicos aditivos na variabilidade dos caracteres estudados. Vários autores (GNOATTO, 1969; LIMA, 1977; PATERNIANI, 1961; PEREIRA, 1978; PEREIRA, 1981, FERRÃO, 1984, GERRISH, 1983, DHILLON e SING, 1979, entre outros), trabalhando com materiais de diferentes origens, observaram também valores superiores dos quadrados médios da capacidade geral de combinação em relação aos da ca

cia dos Tuxpeños entre os materiais de grãos dentados, e de Catetos entre os grãos duros.

Vários autores, como KRUG **et alii** (1943), ROBINSON **et alii** (1958), MOLL **et alii** (1962) e MOLL **et alii** (1965), têm discutido que a existência de heterose, nos cruzamentos entre variedades, constitui uma evidência das diferenças genéticas entre as mesmas. De fato, populações com diferentes frequências gênicas nos locos com dominância, em cruzamentos, irão expressar a heterose e serão, necessariamente, aquelas divergentes geneticamente. A presença de heterose implica, necessariamente, na evidência de diferenças genéticas. No entanto, a ausência de heterose não está relacionada necessariamente com tais divergências (CRESS, 1966).

A utilização comercial do cruzamento intervalar Piranão VD-2 x IAC I pode ser viável e bastante promissora, pois além de ter um alto potencial produtivo, a variedade Piranão VD-2, por ser um material braquítico, poderá ser utilizada como progenitor feminino. Sua utilidade prática está ligada à formação de híbridos que são produzidos em campos de despendoamento. Com o emprego de uma fêmea braquítica, o trabalho de despendoamento poderá ser melhor realizado e controlado, proporcionando, assim, uma melhor qualidade genética das sementes produzidas.

4.1.2. ALTURA DE PLANTA E DE ESPIGA

Os resultados da análise de variância em blocos ao acaso, para os caracteres altura de planta e de espiga, são apresentados nas Tabelas 8 e 9. Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade para todos os experimentos, com exceção do experimento de planta baixa conduzido em Piracicaba, em que altura de planta não apresentou significância e altura de espiga apresentou significância ao nível de 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação experimental apresentaram uma amplitude de 2,86% e 12,63%, indicando boa precisão para experimentos conduzidos em campo. Os cruzamentos intervarietais de porte baixo foram, em média, 0,40 m mais baixos do que os cruzamentos de porte normal, para os caracteres altura de planta e de espiga nos dois locais de avaliação (Piracicaba e Araçatuba).

A análise de variância conjunta mostrou diferenças significativas ($P < 0,01$) para os efeitos de interação tratamentos x local nos dois caracteres estudados, altura de planta e de espiga, conforme observados nas Tabelas 10 e 11, indicando que houve comportamento diferencial entre os tratamentos nos dois locais.

Nas Tabelas dialélicas 15, 16, 17, 18, 19 e 20, são apresentadas as médias de altura das plantas e das

espigas, para os locais de Piracicaba e Araçatuba, e para a média desses dois locais. Para a altura de planta, a amplitude de variação foi de 1,63 m (Piranão VD-2 x Piranão VF-1) a 2,90 m (Asteca x ESALQ VF-1) para Piracicaba, de 1,90 m (IAC Mayanão x Piranão VF-1) a 3,32 m (IAC Mayanão x IAC I) para Araçatuba, e de 1,78 m (IAC Mayanão x Piranão VF-1) a 3,30 m (IAC Mayanão x IAC I) na média dos dois locais. Em relação à altura de espiga, a amplitude de variação para Piracicaba foi de 0,83 m (IAC Mayanão x Piranão VF-1) a 2,00 m (Asteca x ESALQ VF-1), 1,10 m (Piranão VD-2 x Piracicaba VF-1) a 2,24 m (IAC Mayanão x IAC I) para Araçatuba e de 0,98 m (IAC Mayanão x Piranão VF-1) a 2,05 m (Asteca x ESALQ VF-1) para a média dos dois locais.

Os híbridos intervarietais braquíticos (Piranão VD-2 x Piranão VF-1 e IAC Mayanão x Piranão VF-1) apresentaram uma altura média de 1,80 m contra 2,25 m da média dos híbridos intervarietais não braquíticos, o que equivale a dizer que os braquíticos atingiram 71% da altura dos milhos não braquíticos. A altura da espiga nas formas braquíticas ficou, em média, 54 cm mais baixa que as versões normais, ou seja, atingiu 65% da altura alcançada pelos não braquíticos.

A redução do porte de plantas vem, atualmente, chamando a atenção dos melhoristas de milho, devido principalmente aos problemas de acamamento e quebramento que preju

dicam a colheita mecânica. O emprego do gene braquítico br_2 para baixar o porte da planta de milho, segundo SINGLETON (1959), KHERA *et alii* (1975), BANDEL (1978), é o que acarreta menores mudanças nas características agronômicas, embora resultados satisfatórios também possam ser conseguidos com o uso de genes quantitativos.

O CNPMS/EMBRAPA vem trabalhando com poligenes para reduzir o porte de plantas, tendo recentemente obtido dois compostos de porte baixo, o CMS 06, de grãos dentados, e o CMS 07, de grãos duros. Ambos foram utilizados no presente trabalho em que o híbrido intervarietal CMS 06 x CMS 07 teve uma altura média da planta e da espiga 10% mais baixa, se comparado com a média dos demais híbridos intervarietais.

4.2. ANÁLISE DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA

Na Tabela 21 encontram-se os desdobramentos dos quadrados médios de tratamentos em capacidade geral de combinação entre os materiais de grãos dentados (g_i), entre os materiais de grãos duros (g_j) e capacidade específica de combinação (s_{ij}), bem como as respectivas médias dos quadrados dos efeitos, para cada caráter, em Piracicaba e Araçatuba.

Os quadrados médios referentes à capacidade geral de combinação (g_i e g_j), foram significativos ao nível

de 1% para os três caracteres em estudo nos dois locais, com exceção do QM da capacidade geral de combinação entre os materiais de grãos duros (g_j) para o caráter produção de grãos em Araçatuba, que apresentou significância ao nível de 5%. Em relação à capacidade específica de combinação (s_{ij}), houve significância ao nível de 1% para produção de grãos nos dois locais, e para o caráter altura da planta e da espiga, houve significância apenas para o local de Piracicaba, ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Na Tabela 22 encontra-se a análise conjunta dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba) para os três caracteres, onde se verificaram diferenças significativas ao nível de 1% em g_i , g_j e s_{ij} para todos os caracteres. Essa significância é um indicativo da existência de variabilidade genética entre os materiais estudados para todos os caracteres.

Os quadrados médios da capacidade geral de combinação entre os materiais dentes (g_i) e duros (g_j) foram superiores aos da capacidade específica de combinação, conforme Tabelas 21 e 22, indicando a importância dos efeitos gênicos aditivos na variabilidade dos caracteres estudados. Vários autores (GNOATTO, 1969; LIMA, 1977; PATERNIANI, 1961; PEREIRA, 1978, PEREIRA, 1981; FERRÃO, 1984; GERRISH, 1983; DHILLON e SING, 1979, entre outros), trabalhando com materiais de diferentes origens, observaram também valores superiores dos quadrados médios da capacidade geral de combinação em relação aos da ca-

pacidade específica de combinação. Segundo ALLARD (1971) e LONNQUIST e GARDNER (1961), materiais que são de procedências diferentes e que não foram submetidos a elevados níveis de seleção, mantem, em sua maioria, uma grande variabilidade genética.

Comparando-se os quadrados médios (QM) das capacidades gerais de combinação entre os materiais de grãos dentados (g_i) e os de grãos duros (g_j) notou-se a superioridade dos quadrados médios de g_i sobre os de g_j , conforme observado na Tabela 21, indicando assim, uma maior variabilidade entre os materiais de grãos dentados para todos os caracteres estudados.

Na Tabela 22 observa-se que as interações das capacidades gerais de combinação (g_i e g_j) com locais, não apresentaram significância para os caracteres altura da planta e altura da espiga, indicando que os genótipos não tem comportamento diferencial nos ambientes em que foram estudados. O mesmo não acontece para o caráter produção de grãos que apresentou significância ao nível de 5% e 1% para g_i x local e g_j x local, respectivamente, e não apresentou significância para s_{ij} x local.

No presente estudo, um dos objetivos foi fornecer subsídios aos programas de melhoramento genético. Quando a principal meta desses programas é o melhoramento populacional, então a capacidade geral de combinação é mais impor-

tante que a capacidade específica de combinação, pois na capacidade geral de combinação predominam os efeitos gênicos aditivos, enquanto na capacidade específica de combinação predominam gênes com efeitos de dominância e de epistasia (SPRAGUE e TATUM, 1942).

Nas Tabelas 23 e 24 são apresentadas as estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$), referentes a cada população genitora entre os materiais dentados e duros, e o intervalo de confiança dessas estimativas ao nível de 95% de probabilidade.

Essas estimativas foram calculadas para cada local e para a média dos dois locais. Para o caráter produção de grãos, é importante analisar as estimativas por local, uma vez que houve significância de interação de g_i e g_j por local. Para os caracteres altura de planta e de espigas, não houve significância entre as interações, e as análises podem ser feitas a partir das estimativas médias.

Os dados das Tabelas 23 e 24 permitem comparar a importância relativa dos efeitos da capacidade geral de combinação. Assim, valores muito altos (positivos ou negativos) de $\hat{g}_i$ ou $\hat{g}_j$ indicam que o progenitor é muito melhor ou muito pior do que o restante das populações envolvidas nos cruzamentos dialélicos, em relação ao comportamento médio dos cruzamentos. Valores de $\hat{g}_i$ ou $\hat{g}_j$ positivos indicam, que a média dos cruzamentos dos progenitores é maior que a média ge-

ral de todos os F_1 's que entraram no esquema de cruzamentos, e esses progrenitores possuem uma maior frequência de alelos favoráveis em seu genótipo, quando comparados com os de menor g_i ou g_j . Esses valores constituem uma indicação da importância dos genes predominantemente de ação aditiva na variabilidade genética do material estudado (SPRAGUE e TATUM, 1942, e VENCOVSKY, 1978).

Analizando a Tabela 23, que corresponde aos materiais dentados, verifica-se que para produção de grãos, as populações que mais se destacaram em Piracicaba foram Centralmex e Asteca, contribuindo para um aumento médio da produção de $0,903 \text{ kg}/10\text{m}^2$ e $0,642 \text{ kg}/10\text{m}^2$, respectivamente. As populações com menores $\hat{g}_i$ foram CMS 22 e CMS 28, reduzindo a produção dos híbridos de, respectivamente, $1,153 \text{ kg}/10\text{m}^2$ e $0,540 \text{ kg}/10\text{m}^2$ na produção.

Para Araçatuba, as maiores contribuições positivas foram proporcionadas pelas populações IAC Maya e CMS 26, com valores de $\hat{g}_i$ de $0,5342$ e de $0,03936$, respectivamente e as menores contribuições foram de $-0,7218$ e de $-0,4068$ para as populações CMS 22 e CMS 15.

Na média dos dois locais, as populações que mais se destacaram foram Asteca ($\hat{g}_i = 0,4912$) e IAC Maya ($\hat{g}_i = 0,4884$), e as que apresentaram maior efeito negativo foram CMS 22 ($\hat{g}_i = -0,9372$) e CMS 15 ($\hat{g}_i = -0,4568$).

Para altura da planta e da espiga, utilizaram-se apenas os dados da média, uma vez que as interações com locais não foram significativas, e as populações que mais contribuíram no sentido de elevar a altura dos F_1 's foram Asteca e IAC Maya, com contribuições médias de 0,28 m e 0,25 m e para reduzir a estatura das plantas, as populações que mais se destacaram foram CMS 28 e CMS 22, com contribuições médias de -0,33 m e -0,25 m.

Para altura de espiga, as populações que apresentaram os maiores valores, foram IAC Maya ($\hat{g}_i = 0,2532$) e Asteca ($\hat{g}_i = 0,2380$), e os menores valores foram obtidos pelas populações CMS 28 ($\hat{g}_i = -0,3289$) e CMS 22 ($\hat{g}_i = -0,2708$).

Na Tabela 24, correspondente às estimativas da capacidade geral de combinação entre os materiais de grãos duros, encontra-se na coluna para produção de grãos em Piracicaba, as populações IAC I e CMS 03, com os maiores valores de $\hat{g}_{j,s}$, 0,9304 e 0,4502, respectivamente, e as populações CMS 29 e CMS 07, tiveram os menores $\hat{g}_{j,s}$ reduzindo a produção dos híbridos de, respectivamente, 0,664 kg/10 m² e 0,646 kg/10 m².

Em Araçatuba, as maiores contribuições positivas foram dadas pelas populações IAC I e CMS 11, que aumentaram em média, 0,243 kg/10 m² e 0,211 kg/10 m², respectiva-

mente. Os maiores efeitos negativos foram apresentados pelas populações UNICAMP P.G. ($\hat{g}_j = -0,4614$) e CMS 16 ($\hat{g}_j = -0,1726$).

Na média dos dois locais, os maiores valores foram apresentados pelo IAC I ($\hat{g}_j = 0,5870$) e CMS 03 ($\hat{g}_j = 0,3046$). Os menores $\hat{g}_{j,s}$ foram apresentados pelos materiais CMS 29 ($\hat{g}_j = -0,3815$) e CMS 07 ($\hat{g}_j = -0,3475$).

Para altura de planta, os genótipos que mais contribuíram no sentido de aumentar a altura dos $F_1's$ foram as populações Cateto e IAC I, com as respectivas contribuições médias de 0,31 m e 0,22 m, e para reduzir a estatura das plantas, as populações CMS 05 e Suwan destacaram-se com contribuições médias de -0,1716 e de -0,1416. Para altura de espiga, as populações que contribuíram com os maiores efeitos foram Cateto e ESALQ VF-1, com contribuições médias respectivas de 0,3045 e de 0,1651, no sentido de elevar a altura de inserção da espiga nos cruzamentos que participaram. Para reduzir a altura de espiga, as populações que não se destacaram foram CMS 05 ($\hat{g}_i = -0,1452$) e CMS 29 ($\hat{g}_i = 0,1425$).

Analisando em conjunto as Tabelas 23 e 24, nas colunas referentes à altura de planta e de espiga, na média dos dois locais, observa-se que as mesmas populações que possuíram efeitos positivos para altura de planta, apresenta

ram também para altura de espiga, e as que mostraram efeitos negativos para altura de planta, também apresentaram para altura de espiga, com exceção do Piranão VD-2.

Nas Tabelas 17 e 20 observa-se que os híbridos com as maiores alturas médias de planta e de espiga, tiveram, em sua maioria, a participação de populações de alta capacidade combinatória geral os referidos caracteres. O mesmo raciocínio é válido para os cruzamentos de menores estaturas e também para o caráter produção de grãos (Tabelas 13, 14 e 15), confirmando o esperado.

Observando as Tabelas 23 e 24 e analisando conjuntamente os três caracteres para a média dos dois lo-cais, observa-se uma certa correspondência entre os valores (positivos ou negativos) para os três caracteres, evidenciando uma certa associação entre esses caracteres.

No presente trabalho, convém destacar que na média dos dois locais, as populações de grãos dentados Asteca, IAC Maya e Centralmex, e as de grãos duros IAC I, CMS 03 e CMS 11, foram as que apresentaram os maiores valores para a capacidade geral de combinação, e por essa razão, podem ser usadas de imediato em programas de melhoramento interpopulacional, procurando-se aumentar a frequência de alelos favoráveis com efeitos aditivos, podendo a posteriori serem utilizados como variedades comerciais ou servirem como fonte de linhagens. Esses materiais poderão também ser empregados

para sintetizar compostos dentados e duros, aumentando a variabilidade genética e proporcionando aos melhoristas a possibilidade de se trabalhar com materiais que possam se adaptar a diferentes condições ambientais, visto que a interação genótipo-ambiente constitui-se num fator limitante na estimativa de parâmetros e na eficiência dos programas de seleção.

Outro ponto a destacar é que as populações usadas no presente trabalho são, de uma maneira geral, de porte bastante elevado, o que é uma característica dos milhos das regiões tropicais e sub-tropicais, e por essa razão estão sujeitas aos problemas de acamamento e quebramento, com reflexos negativos na colheita mecânica. Assim, a inclusão da população CMS 28 em um composto dentado formado pelas populações Asteca, IAC Maya e Centralmex, e da população Suwan em um composto de grãos duros com a participação das populações IAC I, CMS 03 e CMS 11, poderão aumentar a frequência dos genes para porte baixo nos referidos compostos, de alto potencial produtivo, favorecendo o melhorista na seleção para estatura, com base em poligenes. As populações CMS 28 e Suwan foram as que apresentaram as menores capacidades gerais de combinação, para altura de planta e de espiga, na média dos dois locais. Além do porte, esses materiais, CMS 28 e Suwan apresentam precocidade acentuada, segundo publicações do CIMMYT (1981 e 1984), o que pode ser uma vantagem adicional da inclusão desses materiais nos compostos acima descritos.

Nas Tabelas 25, 26 e 27 são apresentadas as estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), referentes aos 118 cruzamentos intervarietais originados dos cruzamentos dialélicos parciais incompletos. A capacidade específica de combinação é, em grande parte, dependente dos genes com efeitos não aditivos, isto é, os efeitos de dominância e epistasia (SPRAGUE e TATUM, 1942), e por essa razão, a capacidade específica fornece informações importantes aos programas de melhoramento que enfatizam a obtenção de híbridos a partir de linhagens endogâmicas.

Na Tabela 25, são apresentadas as estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação, para o caráter produção de grãos. Os dados foram obtidos a partir da média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba), uma vez que a interação de $\hat{s}_{ij}$ x local para produção de grãos não apresentou significância (Tabela 22). Os cruzamentos que apresentaram maiores $\hat{s}_{ij}$, foram: $h_{3.19}$ (CMS 06 x Cateto); ... $h_{5.22}$ (IAC Maya x CMS 11); $h_{4.13}$ (ESALQ VD-2 x Piranão VF-1); $h_{11.23}$ (Platina x Suwan) e $h_{12.21}$ (CMS 15 x CMS 16) em ordem decrescente, com $\hat{s}_{ij,s} = 1,8472; 1,5870; 1,3116; 1,0729$ e $1,0060$ respectivamente. Essas contribuições acima de $1,000 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$, evidenciam a maior importância da capacidade específica do que da capacidade geral de combinação, na determinação do potencial produtivo dos cruzamentos acima citados, em que os parentais envolvidos nesses cruzamentos tive-

ram uma favorável complementação gênica, exibindo assim, ao máximo, o fator heterótico.

Os cruzamentos que apresentaram menores efeitos de $\hat{s}_{ij}$, foram: $h_{1,13}$ (Piranão VD-2 x Piranão VF-1, $\hat{s}_{ij} = -2,0109$); $h_{10,13}$ (IAC Mayanão x Piranão VF-1; $\hat{s}_{ij} = -1,3455$); $h_{4,20}$ (ESALQ VD2 x UNICAMP P.G.; $\hat{s}_{ij} = -1,0376$); $h_{11,21}$ (Platina x CMS 16; $\hat{s}_{ij} = -0,9322$).

Nas Tabelas 26 e 27 são apresentadas as estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação, para os caracteres altura de planta e de espiga, a partir da média dos dois locais (Piracicaba x Araçatuba), uma vez que as interações de $\hat{s}_{ij}$ x local para altura de planta e de espiga, não apresentaram significância (Tabela 22).

Os cruzamentos que apresentaram maiores efeitos de $\hat{s}_{ij}$, para altura de planta foram $h_{11,13}$ (Platina x Piranão VF-1; $\hat{s}_{ij} = 0,3144$), $h_{12,20}$ (CMS 15 x UNICAMP P.G.; $\hat{s}_{ij} = 0,2725$) e $h_{10,18}$ (IAC Mayanão x IAC I; $\hat{s}_{ij} = 0,2631$), e para altura de espiga foram $h_{11,13}$ ($\hat{s}_{ij} = 0,3039$); $h_{10,18}$ ($\hat{s}_{ij} = 0,2430$) e $h_{1,18}$ (Piranão VD-2 x IAC I; $\hat{s}_{ij} = 0,2258$).

Os cruzamentos que tiveram os menores efeitos para altura de planta foram $h_{10,13}$ (IAC Mayanão x Piranão VF-1; $\hat{s}_{ij} = -0,6512$), $h_{1,13}$ (Piranão VD-2 x Piranão VF-1; $\hat{s}_{ij} = -0,5522$) e $h_{6,17}$ (CMS 26 x CMS 07; $\hat{s}_{ij} = -0,3155$), e para

altura de espiga foram $h_{10.13}$ ($\hat{s}_{ij} = -0,5761$), $h_{1.13}$ ($\hat{s}_{ij} = -0,5233$) e $h_{12.18}$ (CMS 15 x IAC I; $\hat{s}_{ij} = -0,3572$).

Os cruzamentos $h_{10.13}$ e $h_{1.13}$, que apresentaram os menores valores de $\hat{s}_{ij}$ para altura de planta e de espiga, são materiais braquíticos, em que os baixos valores de $\hat{s}_{ij}$ eram esperados.

A amplitude de variação entre os efeitos dos referidos cruzamentos foi de 0,9656 e de 0,8800 para altura de planta e de espiga, respectivamente.

Além disso, observa-se, de uma maneira geral, baixos valores de $\hat{s}_{ij}$ para altura de planta e de espiga, provavelmente devido aos genes com efeito de dominância apenas parcial ou à presença de poucos genes dominantes no controle destes caracteres (MIRANDA Fº, 1974), concordando com os resultados obtidos por vários autores (FERRÃO, 1984; LIMA, 1982; PEREIRA, 1981; entre outros).

Na Tabela 28 encontra-se um resumo dos vinte e cinco cruzamentos intervarietais que possuem os maiores efeitos de $\hat{s}_{ij}$, para produção de grãos, em ordem decrescente. Nesta Tabela encontram-se ainda, os valores para produção de grãos em kg/10 m², para altura de planta e de espiga, em metros, e as capacidades específicas de combinações (s_{ij}) para altura de planta e de espiga. Esses dados agrupados permitem uma melhor análise dos cruzamentos intervarietais utilizados no presente trabalho.

Com o intuito de selecionar cruzamento com al

ta capacidade específica de combinação (s_{ij}), para produção de grãos e com baixa capacidade para altura de planta, destaca-se os cruzamentos $h_{12.21}$ (CMS 15 x CMS 16); $h_{7.18}$ (Tuxpeño x IAC I) e $h_{1.15}$ (Piranão VD-2 x CMS 29). A produção média desses cruzamentos foi de 8,612 kg/10m² e a altura média de planta e de espiga foi de 2,38 m e de 1,41 m, respectivamente. Quando o porte da planta não for um fator limitante, destaca-se então os cruzamentos $h_{3.19}$ (CMS 06 x Cateto) ; $h_{5.22}$ (IAC Maya x CMS 11); $h_{4.13}$ (ESALQ VD-2 x Piranão VF-1) e $h_{1.18}$ (Piranão VD-2 x IAC I), com a produção média de 9,704 kg/10m².

Os progenitores desses cruzamentos podem ser utilizados em programas de seleção intra e inter-populacional, sendo o inter-populacional mais interessante quando se busca aumentar a resposta heterótica entre duas populações, dando ênfase, assim, no uso dos métodos de seleção recorrente recíproca com famílias de meio-irmãos (PATERNIANI, 1967 e WEBEL e LONNQUIST, 1967) e seleção recorrente recíproca com família de meio-irmãos obtidas de plantas prolíficas (PATERNIANI e VENCOSKY, 1978) como os mais recomendados. O excelente comportamento produtivo dos cruzamentos intervarietais acima citados é bastante interessante, pois possibilita a sua exploração comercial. Espera-se, ainda, que dentro de um programa de linhagens, os híbridos simples, duplos ou triplos selecionados, superem em muito o comportamento dos cruzamentos

entre as variedades usadas para obter as linhagens, visto que os genes das linhagens que gerarão os híbridos simples, duplos ou triplos são funções das frequências destes genes nas variedades de onde foram obtidas.

No estudo em questão, pode-se destacar ainda, as populações CMS 15, CMS 16, CMS 28, CMS 29, CMS 22, CMS 03 e CMS 11, que tiveram um bom comportamento em combinações híbridas. Esses materiais são provenientes do CIMMYT e ainda estão pouco adaptados em nossas condições.

Os cruzamentos dialélicos parciais estão, atualmente, sendo bastante utilizados pelos melhoristas de milho, devido às facilidades na execução experimental e na possibilidade de se testarem um grande número de variedades em combinações híbridas. Além disso, vale acrescentar que no presente trabalho o tipo de grão proveniente do cruzamento entre variedades é semi-dentado, tendo uma grande aceitação pelos agricultores e pelo mercado.

Os cruzamentos dialélicos têm sido também amplamente utilizados por melhoristas e geneticistas, com a finalidade de se compreender melhor a natureza dos genes envolvidos em caracteres de importância na agricultura e na evoluçã ção .

Um problema que pode ocorrer é quando o número de combinações híbridas desejadas não é obtido por algum

motivo imprevisto, como época de florescimento, perda de parcelas, quantidade insuficiente de sementes, etc., tornando o esquema dialélico desbalanceado. Nesse caso, o uso do método dos quadrados mínimos, a partir da adequação de modelos de equação linear e com notação matricial, parece ser o procedimento mais adequado e foi utilizado no presente trabalho.

5. CONCLUSÕES

(1) No ensaio conduzido em Araçatuba, SP, observou-se uma menor produção e um maior coeficiente de variação em relação a Piracicaba, SP, o que foi devido, provavelmente, às condições adversas do ambiente;

(2) As análises estatísticas dos dados de produção de grãos indicaram diferenças significativas entre os genótipos, bem como dos fatores ambientais e de suas interações nos dois locais, e na média dos dois locais;

(3) As análises indicaram que as variedades de cada grupo (dentados e duros) diferem entre si, sendo mais pronunciadas as diferenças dentro do grupo dos materiais dentados, indicando maior diversidade entre estes materiais.

(4) A utilização do método dos quadrados mínimos para análise de cruzamentos dialélicos parciais incompletos, mostrou-se adequada e eficaz na obtenção das estimativas dos parâmetros estudados (capacidade gerais e específicas de combinação) e na soma dos quadrados para a análise de variância;

(5) Através das análises estatísticas, verificou-se que o efeito da capacidade geral de combinação foi mais importante que o da capacidade específica de combinação, tendo sido salientada a maior influência dos efeitos genéticos aditivos;

(6) Dentre os materiais do grupo dentado, destacaram-se, como apresentando, as maiores capacidades gerais de combinação, para o caráter produção de grãos, os seguintes: Centralmex e Asteca em Piracicaba e IAC Maya e CMS 26 em Araçatuba;

(7) Dentre os materiais do grupo duro, destacaram-se, como apresentando, as maiores capacidades gerais de combinação para o caráter produção de grãos, os seguintes: IAC I e CMS 03 para Piracicaba e IAC I e CMS 11 para Araçatuba;

(8) As populações CMS 28 e CMS 05, de grãos dentado e duro, respectivamente, foram as que obtiveram as menores capacidades gerais de combinação para altura da planta e da espiga, na média dos dois locais (Piracicaba e Araçutuba);

(9) Os híbridos que apresentaram os maiores efeitos para capacidade específica de combinação, foram: CMS 06 x Cateto; IAC Maya x CMS 11; ESALQ VD-2 x Piranão VF-1 e Platina x SUWAN , sendo que os parentais do grupo dentado CMS 06, IAC Maya, ESALQ VD-2 e Platina, e os do grupo duro Cateto, CMS 11, Piranão VF-1 e Suwan , são indicados para serem utilizados em programas de seleção recorrente recíproca ou para extração de linhagens endogâmicas, visando a síntese de híbridos;

(10) Os híbridos braquíticos IAC Mayanão x Piranão VF-1, e Piranão VD-2 x Piranão VF-1, foram os que apresentaram os menores efeitos de capacidade específica de combinação para o caráter altura da planta e da espiga;

(11) Os resultados apresentados mostraram a possibilidade de se obter compostos ou populações semi-dentadas de grande potencial;

(12) A introdução de materiais do CIMMYT, apresentou resultados bastante favoráveis, onde os materiais CMS 22, CMS 15, CMS 29, CMS 03, CMS 16 e CMS 11, em combinações híbridas, mostraram grande potencial;

(13) As populações Centralmex, Asteca, IAC Maya e CMS 28 dentro do grupo dos dentados e IAC I, CMS 03, CMS 11 e CMS 05 dentro do grupo dos duros, são as mais indicadas para serem utilizadas em um programa de melhoramento interpopulacional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W., 1971. Princípios de melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 381 p.
- ANAND, I.J. e B.S. RANA, 1970. Fractional diallel crosses in linseed. *Indian J. Genet.* 30: 126-133.
- BANDEL, G., 1978. In: Paterniani, E., Coord. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, Marprint, p. 97-121.
- BARRIGA BEZANILLA, G.P., 1971. A eficiência de alguns cultivares de milho (*Zea mays* L.) na produção de grãos. Piracicaba, ESALQ/USP, 84 p. (Dissertação de Mestrado).
- BARRIGA, P. e R. VENCovsky, 1973. Heterose da produção de grãos e de outros caracteres agronômicos em cruzamentos intervarietais de milho. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 25: 880-885.

- BEAL, W.J., 1877. Report by the Professor of Botany and Horticulture. Rept. Mich. Bd. Agr. pg. 41-59. In: Sprague, G.F., 1955. Corn and Corn Improvement. Academic Press, New York, 699 p.
- BOHREN, B.B., H.E. MCKEAN e G.W. FRIARS, 1965. The expected mean squares in genetic experiments when only one parent is identified. Biometrics 21: 436-446.
- BRAY, R.A., 1971 Quantitative evaluation of the circulant partial diallel cross. Heredity, Edinburgh, 27: 189-202.
- CARVALHO, H.W.L., J.B. MIRANDA FILHO e C.R.M. GODOI, 1979. Avaliação de populações de milho (*Zea mays* L.) pelo modelo de cruzamentos dialélicos. Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 13: 95-104.
- CASTRO, M., C.O. GARDNER e J.H. LONNQUIST; 1968. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically diverse races. Crop Sci., Madison, 8: 97-101.
- CIMMYT, 1981. Report on maize improvement. México, 98 p.
- CIMMYT, 1984. International maize testing program. México, 242 p.

- COCHRAN, W.G. e G.M. COX, 1957. Experimental designs. 2^a ed. New York, John Wiley and Sons. 611 p.
- COMSTOCK, R.E., H.F. ROBINSON e P.H. HARVEY, 1949. A breeding proced designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. J. 41: 360-367.
- COWAN, H.E., 1943. The value of double-cross hybrids involving inbreds os similar and diverse genetic origin. Sci. Agri., Ottawa, 23: 287-296.
- CRESS, C.E., 1966. A comparison of recurrent selection systems. Genetics 1371-1379.
- CURNOW, R.N., 1963. Sampling the diallel cross. Biometrics 19: 287-306.
- DARWIN, C., 1877. The effects of cross and self-fertilization in the vegetable kingdon. D. Appleton and Company. New York, 482 p.
- DHILLON, B.S., 1975. The application of partial-diallel crosses in plant breeding - A review. Crop Improvement, Vol. 2, N^os 1 e 2.
- DHILLON, B.S., 1978. Partial diallel cross in multi-environment. Biom. J. 20: 279-283.

DHILLON, B.S. e J. SINGH, 1978a. Evaluation of circulant partial diallel crosses in maize. Theor. Appl. Genet. 52: 29-37.

DHILLON; B.S. e J. SINGH, 1978b. Evaluation of extended triangular partial diallel crosses. Z. Pflanzenzuechtg, 80: 311-319.

DHILLON, B.S. e J. SINGH, 1979. Evaluation of factorial partial diallel crosses. Crop. Sci. 19: 192-195.

DHILLON, B.S. e J. SINGH, 1981. Evaluation of circulant partial diallel crosses. Crop. Improv., 8: 7-15.

EAST, E.H., 1909. The distinction between development and heredity in inbreeding. Am. Naturalist, 43: 173-181 (citado por SPRAGUE, 1965).

EBERHART, S.A. e C.O. GARDNER, 1966. A general model for genetic effects. Biometrics. Raleigh, 22: 864-881.

ECKHARDT, R.C. e A.A. BRYAN, 1940. Effect of the method of combining the four in bred lines of a double cross of maize upon. The yield and variability of the resulting hybrid. J. Am. Soc. Agron. 32: 347-353.

- ENGLAND, F., 1974. A general approximate method for fitting additive and specific combining abilities to the diallel cross with unequal numbers of observations in the cells. *Theoretical and Applied Genetics*, 44: 378-380.
- ESTEVES, A., 1978. Interação de genótipos por localidades em cruzamentos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.
- FEDERER, W.J., 1967. Diallel cross designs and their relation to fractional replication. *DER Zuchter* 37:174-178.
- FERRÃO, R.G., 1984. Cruzamentos dialélicos incompletos entre oito linhagens de milho (*Zea mays* L.) com diferentes ângulos de inserção da folha no colmo. Viçosa, U.F.V., 92 p. (Tese de Mestrado).
- FERRÃO, G.F., J.C. SILVA e C.D. CRUZ, 1985. Avaliação da capacidade combinatória de oito linhagens de milho em um sistema dialélico desbalanceado. *Revista Ceres*, 32(182): 283-292.
- FYFE, J.L. e N. GILBERT, 1963. Partial diallel crosses. *Biometrics*, 19: 278-286.

- GARDNER, C.O., 1963. Estimates of genetic parameters in cross fertilizine plants and their implications in plant breeding. In: Statistical Genetics and Plant Breeding, NAS-NRC Publ., 982 pp. 225-252.
- GARDNER, C.O., 1965. Teoria de genética estatística aplicada a las médias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. Fitotecnia Latinoamericana. Caracas, 2: 11-22.
- GARDNER, C.O., 1967. Simplified methods for estimating constants and computing sums os squares for a diallel cross analysis. Fitotecnia Latinoamericana. Caracas, 4: 1-12.
- GARDNER, C.O. e S.A. EBERHART, 1966. Analysis and interpretations of the variety cross diallel related populations. Biometrics. Tallahasee, 22: 439-452.
- GARRETSEN, F. e M. KEULS, 1973. Analysis of genetic variation in an incomplete diallel cross. Proc. of the first meeting of the section Biometrics in Plant Breeding of Eucarpia. Hanover, 1973, 24-35.
- GARRETSEN, F. e M. KEULS, 1978. A general method for the analysis of genetic variation in complete and incomplete diallels and North Carolina II (NC II) designs. Part II: Procedures and general formulas for the fixed model. Euphytica, 27: 49-68.

- GENTER, C.F. e S.A. EBERHART, 1974. Performance of original and advanced maize populations and their diallel crosses. Crop Sci. Madison, 14: 881-885.
- GERRISH, E.E., 1983. Interracial hybridization in the corn Belt. Crop Science, Vol. 23, 1082-1084.
- GILBERT, N.E., 1967. Additive combining abilities fitted to plant breeding data. Biometrics, 23: 45-49.
- GNOATTO, I.C., 1969. Análise de cruzamentos dialélicos entre linhagens de milho (*Zea mays* L.) de diversas origens. ESALQ/USP, 80 p. (Tese de Mestrado).
- GODOI, C.R.M., 1985. Modelo linear multivariado, programa de computação. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, SP.
- GOMIDE; F.B., 1980. Cruzamentos dialélicos entre variedades de milho (*Zea mays* L.). UFV, Viçosa, 71 p. (Tese de Mestrado).
- GRIFFE; F., 1922. First generation corn varietal crosses. F. Am. Soc. Agron. Madison, 14: 18-27.
- GRIFFING, B., 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. Edinburgh, 10: 31-50.

- GRIFFING; B., 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. Melbourne, 9: 463-493.
- HALLAUER, A.R., 1972. Third phase in the yield evaluation of synthetic varieties of maize. Crop Sci. Madison, 12: 16-18.
- HALLAUER, A.R. e J.H. SEARS, 1968. Second phase in the evaluation of synthetic varieties of maize for yield. Crop Sci. Madison, 8: 448-451.
- HALLAUER; A.R. e J.B. MIRANDA Fº, 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames. 468 p.
- HAYES, H.K. e I.S. JOHNSON, 1939. The breeding of improved selfed lines of corn. Agron. J., 31: 710-724.
- HAYMAN, B.I., 1954a. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics. Raleigh, 10: 235-244.
- HAYMAN, B.I., 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, Wisconsin, 39: 789-809.
- JONES, D.F., 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. Connecticut Agr. Expt. Sta. Bulll., 207: 5-100.

- KEMPTHORNE, O., 1957. An introduction to genetic statistics. p. 458, John Wiley and Sons, New York.
- KEMPTHORNE, O. e R.N. CURNOW, 1961. The partial-diallel cross. *Biometrics*, 17: 229-250.
- KEULS, M. e F. GARRETSEN, 1977. A general method for the analysis of genetic variation in complete and incomplete diallels and North Carolina II designs. Part I. Procedures and general formulas for the random model. *Euphytica*, 26: 537-551.
- KHERA, A.S., V.V. MALHOTRA, V.D. SAZENA e B.S. DHILLON, 1975. Role of brachytic cytology. *Alexandria*, 4: 430-432.
- KRUG, C.A., C.P. VIÉGAS e L. PAOLIERI; 1943. Híbridos comerciais de milho. *Bragantia*, Campinas, 3: 367-552.
- LIMA, T.S.O., 1977. Avaliação das capacidades geral e específica de combinação e correlação entre caracteres em oito populações de milho (*Zea mays* L.) Opaco 2. U.F.V., Viçosa, 71 p. (Tese de Mestrado).
- LIMA, M., 1982. Análise de cruzamentos intervarietais de milho (*Zea mays* L.) no esquema dialélico parcial. Piracicaba, ESALQ/USP, 95 p. (Tese de Doutorado).

- LONNQUIST, J.H. e C.O. GARDNER; 1961. Heterosis in intervarietal crosses of maize and its implications in breeding procedures. Crop Sci. Madison, 1: 179-183.
- MILLIKEN, G.A., H.L. BUSH, A.W. ERICKSEN e A. SUZAKI, 1970. Estimating general combining ability from an incomplete crossing system. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol., 16: 264-274.
- MIRANDA, L.T., L.G.C. MIRANDA, C.V. POMMER e E. SAWAZAKI, 1977. Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho IAC-1. Bragantia, Vol. 36 nº 18, 187-196.
- MIRANDA Fº, J.B., 1974. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, ESALQ/USP, 116 p. (Tese de Doutorado).
- MIRANDA Fº, J.B. e I. GERALDI, 1980. Um modelo para análise de cruzamentos dialélicos parciais. Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 15: 50-60.
- MOLL, R.H., W.S. SALHUANA e H.F. ROBINSON, 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop. Sci. Madison, 2: 197-198.

- MOLL, R.H., J.H. LONNQUIST, J.V. FORTUNO e E.C. JOHNSON,
1965. The relationship of heterosis and genetic
divergence in maize. Genetics. New York, 52: 139-144.
- MOLL, R.H., C.C. COCKERHAM, C.W. STUBER e W.P. WILLIAMS,
1978. Selection responses, genetic environmental
interactions and heterosis with recurrent selections for
yield in maize. Crop Sci., 18: 641-645.
- NASPOLINI FILHO, V., E.E. GOMES, R.T. VIANNA e J.R. MÔRO,
1981. General and specific combining ability for yield in
a diallel cross among 18 maize populations. Rev. Brasil.
Genet. IV, 4, 571-577.
- PATERNIANI, E., 1961. Cruzamentos interracialis de milho. Pi
racicaba, ESALQ/USP, 46 p. (Tese de Livre Docência).
- PATERNIANI, E., 1965. Seleção recorrente para capacidade ge
ral de combinação em milhos da América Central. Ciência
e Cultura, 17(4): 555-559.
- PATERNIANI, E., 1967. Selection among and within half-sib
families in brazilian population of maize (*Zea mays* L.).
Crop Science, 7: 212-216.
- PATERNIANI, E., 1969. Melhoramento de populações de milho .
Ciência e Cultura, São Paulo, 21: 1-10.

PATERNIANI, E., 1970. Heterose em cruzamentos intervarietais de milho. Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 4: 95-100.

PATERNIANI, E., 1975. Origem e comportamento do milho Piranão. Informativo del maiz - Extraordinário de Investigacion, 1: 37-39.

PATERNIANI E., 1977. Avaliação de cruzamentos intervarie-
tais semi-dentados de milho (*Zea mays* L.). Rel. Cient.
Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 11: 101-107.

PATERNIANI, E., 1980. Heterosis in intervarietal crosses of
maize (*Zea mays* L.) and their advanced generations. Rev.
Brasil. Genet. Ribeirão Preto, 3: 235-249.

PATERNIANI, E. e J.H. LONNQUIST, 1963. Heterosis in
interracial crosses of corn. Crop Sci. Madison, 3: 504-
507.

PATERNIANI, E., J.R. ZINSLY e J.B.MIRANDA FILHO, 1977. Popu-
lações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Gené-
tica. Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 11:
108-113.

PATERNIANI, E. e R. VENCOSKY., 1978. Reciprocal recurrent
selection based on half-sib progenies and prolific plants
in maize (*Zea mays* L.). Maydica, 23: 209-219.

- PATERNIANI, E. e J.B. MIRANDA FILHO, 1978. Melhoramento de populações. In: Paterniani, E. (ed.). Melhoramento e produção do milho no Brasil. Fundação Cargill, ESALQ, Piracicaba, p. 202-256.
- PEREIRA, P. 1978. Comportamento de linhagens de milho (*Zea mays* L.) em cruzamentos dialélicos. Viçosa, U.F.V., 70 p. (Tese de Mestrado).
- PEREIRA, P.J., 1981. Avaliação de híbridos em cruzamentos dialélicos entre nove linhagens de milho Braquítico-2. Viçosa, U.F.V. (Tese de Mestrado).
- RICHEY, F.D., 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. Jour. Am. Soc. Agron., 14: 1-17.
- ROBINSON, H.F., A. KHALIL, R.E. COMSTOCK e C.C. COCKERHAM, 1958. Joint interpretation of heterosis and genetic variances in two open-pollinated varieties of corn and their cross. Genetics. New York, 43: 868-877.
- ROBINSON, H.F. e R.H. MOLL, 1965. Procedimientos utiles para mejorar el comportamiento de cruces intervarietales. Fitotecnica Latino Americana, 2: 235-256.
- SAWAZAKI, E., 1980. Melhoramento da cultivar de milho IAC Maya, Campinas, Fundação Cargill. 49 p.

- SCHAFFER, H.E. e R.A. USANIS, 1969. General least squares analysis of diallel experiments a computer program. DIALLEL. N.C. State University Genet. Dep. Res. Rep. 1, 61 p.
- SCHIMIDT, J., 1919. La valeur de l'individu à titre de générateur apprécié suivant la méthode du croisement diallele. Compt. Rend. Lab., Carlsberg, 14: nº 633. (Citado por FEDERER, 1967).
- SHULL, G.H., 1909. A pure line method of corn breeding. Am. Breed. Assoc. Rept. 5: 51-59. (Citado por SPRAGUE, 1955).
- SINGH, J., B.S. DHILLON e G.S.S. JOSHI, 1984. A comparative study of three sampling schemes of partial diallel crosses. Crop Improvement, 11: (1): 10-14.
- SINGLETON, W.R., 1959. Height potential in brachytic-2 dwarf hybrids. Maize Genetics Cooperation News Letter. Columbia, 33: 3-4.
- SNYDER, E.B., 1975. Combining ability determinations for incomplete mating designs. Southern Forest Experiment Station. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Mississippi, USA, pp. 3.
- SOUZA, Jr., C.L. 1981. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (*Zea mays* L.) braquiático. Piracicaba, ESALQ/USP, 102 p. (Dissertação de Mestrado).

- SPRAGUE, G.F., 1955. Chapter U: Corn Breeding. In: Corn and Corn Improvement. New York, N.Y., Academic Press Inc.
- SPRAGUE, G.F. e L.A. TATUM, 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Sco. Agron. Madison, 34: 923-932.
- TAVARES, F.C.A., 1972. Componentes da produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba, 106 p.
- TROYER, A.F. e A.R. HALLAUER; 1968. Analysis of a set of early flint varieties of maize. Crop Sci. Madison, 8: 581-584.
- VENCOVSKY, R., 1969a. Genética Quantitativa. In: Melhoria-mento e Genética, KERR, W.E., Ed. São Paulo, Edições Melhoramento e Editora USP.
- VENCOVSKY, R., 1969b. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades pelo método de GARDNER e EBERHART. Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP, 3: 99-111.
- VENCOVSKY, R., 1970. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, ESALQ/USP, 59 p. (Tese de Livre Docência).

- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: Paterniani, E., Coord. Melhoramento e produção do milho no Braisl. Piracicaba, ESALQ/USP, 122-199.
- VENCOVSKY, R., 1985. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, SP). Comunicação pessoal.
- VIÉGAS, G.P., 1957. O milho asteca. Agrônômico. Campinas, 4: 1-6.
- WEBEL, O.D. e J.H.LONNQUIST. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.), Crop Science, 7: 651-655.
- WELLHAUSEN, E.J., A. FUENTES e A.H. CORZA, 1957. Races of maize in Central América. National Academy of Science National Research Council. Washington, D.C. pp. 128.
- WU, S., 1939. The relationship between the origin of selfed lines of corn and their value in hybrid combinations. Agron. J. 31: 131-140.
- ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. J. Am. Soc. Agron. Madison, 34: 30-47.

T A B E L A S

TABELA 6. Quadrados médios da análise de variância, em látices quadruplos dos materiais de porte normal para o caráter produção de grãos ($\text{kg}/10 \text{ m}^2$), obtido no ano agrícola 1983/84, nos locais de Piracicaba e Araçatuba.

F.V.	G.L.	QM	
		Piracicaba	Araçatuba
Repetições	3	8,0623	4,5990
Tratamentos (não ajustados)	80	4,4685	2,0383
Blocos (dentro re _p etições)	32	5,4817	2,1598
Erro (in _{tr} abloco)	208	2,2178	0,7274
Total	323		
Tratamentos (ajustados)	80	3,8498**	1,8039**
Erro efetivo		2,455	0,792
Eficiência (%)		110,17	116,00
$\bar{X}$ (kg/ha)		11,316	4,914
c.v. (%)		13,84	18,11

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

TABELA 7. Quadrados médios da análise de variância, em látices retangulares simples duplicados dos materiais de porte baixos, para o caráter produção de grãos (kg/10m²), obtido no ano agrícola 1983/84 nos locais de Piracicaba e Araçatuba.

F.V.	G.L.	QM	
		Piracicaba	Araçatuba
Repetições	3	21,4196	9,3216
Tratamentos (ajustados)	41	4,2388**	1,9295**
Blocos	24	4,0894	2,3130
Comp(a)	12	5,5801	2,4065
Comp(b)	12	2,5988	2,2195
Resíduo	99	1,8557	0,7271
Total	167		
Erro efetivo		2,159	0,881
Eficiência		106,15	117,61
$\bar{X}$ (kg/ha)		10,124	4,618
c.v. (%)		14,51	20,33

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

TABELA 3. Quadrados médios obtidos da análise de variância, blocos casualizados dos cruzamentos de porte normal, para os caracteres altura da planta e da espiga (m), estudado no ano agrícola 1983/84, nos locais de Piracicaba e Araçatuba.

F.V.	G.L.	QM			
		Altura da planta		Altura da espiga	
		Piracicaba	Araçatuba	Piracicaba	Araçatuba
Blocos	1	0,0086 ^{ns}	0,1753 ^{**}	0,2019 ^{**}	0,3417 ^{**}
Tratamentos	80	0,1054 ^{**}	0,0666 ^{**}	0,11079 ^{**}	0,0939 ^{**}
Resíduo	80	0,0050	0,0176	0,0040	0,0184
Total	161				
Média ($\bar{X}$)		2,48	2,81	1,52	1,74
C.V.		2,86	4,72	4,16	7,78

ns = não significativo.

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$).

TABELA 9 . Quadrados médios obtidos da análise de variância, em blocos casualizados dos cruzamentos de porte baixo, para os caracteres altura da planta e da espiga (m), estudado no ano agrícola 1983/84, nos locais de Piracicaba e Araçatuba.

F.V.	G.L.	QM			
		Altura da planta		Altura da espiga	
		Piracicaba	Araçatuba	Piracicaba	Araçatuba
Blocos	1	0,4806**	0,0245 ^{ns}	0,2433**	0,0088 ^{ns}
Tratamentos	41	0,0598 ^{ns}	0,0978**	0,0457*	0,1090**
Resíduo	41	0,0418	0,0350	0,0129	0,0265
Total	83				
Média ($\bar{X}$)		2,03	2,41	1,17	1,47
C.V.		10,03	7,75	12,63	11,02

ns = não significativo.

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0.05$)

** = significativo ao nível de probabilidade ($p < 0.01$)

TABELA 10. Quadrados médios, médias ($\bar{x}$) e coeficiente de variação (c.v.) na análise conjunta dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba), entre os cruzamentos de porte normal para os três caracteres estudados. 1983/84.

F.V.	G.L.	QM		
		Produção (kg/10m ²)	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)
Local	1	6639,0276**	9,0853**	3,7464**
Tratamentos	80	4,3015**	0,1359**	0,1741**
Locais x Tratamentos	80	89,1020**	0,2874**	0,2487**
Resíduo	160	1,6235	0,0113	0,0112
Média ($\bar{x}$)		8,11	2,64	1,63
C.V. (%)		15,70	4,04	6,49

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$)

TABELA 11. Quadrados médios, média ($\bar{x}$) e coeficiente de variação (c.v.), na análise conjunta dos dois locais (Araçatuba e Piracicaba), entre os cruzamentos de porte baixo para os três caracteres estudados. 1983/84.

F.V.	G.L.	QM		
		Produção (kg/10m ²)	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)
Local	1	2770,5288**	5,8987**	3,9070**
Tratamentos	41	3,3981**	0,1411**	0,1395**
Local x Tratamento	41	62,1233**	0,3014**	0,2500**
Resíduo	82			
	198/ 1	1,52		
Média ($\bar{X}$)		16,74	8,78	11,74
C.V.		7,36	2,23	1,32

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

TABELA 13- Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter produção de grãos, realizado em Aracatuba, no ano agrícola 1983/84. Os dados representam as médias de 4 repetições em kg/10m².

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	3,516	-	5,827	4,605	4,845	5,235	5,093	4,397	-	5,261	4,688	6,006
2	4,800	4,080	3,910	4,069	3,923	-	-	-	-	4,615	3,994	3,945
3	5,202	4,145	4,825	5,211	4,933	5,434	5,425	4,219	4,464	4,706	5,529	4,808
4	5,681	5,733	4,383	5,795	5,765	5,085	-	4,058	5,048	5,222	5,750	4,930
5	5,200	5,631	-	5,353	5,519	-	-	3,732	-	6,131	5,864	5,593
6	5,577	5,079	5,083	5,551	5,471	5,112	1,111	5,451	5,739	4,538	5,224	5,373
7	4,288	3,803	4,180	4,614	4,261	5,650	2,885	4,084	-	4,986	5,478	4,909
8	5,124	5,249	4,582	5,051	4,098	-	-	5,220	3,617	4,188	4,860	5,708
9	5,480	5,987	-	-	4,744	-	-	5,010	-	5,583	5,036	4,295
10	3,192	5,458	-	4,798	4,763	5,478	5,716	4,182	-	4,247	4,175	42,009
11	4,971	5,843	3,903	-	4,912	4,756	-	4,679	3,940	4,084	5,298	4,851
12	3,820	4,150	5,124	4,530	4,057	3,681	-	3,675	5,363	4,674	4,530	-
Testemunhas	C 111s = 4,446kg/10m ²					Ag 352 = 4,339kg/10m ²						

TABELA 14 - Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter produção de grãos, realizado em Piracicaba e Araçatuba, no ano agrícola 1983/84. Os dados representam as médias de 8 repetições de $\text{kg}/10\text{m}^2$.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	5,784	-	8,4535	7,874	7,3215	9,6705	7,7725	8,444	-	8,401	8,131	9,193
2	7,443	6,5175	6,236	7,9995	6,504	-	-	-	-	7,296	6,721	6,6755
3	7,1375	6,8145	7,261	7,6025	7,405	8,9945	9,7115	7,599	7,266	8,2855	7,5645	8,0455
4	9,237	8,5845	7,1865	8,2345	8,612	8,1565	-	6,763	8,363	8,203	8,7835	8,2855
5	7,502	7,7465	-	8,2855	8,2215	-	-	7,5325	-	10,2005	8,6235	8,767
6	8,134	7,872	7,8485	8,404	7,408	7,782	7,305	7,8195	8,9895	8,057	7,945	8,425
7	7,049	7,4795	6,8995	7,792	7,240	8,9905	6,013	6,960	-	7,893	7,530	8,0665
8	8,536	8,4795	8,365	8,973	7,112	-	-	8,8275	7,5935	7,922	8,046	8,794
9	8,684	8,5585	-	-	8,3015	-	-	8,309	-	8,0355	8,4235	7,805
10	6,0565	7,7195	-	8,6985	7,5225	8,3715	8,5285	7,6095	-	7,822	7,186	-
11	8,2225	8,8285	7,829	-	7,8355	8,237	-	7,427	6,9185	7,531	9,1205	7,787
12	7,414	7,425	6,791	7,5645	7,127	7,2125	-	7,1335	8,395	7,9105	7,165	-
Testemunhas	C 111s = 8,020kg/10m ²						Ag 352 = 6,666kg/10m ²					

TABELA 15. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter altura da planta, em metros (m), em Piracicaba, no ano agrícola 1983/84. Os dados representam as médias de 4 repetições.

Variedades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,63	-	2,03	2,52	2,21	2,88	2,72	2,38	-	2,12	2,15	2,67
2	2,20	1,97	1,89	2,09	2,12	-	-	-	-	1,96	2,02	2,11
3	2,17	1,81	2,20	2,26	2,15	2,65	2,63	2,38	2,36	1,98	2,08	2,58
4	2,66	2,35	2,30	2,71	2,40	2,65	-	2,16	2,29	2,61	2,57	2,47
5	2,54	2,51	-	2,71	2,58	-	-	2,50	-	2,87	2,41	2,79
6	2,22	2,09	2,14	2,31	1,81	2,31	2,67	2,22	2,48	2,36	2,15	2,82
7	1,82	1,93	1,94	2,30	1,88	2,27	2,14	2,09	-	2,05	1,80	2,45
8	2,72	2,28	2,58	2,64	2,52	-	-	2,52	2,22	2,50	2,25	2,73
9	2,78	2,60	-	-	2,71	-	-	2,79	-	2,62	2,32	2,90
10	1,66	2,22	-	2,48	2,28	2,75	2,67	2,51	-	2,34	2,21	-
11	2,79	2,26	2,36	-	2,23	2,60	-	2,63	2,63	2,36	2,45	2,85
12	2,19	1,92	1,94	2,27	2,18	2,08	-	2,44	2,07	1,92	2,01	-
Testemunhas	C 111s = 1,99m						Ag 352 = 1,90m					

TABELA 16. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter altura da planta, em metros (m), realizado em Araçatuba, no ano agrícola 1983/84. Os dados representam as médias de 4 repetições.

Variedades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2,01		2,61	2,70	2,58	2,83	3,23	2,92		2,76	2,65	2,84
2	2,40	2,32	2,16	2,66	2,48	-	-	-	-	2,50	2,23	2,61
3	2,59	2,22	2,44	2,65	2,43	2,82	2,77	2,73	2,69	2,33	2,42	2,53
4	2,82	2,91	2,77	2,78	2,87	3,19	-	2,99	2,61	2,90	2,88	2,83
5	2,88	2,85	-	2,94	3,05	-	-	2,79	-	2,95	2,98	2,89
6	2,76	2,43	2,54	2,87	2,32	2,86	3,13	2,45	2,79	2,57	2,61	2,94
7	2,42	2,20	2,20	2,33	2,12	2,67	2,61	2,55	-	2,17	2,25	2,51
8	2,76	2,97	2,98	2,71	2,67	-	-	2,85	2,68	2,85	2,73	2,95
9	2,99	2,87	-	-	2,77	-	-	2,88	-	2,85	2,70	3,03
10	1,90	2,50	-	2,95	2,74	3,32	2,88	2,91	-	2,90	2,85	-
11	3,01	2,94	2,80	-	2,92	2,89	-	2,74	2,63	2,52	2,70	3,02
12	2,43	2,23	2,34	2,57	2,54	2,62	-	2,86	2,68	2,38	2,33	-
Testemunhas	C 111s = 2,59m					Ag 352 = 2,15m						

TABELA 17. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter incompleto da plan-
ta (m), referente à média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,82		2,32	2,61	2,395	2,855	2,975	2,65	-	2,41	2,40	2,155
2	2,30	2,145	2,025	2,375	2,30	-	-	-	-	2,23	2,125	2,36
3	2,38	2,015	2,32	2,455	2,29	2,735	2,70	2,555	2,525	2,155	2,25	2,555
4	2,74	2,63	2,535	2,745	2,635	2,92	-	2,575	2,45	2,155	2,725	2,65
5	2,71	2,68	-	2,825	2,815	-	-	2,645	-	2,91	2,635	2,84
6	2,49	2,26	2,34	2,59	2,065	2,585	2,90	2,335	2,535	2,465	2,38	2,88
7	2,12	2,065	2,07	2,315	2,00	2,47	2,375	2,32	-	2,11	2,025	2,48
8	2,74	2,625	2,78	2,675	2,595	-	-	2,685	2,45	2,675	2,49	2,84
9	2,885	2,735	-	-	2,77	-	-	2,835	-	2,735	2,51	2,965
10	1,78	2,36	-	2,715	2,51	3,035	2,775	2,71	-	2,62	2,53	-
11	2,90	2,60	2,58	-	2,575	2,745	-	2,685	2,63	2,49	2,575	2,935
12	2,31	2,075	2,14	2,47	2,36	2,35	-	2,65	2,375	2,15	2,17	-
Testemunhas	C 111s = 2,29m						Ag 352 = 2,025m					

TABELA 18. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter altura da espiga, em metros (m), realizado em Piracicaba, no ano agrícola 1983/84. Os dados representam as médias de 4 repetições.

Variedades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,94		1,21	1,62	1,26	1,97	1,84	1,71	-	1,31	1,21	1,74
2	1,22	1,07	0,98	1,15	1,16	-	-	-	-	1,02	1,11	1,19
3	1,27	0,94	1,26	1,18	1,27	1,62	1,59	1,43	1,46	1,17	1,19	1,70
4	1,51	1,47	1,35	1,83	1,41	1,73	-	1,22	1,19	1,68	1,64	1,58
5	1,64	1,69	-	1,87	1,52	-	-	1,56	-	1,89	1,46	1,84
6	1,42	1,19	1,24	1,28	1,05	1,32	1,93	1,25	1,56	1,43	1,35	1,85
7	1,04	1,02	1,02	1,22	1,03	1,25	1,28	1,14	-	1,14	1,06	1,39
8	1,76	1,42	1,45	1,50	1,47	-	-	1,56	1,26	1,44	1,33	1,73
9	1,82	1,64	-	-	1,75	-	-	1,69	-	1,51	1,46	2,00
10	0,83	1,27	-	1,44	1,38	1,79	1,62	1,53	-	1,41	1,49	-
11	1,88	1,23	1,42	-	1,32	1,61	-	1,63	1,48	1,38	1,51	1,89
12	1,24	1,04	1,16	1,45	1,33	1,03	-	1,64	1,36	1,09	1,09	-
Testemunhas	C 111s = 1,26m						Ag 352 = 1,04m					

TABELA 19. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter altura da espiga, em metros (m), realizado em Araçatuba, no ano agrícola de 1983/84. Os dados representam as médias de 4 repetições.

Variedades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,10	-	1,56	1,66	1,62	1,99	2,22	1,95	-	1,72	1,79	1,90
2	1,41	1,32	1,24	1,44	1,38	-	-	-	-	1,44	1,22	1,50
3	1,63	1,19	1,38	1,48	1,50	1,77	1,71	1,60	1,62	1,35	1,49	1,40
4	1,92	1,85	1,62	1,83	1,77	2,20	-	1,96	1,37	1,82	1,78	1,73
5	2,01	1,83	-	1,86	1,91	-	-	1,80	-	1,85	1,86	1,98
6	1,94	1,49	1,52	1,64	1,41	1,74	2,06	1,40	1,68	1,70	1,63	1,76
7	1,37	1,20	1,21	1,26	1,28	1,52	1,56	1,42	-	1,23	1,27	1,40
8	1,69	1,88	1,78	1,62	1,63	-	-	1,91	1,52	1,65	1,67	1,96
9	2,01	1,67	-	-	1,73	-	-	1,88	-	1,75	1,71	2,10
10	1,14	1,64	-	1,63	1,84	2,24	2,03	1,85	-	2,02	1,97	-
11	1,97	1,78	1,63	-	1,69	1,77	-	1,74	1,68	1,54	1,57	2,08
12	1,61	1,29	1,45	1,66	1,58	1,44	-	1,61	1,61	1,48	1,53	-
Testemunhas	C 111s = 1,76m						Ag 352 = 1,16m					

TABELA 20. Tabela referente a um cruzamento dialélico parcial incompleto, para o caráter altura da espiga (m), referente à média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,02		1,385	1,64	1,44	1,98	2,03	1,83		1,515	1,50	1,82
2	1,315	1,195	1,11	1,295	1,27	-	-	-	-	1,23	1,165	1,345
3	1,45	1,065	1,32	1,33	1,385	1,695	1,65	1,515	1,54	1,26	1,34	1,55
4	1,715	1,66	1,485	1,83	1,59	1,965	-	1,59	1,28	1,75	1,71	1,655
5	1,825	1,76	-	1,865	1,715	-	-	1,68	-	1,87	1,66	1,91
6	1,68	1,34	1,38	1,46	1,23	1,53	1,995	1,325	1,62	1,565	1,49	1,805
7	1,205	1,11	1,115	1,24	1,155	1,385	1,42	1,28	-	1,185	1,165	1,395
8	1,725	1,65	1,615	1,56	1,55	-	-	1,735	1,39	1,545	1,50	1,845
9	1,915	1,655	-	-	1,74	-	-	1,785	-	1,63	1,585	2,05
10	0,985	1,455	-	1,535	1,61	2,015	1,825	1,69	-	1,715	1,73	-
11	1,925	1,505	1,525	-	1,505	1,69	-	1,685	1,58	1,46	1,54	1,985
12	1,425	1,165	1,305	1,555	1,455	1,235	-	1,625	1,485	1,285	1,305	-
Testemunhas	C 111s = 1,51m						Ag 352 = 1,10m					

TABELA 21. Análise de variância das capacidades gerais e específicas de combinação dos caracteres estudados para os dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

F.V.	G.L.	QM					
		Produção (kg/10m ²)		Altura da planta (m)		Altura da espiga (m)	
		Piracicaba	Araçatuba	Piracicaba	Araçatuba	Piracicaba	Araçatuba
$\hat{g}_i$	11	11,7271**	5,3913**	0,8625**	0,7380**	0,6353**	0,6622**
$\hat{g}_j$	11	9,4198**	1,7846*	0,5389**	0,3553**	0,3913**	0,2584**
$\hat{s}_{ij}$	95	4,0771**	1,5036**	0,0656*	0,0623 ^{ns}	0,0610**	0,0521 ^{ns}
Erro	307	2,3595	0,8207	0,0468	0,0526	0,0259	0,0449
Média ($\bar{x}$)		10,973	4,824	2,37	2,77	1,44	1,68
C.V. (%)		13,99	18,77	9,12	8,46	11,17	12,61

ns = não significativo.

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

TABELA 22. Quadrados médios das capacidades combinatória, geral e específica, e do erro, na análise conjunta dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba), para os três caracteres estudados. 1983/84.

F.V.	G.L.	QM		
		Produção (kg/10m ²)	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)
$\hat{g}_i$	11	13,6588**	1,5634**	1,2571**
$\hat{g}_j$	11	7,1776**	0,854 **	0,6110**
$\hat{s}_{ij}$	95	3,6909**	0,0985**	0,0919**
$\hat{g}_i \times \text{local}$	11	3,4596*	0,0371 ^{ns}	0,0404 ^{ns}
$\hat{g}_j \times \text{local}$	11	4,0268**	0,0402 ^{ns}	0,0387 ^{ns}
$\hat{s}_{ij} \times \text{local}$	95	1,8898 ^{ns}	0,0294 ^{ns}	0,0212 ^{ns}
Erro	614	1,5901	0,0497	0,0354
Média ($\bar{x}$)		7,898 kg/ha	2,54m	1,56m
C.V. (%)		15,96%	8,77%	12,06%

ns = não significativo.

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

TABELA 23. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação entre os materiais de grãos dentados ($\hat{g}_i$) para produção de grãos (P), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), relativos à Piracicaba, Araçatuba e a média dos dois locais com os respectivos intervalos de confiança (IC) 1983/84.

População	Caracteres	Piracicaba	IC	Araçatuba	IC	Média	IC
1	P	0,2632	-1,5454; 2,0719	0,1264	-0,9719; 1,2248	0,1953	-1,0214; 1,4122
	AP	-0,0732	-0,3978; 0,2153	-0,0292	-0,3453; 0,2869	-0,0512	-0,3324; 0,2299
	AE	0,0149	-0,2980; 0,3279	0,0458	-0,2433; 0,3351	0,0304	-0,2411; 0,3019
2	P	-1,1536	-3,1439; 0,8367	-0,7218	-1,9306; 0,4868	-0,9372	-2,2763; 0,4018
	AP	-0,2722	-0,6292; 0,0849	-0,2299	-0,5778; 0,1179	-0,2510	-0,5605; 0,0583
	AE	-0,2801	-0,6246; 0,0642	-0,2614	0,5796; 0,0568	-0,2708	-0,5696; 0,0280
3	P	-0,2677	-1,9337; 1,3982	0,0846	-0,9271; 1,0963	-0,0911	-1,2120; 1,0297
	AP	-0,1078	-0,4068; 0,1911	-0,1654	-0,4566; 0,1257	-0,1366	-0,3956; 0,1223
	AE	-0,1027	-0,3910; 0,1856	-0,1723	-0,4387; 0,0940	-0,1375	-0,3876; 0,1126
4	P	0,2637	-1,4621; 0,9896	0,3870	-0,6610; 1,4351	0,3258	-0,8351; 1,4869
	AP	0,1194	-0,1902; 0,4291	0,1795	-0,1221; 0,4812	0,1495	-0,1188; 0,4178
	AE	0,0845	-0,2041; 0,3931	0,1503	-0,1256; 0,4262	0,1224	-0,1367; 0,3815
5	P	0,4423	-1,5447; 2,4294	0,5342	-0,6724; 1,7409	0,4884	-0,8484; 1,8253
	AP	0,2747	-0,0818; 0,6313	0,2445	-0,1027; 0,5919	0,2596	-0,0492; 0,5686
	AE	0,2698	-0,0739; 0,6137	0,2364	-0,0812; 0,5541	0,2532	-0,0451; 0,5515
6	P	-0,1923	-1,8583; 1,4736	0,3936	-0,6181; 1,4053	0,1007	-1,0201; 1,2215
	AP	-0,0803	-0,3793; 0,2186	0,0279	-0,3191; 0,2632	-0,0541	-0,3171; 0,2048
	AE	-0,0368	-0,3252; 0,2514	0,0181	-0,2845; 0,2482	-0,0275	-0,2776; -0,2226
7	P	-0,5406	-0,2692; 1,1879	-0,3723	-1,4221; 0,6773	-0,4560	-1,6190; 0,7069
	AP	-0,3220	-0,6322; -0,0118	-0,3558	-0,6580; 0,5537	-0,3389	-0,6077; -0,0702
	AE	-0,3038	-0,6030; -0,0047	-0,3539	-0,6303; 0,0775	-0,3289	-0,5884; -0,0693
8	P	0,9037	-0,8971; 2,7046	-0,0427	-1,1364; 1,0508	0,4258	-0,7857; 1,6374
	AP	0,1694	-0,1536; 0,4926	0,1522	-0,1625; 0,4670	0,1608	-0,1191; 0,4408
	AE	0,0936	-0,2180; 0,4053	0,0979	-0,1900; 0,3858	0,0958	-0,1745; 0,3661
9	P	0,6429	-1,4721; 2,7580	0,3382	-0,9462; 1,6227	0,4912	-0,9317; 1,9142
	AP	0,3644	-1,5063; 0,7440	0,2111	-0,1585; 0,5808	0,2878	-0,0409; 0,6166
	AE	0,2936	-0,0724; 0,6596	0,1824	-0,1557; 0,5205	0,2380	-0,0795; 0,5555
10	P	-0,2274	-2,1253; 1,6704	-0,1690	-1,3216; 0,9834	-0,1976	-1,4745; 1,0791
	AP	-0,0288	-0,3693; 0,3117	0,0445	-0,2871; 0,3762	0,0078	-0,2871; 0,3029
	AE	-0,0229	-0,3513; 0,3055	0,1195	-0,1839; 0,4229	0,0483	-0,2366; 0,3332
11	P	0,3193	-1,4847; 2,1233	-0,0973	-1,1928; 0,9982	0,1114	-1,1023; 1,3251
	AP	0,1787	-0,1450; 0,5024	0,1456	-0,1696; 0,4610	0,1622	-0,1182; 0,4426
	AE	0,1275	-0,1846; 0,4397	0,0888	-0,1995; 0,3773	0,1082	-0,1626; 0,3790
12	P	-0,4535	-2,2580; 1,3509	-0,4609	-1,5567; 0,6349	-0,4568	-1,6708; 0,7572
	AP	-0,2224	-0,5462; 0,1014	-0,1692	-0,4846; 0,1461	-0,1958	-0,4763; 0,0847
	AE	-0,1476	-0,4539; 0,1646	-0,1154	-0,4040; 0,1730	-0,1316	-0,4025; 0,1393

TABELA 24. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação entre os materiais de grãos duros (g_j) para produção de grãos (P), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), relativos à Piracicaba, Araçatuba e a média dos dois locais, com os respectivos intervalos de confiança (IC). 1983/84.

População	Caracteres	Piracicaba	IC	Araçatuba	IC	Média	IC
13	P	-0,5115	-2,1775; 1,1545	-0,0861	-1,0979; 0,9255	-0,2984	-1,4193; 0,8224
	AP	-0,0970	-0,3960; 0,2019	-0,1363	-0,4275; 0,1549	-0,1166	-0,3756; 0,1423
	AE	-0,0618	-0,3502; 0,2264	-0,0323	-0,2987; 0,2340	-0,0971	-0,2972; 0,2030
14	P	-0,3232	-2,0582; 1,4116	0,2020	-0,8515; 1,2556	-0,0601	-1,2273; 1,1070
	AP	-0,2089	-0,5203; 0,1023	-0,1343	-0,4376; 0,1689	-0,1716	-0,4414; 0,0980
	AE	-0,1704	-0,4707; 0,1297	-0,1199	-0,3974; 0,1574	-0,1452	-0,4057; 0,1152
15	P	-0,5648	-2,5569; 1,2271	-0,0992	-1,2482; 1,0497	-0,3815	-1,6544; 0,8914
	AP	-0,1575	-0,4970; 0,1819	-0,1237	-0,4545; 0,2069	-0,1406	-0,4348; 0,1534
	AE	-0,1504	-0,4778; 0,1770	-0,1347	-0,4372; 0,1677	-0,1426	-0,4266; 0,1414
16	P	0,4502	-1,3561; 2,2567	0,1580	-0,9389; 1,2550	0,3046	-0,9106; 1,5199
	AP	0,1046	-0,2185; 0,4287	0,0445	-0,2712; 0,3602	0,0745	-0,2062; 0,3554
	AE	0,0533	-0,2592; 0,3660	-0,0472	-0,9389; 1,2550	0,0031	-0,2681; 0,2742
17	P	-0,6463	-2,3123; 1,0196	-0,0495	-1,0612; 0,9622	-0,3475	-1,4684; 0,7733
	AP	-0,1178	-0,4168; 0,1811	-0,0929	-0,3841; 0,1982	-0,1054	-0,3644; 0,1535
	AE	-0,1135	-0,4018; 0,1747	-0,0706	-0,3370; 0,1957	-0,0921	-0,3422; 0,1580
18	P	0,9304	-1,0646; 2,9255	-0,2435	-0,9680; 1,4551	0,5870	-0,7552; 1,9292
	AP	0,2121	-0,1459; 0,5701	0,2301	-0,1186; 0,5788	0,2211	-0,0890; 0,5312
	AE	0,1443	-0,2008; 0,4836	0,1833	-0,1356; 0,5023	0,1638	-0,1356; 0,4634
19	P	0,2453	-2,2501; 2,7408	-0,1304	-1,6458; 1,3850	0,0574	-1,6214; 1,7363
	AP	0,3097	-0,1380; 0,7575	0,3136	-0,1225; 0,7498	0,3117	-0,0762; 0,6996
	AE	0,2995	-0,1323; 0,7314	0,3094	-0,0895; 0,7084	0,3045	-0,0701; 0,6791
20	P	-0,1403	-1,8709; 1,5902	-0,4614	-1,5174; 0,5894	-0,3004	-1,4647; 0,8638
	AP	0,0165	-0,2940; 0,3271	0,0501	-0,2523; 0,3526	0,0333	-0,2357; 0,3023
	AE	0,0190	-0,2804; 0,3185	0,0320	-0,2446; 0,3087	0,0256	-0,2342; 0,2853
21	P	0,0773	-2,2099; 2,3645	-0,1726	-1,5616; 1,2163	-0,0468	-1,5856; 1,4919
	AP	-0,0465	-0,4569; 0,3639	-0,0562	-0,4560; 0,3435	-0,0514	-0,14069; 0,3041
	AE	-0,0624	-0,4583; 0,3383	-0,1075	-0,4732; 0,2581	-0,0850	-0,4284; 0,2583
22	P	0,4327	-1,2332; 2,0987	0,0291	-0,9826; 1,0408	0,2271	-0,8937; 1,3480
	AP	-0,0712	-0,3701; 0,2277	-0,0738	-0,3650; 0,2174	-0,0725	-0,3315; 0,1865
	AE	-0,0702	-0,3585; 0,2181	-0,0531	-0,3195; 0,2132	-0,0617	-0,3118; 0,1884
23	P	-0,1351	-1,8011; 1,5308	0,2117	-0,8000; 1,2234	0,0382	-1,0826; 1,1590
	AP	-0,1770	-0,4760; 0,2119	-0,1063	-0,3975; 0,1849	-0,1416	-0,4006; 0,1173
	AE	-0,1185	-0,4068; 0,1697	-0,0581	-0,3245; 0,2080	-0,0884	-0,3385; 0,1617
24	P	0,2853	-1,5269; 2,0976	0,1550	-0,9455; 1,2556	0,2205	-0,9987; 0,1498
	AP	0,2331	-0,0920; 0,5584	0,0853	-0,2313; 0,4021	0,1592	-0,1224; 0,4441
	AE	0,2312	-0,0824; 0,5448	0,0990	-0,1907; 0,3888	0,1651	-0,1069; 0,4372

TABELA 25. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) para produção de grãos, relativas à análise conjunta para os dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-2,0109	-	0,7417	-0,5239	-0,4243	0,9902	-0,3782	0,6511	-	0,0806	-0,0005	0,8792
2	0,7806	0,3832	-0,3433	0,7341	-0,1093	-	-	-	-	0,1081	-0,2780	-0,5058
3	-0,3710	-0,9322	-0,1644	-0,5090	-0,0544	0,6006	1,8472	0,0925	-0,4941	0,2515	-0,2806	0,0181
4	1,3116	0,4208	-0,6558	-0,2939	0,7357	-0,6543	-	-1,1604	0,1860	-0,2479	0,5215	-0,1588
5	-0,5860	-0,5798	-	-0,4055	0,1826	-	-	-0,5535	-	1,5870	0,1989	0,1601
6	0,4337	-0,0666	0,2313	0,1007	-0,2432	-0,8037	-0,7511	0,1212	1,0376	-0,1688	-0,0919	0,2058
7	-0,0946	0,0976	-0,1610	0,0454	0,1455	0,9615	-1,4864	-0,1816	-	0,2239	0,0498	0,4040
8	0,5106	0,2158	0,4227	0,3446	-0,8643	-	-	0,8041	-0,6835	-0,6289	-0,316	0,2497
9	0,5932	0,2294	-	-	0,2598	-	-	0,3102	-	-0,5808	-0,0039	-0,8047
10	-1,3455	0,0792	-	0,6935	0,1776	0,0841	0,7707	0,2095	-	-0,1055	-0,5526	-
11	0,5115	0,8792	0,2011	-	0,1736	-0,3594	-	-0,2820	-1,10441	-0,7055	1,0729	-0,4429
12	0,2712	0,0439	-0,2687	-0,1813	0,0333	-0,8157	-	-0,0073	1,0060	0,2422	-0,3144	-

TABELA 26. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) para altura da planta, relativas à análise conjunta para os dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-0,5522		-0,0282	0,0467	0,0116	0,1451	0,1745	0,1279	-	-0,0063	0,0528	0,1070
2	0,1276	0,0276	-0,1234	0,0115	0,1164	-	-	-	-	0,0135	-0,0224	-0,0882
3	0,0932	-0,2168	0,0572	-0,0229	-0,0080	0,1105	-0,0151	0,1183	0,1730	-0,1759	-0,0118	-0,0076
4	0,1671	0,1121	-0,0139	-0,0190	0,0509	0,0094	-	-0,1478	-0,1881	0,1380	0,1771	-0,1987
5	0,0270	0,0520	-	-0,0491	0,1208	-	-	-0,1879	-	0,1829	0,0370	-0,1188
6	0,1207	-0,0543	-0,6053	0,0296	-0,3155	-0,1220	-0,1024	-0,1842	0,2005	0,0516	0,0357	0,2349
7	-0,0355	0,0355	0,0095	0,0394	-0,0957	0,0478	-0,1378	0,0856	-	-0,0186	-0,0345	0,1197
8	0,1558	0,0958	0,2198	-0,1003	-0,0004	-	-	-0,0491	-0,1994	0,0467	-0,0692	-0,0200
9	0,1738	0,0788	-	-	0,0476	-	-	-0,0261	-0,0203	-0,0203	-0,1762	-0,0220
10	-0,6512	-0,0162	-	0,0927	0,0676	0,2661	-0,0845	0,1289	-	0,1447	0,1238	-
11	0,3144	0,0694	0,0184	-	-0,0218	-0,1783	-	-0,0505	-0,0208	-0,1397	0,0144	0,0736
12	0,0824	-0,0976	-0,0636	0,0513	0,1212	-0,2153	-	0,2725	0,0822	-0,1217	-0,0326	-

TABELA 27. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) para altura da espiga, relativas à análise conjunta para os dois locais (Piracicaba e Araçatuba). 1983/84.

Varie- dades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-0,5233		-0,0628	0,0465	-0,0583	0,2258	0,1351	0,2140		-0,0137	-0,0020	0,0645
2	0,0728	0,0509	-0,0368	0,0027	0,0728					0,0024	-0,036	-0,1094
3	0,0746	-0,2123	0,0400	-0,0955	0,0546	0,1087	-0,0770	0,0670	0,2025	-0,1008	0,0058	-0,0376
4	0,0797	0,1228	-0,0549	0,1446	-0,0003	0,1188	-	-0,1179	-0,3174	0,1293	0,1159	-0,1925
5	0,0590	0,0921		0,0489	-0,006			-0,1586		0,1186	-0,0648	-0,0682
6	0,1946	-0,0473	-0,0100	-0,0755	-0,2104	-0,1663	0,1580	-0,2330	0,1725	0,0942	0,0458	0,1074
7	0,0210	0,0241	0,0264	0,0059	0,016	-0,0099	-0,1156	0,0234		0,0156	0,0222	-0,0012
8	0,1163	0,1394	0,1018	-0,0989	-0,0137			0,0536	-0,1808	-0,0491	-0,0674	0,0241
9	0,1641	0,0022			0,0341			-0,0385		-0,1063	-0,1247	0,0869
10	-0,5761	-0,0080		-0,0762	0,0939	0,2430	-0,0878	0,0563		0,1685	0,2101	
11	0,3039	-0,0180	-0,0066		-0,0711	-0,1420		-0,0088	-0,0032	-0,1465	-0,0398	0,1517
12	0,0437	-0,1182	0,0192	0,1235	0,1187	-0,3572		0,1710	0,1416	-0,0817	-0,035	

TABELA 28. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) para produção de grãos, altura de planta e de espiga, média da produção de grãos (kg/10m), da altura de planta e espiga em metros (m), dos 25 híbridos com maiores efeitos para capacidade específica de combinação para o caráter produção de grãos, relativas a análise conjunta para os dois locais. 1983/84.

Híbrido	Produção de grãos		Altura de planta		Altura de espiga	
	$\hat{s}_{ij}$	hg/10m	$\hat{s}_{ij}$	m	$\hat{s}_{ij}$	m
H ₃ 19	1,8742	9,711	-0,0151	2,70	-0,0770	1,65
H ₅ 22	1,5870	10,200	0,1829	2,91	0,1186	1,87
H ₄ 13	1,3116	9,237	0,1671	2,74	0,0797	1,71
H ₁₁ 23	1,0729	9,120	0,0144	2,57	-0,0398	1,54
H ₁₂ 21	1,0060	8,395	0,0822	2,37	-0,1416	1,48
H ₆ 21	1,0376	8,989	0,2005	2,63	0,1725	1,62
H ₁ 18	0,9902	9,670	0,1451	2,85	0,2258	1,98
H ₇ 18	0,9615	8,990	0,0478	2,47	-0,0099	1,38
H ₁ 24	0,8792	9,193	0,1070	2,75	0,0645	1,82
H ₁₁ 14	0,8792	8,828	0,0694	2,60	-0,0180	1,50
H ₈ 20	0,8041	8,827	-0,0491	2,68	0,0536	1,73
H ₂ 13	0,7806	7,443	0,1276	2,30	0,0728	1,31
H ₁₀ 19	0,7707	8,528	-0,0845	2,77	-0,0878	1,82
H ₁ 15	0,7417	8,453	-0,0282	2,32	-0,0628	1,38
H ₄ 17	0,7357	8,612	0,0509	2,63	-0,0003	1,59
H ₁ 16	0,7341	7,999	0,0115	2,37	0,0027	1,29
H ₁₀ 16	0,6935	8,698	0,0927	2,71	-0,0762	1,53
H ₁ 20	0,6511	8,444	0,1279	2,65	0,2140	1,83
H ₃ 18	0,6006	8,994	0,1105	2,73	0,1087	1,69
H ₉ 13	0,5932	8,684	0,1738	2,88	0,1641	1,91
H ₄ 23	0,5215	8,783	0,1771	2,72	0,1159	1,71
H ₈ 13	0,5106	8,536	0,1558	2,74	0,1163	1,72
H ₈ 13	0,4337	8,134	0,1207	2,49	0,1946	1,68
H ₈ 15	0,4227	8,365	0,2198	2,78	0,1018	1,61
H ₄ 14	0,4208	8,584	0,1121	2,63	0,1228	1,48

A P Ê N D I C E

TABELA 29. Obtenção da matriz $X'Y = X'X\beta$ a partir da tabela dialélica para o caráter produção de grãos no local de Piracicaba, 1983/84.

X'Y	X'X																β
	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	10	12	12	
1288.521	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	10	12	12	$\bar{y}$
112.617	10	10															$\bar{g}_1$
77.449	8		8														$\bar{g}_2$
128.473	12			12													$\bar{g}_3$
123.368	11				11												.
90.741	8					8											.
129.378	12						12										.
114.688	11							11									.
117.60	10								10								.
80.279	7									7							.
97.02	9										9						.
112.236	10											10					.
114.672	10												10				.
125.548	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
116.893	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
91.923	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
113.279	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
123.93	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
94.399	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
55.131	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
120.322	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
60.88	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
136.879	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
130.064	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.
113.273	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$\bar{g}_{24}$

$Y'Y = \Sigma X^2 = 14224.1408$

TABELA 30. Obtenção da matriz $X'Y = X'X8$ a partir da tabela dialética para o caráter altura de planta no local de Piracicaba. 1983/84.

X'Y	X'X																								8
/276.29	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	6	11	8	12	12	10	
23.31	10	10												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
16.36	8		8											1	1	1	1	1				1	1	1	
27.25	12			12										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27.17	11				11									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20.91	8					8								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27.58	12						12							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22.67	11							11						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24.96	10								10					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
18.78	7									7				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21.12	9										9			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
25.16	10											10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21.02	10												10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27.38	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12											
23.94	11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11										
19.38	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1			9									
24.29	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				10								
27.13	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					12							
20.19	8	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1						8						
12.83	5	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1							5					
26.62	11	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								11				
14.05	6			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									6			
27.69	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									12			
26.42	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										12		
26.37	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											10	

$$Y'Y = rX^2 = 657.1667$$

TABELA 31. Obtenção da matriz $X'Y = X'X\beta$ a partir da tabela dialética para o caráter altura de espiga no local de Piracicaba.

X'Y	X'X																								B
	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10			
166.15	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10			
11.81	10	10									1		1	1	1	1	1	1		1	1	1			
8.90			8								1	1	1	1	1					1	1	1			
16.08				12							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.61					11						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
13.47						8					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.87							12				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
12.59								11			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
14.92									10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
11.87								7			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
12.76									9		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
15.35										10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
12.42											10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.57												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
13.98												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
11.09												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
14.54												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
15.95												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
12.32												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
8.26												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.36												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
8.31												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.47												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
15.89												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
16.91												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

$Y'Y = \Sigma X^2 = 243.6825$

TABELA 32. Obtenção da matriz $X'Y = X'XB$ a partir da tabela dialélica para produção de grãos no local de Araçatuba.

$X'Y$	$X'X$																								B
	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
570.612	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
49.473	10	10												1		1	1	1	1	1	1		1	1	1
33.336	8		8											1	1	1	1	1					1	1	1
58.901	12			12										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57.450	11				11									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43.023	8					8								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
62.609	12						12							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49.138	11							11						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47.697	10								10					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36.135	7									7				1	1			1			1		1	1	1
42.009	9										9			1	1		1	1	1	1	1		1	1	1
47.237	10											10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43.604	10												10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
56.851	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12											
55.158	11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11										
41.817	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1			9									
49.577	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				10								
57.291	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					12							
40.431	8	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						8						
23.530	5	1		1			1	1	1		1	1	1							5					
48.707	11	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								11				
28.171	6			1	1		1		1		1	1	1									6			
58.235	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										12		
60.426	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											12	
50.418	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												10

$Y'Y = \Sigma x^2 = 2814.1837$

TABELA 33. Obtenção da matriz $X'Y = X'Xs$ a partir da tabela dialética para o caráter altura de planta no local de Araçatuba.

X'Y	X'X																									X'Y
316.77	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10		
27.07	10	10											1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		
19.36	8		8										1	1	1	1	1					1	1	1		
30.62	12			12									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
31.55	11				11								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
23.33	8					8							1	1		1	1			1	1	1	1	1		
32.27	12						12						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
26.03	11							11					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
28.15	10								10				1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		
20.09	7									7			1	1			1			1		1	1	1		
24.95	9										9		1	1		1	1	1	1	1		1	1	1		
28.27	10								10				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
25.08	10											10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
30.97	12												1	1	1	1	1									
28.44	11												1	1	1	1	1									
22.84	9												1	1	1	1	1									
27.26	10												1	1	1	1	1									
31.49	12												1	1	1	1	1									
23.20	8												1	1	1	1	1									
14.62	5												1	1	1	1	1									
30.67	11												1	1	1	1	1									
16.08	6												1	1	1	1	1									
31.72	12												1	1	1	1	1									
31.33	12												1	1	1	1	1									
28.15	10												1	1	1	1	1									

=

924

10

12

6

11

5

8

10

9

10

7

11

10

12

11

9

10

12

8

5

11

6

12

10

$$Y'Y = \sum x^2 = 858.7811$$

TABELA 34. Obtenção da matriz $X'Y = X'XB$ a partir da tabela dialética para o caráter altura de espiga no local de Araçatuba.

X'Y	X'X																								B
	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
195.45	118	10	8	12	11	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
17.51	10	10												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10.95	8		8											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18.12	12			12										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.85	11				11									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15.10	8					8								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.97	12						12							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.72	11							11						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17.31	10								10					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12.85	7									7				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16.36	9										9			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17.45	10											10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15.26	10												10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.80	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17.14	11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13.39	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
16.08	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.34	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.67	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9.58	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.12	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9.48	6																								
19.55	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19.49	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17.81	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$$Y'Y = Y'X^2 = 331.0831$$

TABELA 35. Obtenção da matriz $X'Y = X'Xs$ a partir da tabela dialélica para o caráter produção de grãos na média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba).

X'Y	X'X																								s		
	118	10	8	12	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12		12	10
929.5095	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	12	12	12	12	12	10
81.0450	10	10											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55.3925	8		8										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
93.6870	12		12										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
90.4090	11			11									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
66.8790	8				8								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
95.9895	12				12								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
81.9130	11				11								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
82.5485	10					10							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
58.2070	7						7						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
69.5145	9							9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
79.7365	10								10				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
74.1380	10									10			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
91.1995	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
86.0255	11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
66.3700	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
81.4280	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
90.6105	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
67.4150	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
39.3305	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
81.5145	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
47.5255	6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
97.4570	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
95.2395	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
81.8440	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

$Y'Y = 7393.8050$

TABELA 36. Obtenção da matriz $X'Y = X'X\beta$ a partir da tabela dialética para o caráter altura de plantas na média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba).

X'Y	X'X																				β	
	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12		12
296.530	118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10
25.190	10	10									1		1	1	1	1	1	1		1	1	1
17.860	8		8								1	1	1	1	1					1	1	1
28.935	12			12							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29.360	11				11						1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
22.120	8					8					1	1						1		1	1	1
29.925	12						12				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24.350	11									11	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
26.555	10									10	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
19.435	7							7			1	1						1		1	1	1
23.035	9								9		1	1			1	1	1	1		1	1	1
26.715	10									10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23.050	10										10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29.175	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26.190	11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21.110	9	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9									
25.775	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10								
29.310	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			12	8						
21.695	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	11				
13.725	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							6			
28.645	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								12		
15.065	6																					
29.705	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
28.875	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
27.260	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										10

$Y'Y = \Sigma x^2 = 753.5880$

TABELA 37. Obtenção da matriz $X'Y = X'XB$ a partir da tabela dialélica para o caráter altura de espigas na média dos dois locais (Piracicaba e Araçatuba).

X'Y		X'X																								B			
		118	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
181.050	16.160	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
9.925	17.100	8	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
18.230	14.285	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
18.420	13.655	8	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
13.655	16.115	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
12.360	14.560	7	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
16.400	16.400	10	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
13.840	18.185	10	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
15.560	12.240	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
12.240	15.310	9	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
17.645	17.645	12	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
13.495	13.495	8	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
8.920	8.920	5	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
17.740	17.740	11	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
8.895	8.895	6	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
18.010	18.010	12	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
17.690	17.690	12	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						
17.360	17.360	10	10	8	12	11	10	7	9	10	10	12	11	9	10	12	8	5	11	6	12	12	10						

$X'Y = \Sigma X^2 = 284.9020$