

ANÁLISE DE CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE MILHO
(*Zea mays* L.) NO ESQUEMA DIALÉLICO PARCIAL

MARLENE LIMA

Orientador: JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

**Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de Concentração: Genética e
Melhoramento de Plantas.**

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1982

.ii.

À memória do meu irmão

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expressamos os nossos agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho e, de maneira especial, às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho, pela orientação e estímulo durante o desenvolvimento deste trabalho;

- Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pelas facilidades concedidas como diretor do Departamento de Genética;

- Ao Instituto Agronômico de Campinas, pela oportunidade de aperfeiçoamento concedida;

- Prof. Isaias Olívio Geraldi, pelas sugestões apresentadas no que se refere à análise estatística;

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de aperfeiçoamento e posteriormente de pesquisa concedida;

- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelo financiamento parcial deste trabalho;

- Aos funcionários do Departamento de Genética/ESALQ e do Instituto Agronômico de Campinas pela colaboração prestada durante o desenvolvimento deste trabalho.

ÍNDICE

	<u>pagina</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Heterose em cruzamentos intervarietais de milho	4
2.2. Cruzamentos dialélicos	10
2.3. Densidade de plantio	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Material	19
3.2. Métodos	21
3.2.1. Execução experimental e análise da vari- ância	21
3.2.2. Análise das tabelas dialélicas e estima- tivas de parâmetros	26
4. RESULTADOS	35
4.1. Análise geral dos dados	35
4.2. Análise de cruzamentos dialélicos e estimativas dos componentes de médias	38
5. DISCUSSÃO	43
5.1. Avaliação das variedades e do seu potencial he- terótico	43
5.2. Análise de cruzamentos dialélicos e estimativas dos componentes de médias	49
6. CONCLUSÕES	55
7. LITERATURA CITADA	58
TABELAS	68
APÊNDICE	92

LISTA DE TABELAS

	<u>página</u>
Tabela 1. Esquema da análise da variância, para produção de grãos, envolvendo 49 tratamentos, 3 locais e dois anos	25
Tabela 2. Esquema da análise da variância, para altura da planta e da espiga, envolvendo 49 tratamentos, 2 locais	26
Tabela 3. Esquema representativo de uma tabela dialélica referente a um cruzamento parcial ...	27
Tabela 4. Esquema da análise da variância de cruzamentos dialélicos parciais	32
Tabela 5. Análise conjunta para o caráter produção de grãos. Experimentos em lãtice, em três locais, dois anos, para duas densidades de plantio	69
Tabela 6. Análise conjunta para os caracteres altura da planta e espiga (m). Experimentos em lãtice simples 7 x 7, em dois locais para duas densidades de plantio. 1979/80	70
Tabela 7. Médias observadas de produção de grãos (kg/10 m ²) de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de três repetições, três locais, dois anos, para a densidade D ₁ (50 mil plantas/ha)	71

Tabela 8. Médias observadas de produção de grãos (kg/7,5 m ² e 10 m ²) de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de três repetições, três locais, dois anos, para a densidade D ₂ (66,6 mil plantas/ha)	72
Tabela 9. Produtividade média (%) da densidade D ₂ em relação a densidade D ₁ de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas	73
Tabela 10. Médias observadas de altura de plantas (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D ₁ (50 mil plantas/ha)	74
Tabela 11. Médias observadas de altura de plantas (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D ₂ (66,6 mil plantas/ha)	75
Tabela 12. Médias observadas de altura da espiga (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D ₁ (50 mil plantas/ha)	76

Tabela 13. Médias observadas de altura da espiga (m) de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D_2 (66,6 mil plantas/ha) .	77
Tabela 14. Valores médios de heterose para produção de grãos (%), em relação à média dos pais (MP) e do pai de produção superior (PS) observadas nos híbridos intervarietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Três repetições, três locais, dois anos .	78
Tabela 15. Valores médios de heterose para altura da planta (%), em relação à média dos pais (MP) e do pai de porte superior (PS), observadas nos híbridos intervarietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Duas repetições, dois locais	79
Tabela 16. Valores médios de heterose para altura da espiga (%) em relação à média dos pais (MP) e do pai de porte superior (PS) observadas nos híbridos intervarietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Duas repetições, dois locais	80
Tabela 17. Análise da variância de tabelas dialélicas da produção de grãos para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e de <u>vido</u> às interações dos vários efeitos por densidade	81

Tabela 18. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialélicas da produção de grãos para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade	82
Tabela 19. Análise da variância de tabelas dialélicas para altura da planta (m) para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade	83
Tabela 20. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialélicas para altura de planta para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade	84
Tabela 21. Análise da variância de tabelas dialélicas para altura da espiga (m) em duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidades de plantio	85
Tabela 22. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialélicas para altura de espiga para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade	86

Tabela 23. Estimativas dos parâmetros \hat{v}_1 e \hat{v}_j (efeitos de variedades), \hat{m} (média geral), \hat{d} (diferença entre grupos) e os erros referentes a estas estimativas para as características - produção de grãos, altura da planta e altura da espiga - envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2) ...	87
Tabela 24. Estimativas dos parâmetros \hat{h}_1 e \hat{h}_j (heterose de variedades) e \hat{h} (heterose média) e os erros referentes a estas estimativas para as características - produção de grãos, altura da planta e altura da espiga - envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2)	88
Tabela 25. Estimativas dos parâmetros \hat{s}_{ij} e o erro referente a esta estimativa para as características - produção de grãos, altura da planta e altura da espiga - envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2)	89
Tabela 26. Análise da variância de tabelas dialéticas, para produção de grãos, na densidade de plantio D_1 , envolvendo variedades dos sub-grupos G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 e G_6 .	90
Tabela 27. Análise da variância de tabelas dialéticas, para produção de grãos, na densidade de plantio D_2 , envolvendo variedades dos sub-grupos G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 e G_6 .	91

Tabela 28. Médias ajustadas da produção de grãos (kg/parcela de 10 m²) de 12 variedades, 35 híbridos intervarietais e duas testemunhas para a densidade D₁ (50 mil plantas/ha, em três locais e dois anos; média geral (\bar{X}), coeficiente de variação (CV %), quadrado médio (QM_{ee}) e respectivos graus de liberdade (GL_{ee}) do erro efetivo 92

Tabela 29. Médias ajustadas da produção de grãos (kg/parcela de 7,5 m²) de 12 variedades, 35 híbridos intervarietais e duas testemunhas para a densidade D₂ (66,6 mil plantas/ha), em três locais e dois anos; média geral (\bar{X}), coeficiente de variação (CV %), quadrado médio (QM_{ee}) e respectivos graus de liberdade (GL_{ee}) do erro efetivo 93

Tabela 30. Médias ajustadas da altura da planta e da espiga (m) de 12 variedades, 35 híbridos intervarietais e duas testemunhas para as densidades D₁ e D₂ (50 mil e 66,6 mil plantas/ha) em dois locais; média geral (\bar{X}), coeficiente de variação (CV %), quadrado médio (QM_{ee}) e respectivos graus de liberdade (GL_{ee}) do erro efetivo 94

RESUMO

ANÁLISE DE CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE MILHO (*Zea mays* L.) NO ESQUEMA DIALÉLICO PARCIAL

Autor: MARLENE LIMA

Orientador: DR. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Doze variedades de milho, sete de grãos dentados e cinco de grãos duros, foram inter cruzadas em um esquema dialélico parcial com o objetivo de conhecer o comportamento dessas variedades como tais e do seu potencial heterotico, em ensaios conduzidos em dois níveis de densidade populacional ($D_1 = 50$ mil e $D_2 = 66,6$ mil plantas/ha), em diversos ambientes.

As análises das tabelas dialélicas parciais, para os caracteres produção de grãos, altura da planta e altura da espiga, foram feitas de acordo com a metodologia proposta por MIRANDA Fº e GERALDI (1980). Os resultados obtidos, para os três caracteres estudados indicaram que a densidade D_1 é mais eficiente quando se trata de discriminar os efeitos de variedades e heteroses.

O híbrido entre as variedades MEB RDMPC-1 e Múltiplos RMDMV foi o que apresentou maior heterose para as densidades D_1 e D_2 , respectivamente, 28,1 e 26,6% em relação à média dos pais. No entanto, as variedades WP₁₂ RPS-2 e Cateto Prolífico RGZPC-3 foram as que apresentaram maiores valores de heterose de variedades (\bar{h}_i ou \bar{h}_j), apresentando valores médios de heterose ($\bar{h} + h_7$ e $\bar{h} + h_{12}$) de 19,1% e 20,1% respectivamente.

Os valores médios de heterose foram superiores

para a menor densidade populacional. A produção por unidade de área foi 18% superior em condições de alta competição.

Foi detectada divergência genética entre variedades aparentadas, indicando que alterações na estrutura genética das populações foram conferidas pela introdução de germoplasma exótico, associada com efeitos de seleção, amostragem e tamanho efetivo das populações.

SUMMARY

ANALYSIS OF INTERVARIETAL CROSSES IN MAIZE (*Zea mays* L.)
IN THE PARTIAL DIALLEL CROSS SCHEME

Author: MARLENE LIMA

Adviser: JOSÉ BRANÇO DE MIRANDA FILHO

Twelve open pollinated varieties, grouped according to endosperm type (seven dent and five flint types), were intercrossed in a partial diallel scheme in order to know the genetic potential of the varieties per se and their heterotic potential. Trials were carried out in two plant density levels ($D_1 = 50,000$ and $D_2 = 66,500$ plants/ha), on three environmental conditions for two years.

The analysis of the partial diallel, for the grain yield, plant height and ear height were performed according to the model proposed by MIRANDA Fº and GERALDI (1980). The results obtained for the three studied traits indicated that density D_1 is the most efficient in the discrimination of variety effects and heterosis.

The variety cross MEB RDMPC-1 x Múltiplos RMDMV presented the highest heterosis, in relation to mid parent, for densities D_1 and D_2 , i.e., 28.1 and 26.6%, respectively. The varieties WP₁₂ RPS-2 and Cateto Prolífico RGZPC-3 presented the highest values for variety heterosis effects (\bar{h}_i or \bar{h}_j). Additionally, average heterosis for these varieties ($\bar{h} + h_7$ and $\bar{h} + h_{12}$) were 19.1% and 20.1%, respectively.

Average heterosis was higher for the lower plant population density. Grain yield, on a unit area basis, was 18% larger at the high population density.

Genetic divergence was detected among the parental varieties, indicating that changes in the genetic structure of the parental varieties occurred as a result of exotic germplasm introduction, selection effects, sampling procedures and low effective size of populations.

1. INTRODUÇÃO

O aumento demográfico, a falta de terras para expansão das culturas e a demanda sempre crescente de alimentos têm levado técnicos em agricultura a procurar os mais diversos meios para aumentar a produção de alimentos no mundo. Uma previsão bastante otimista leva a acreditar que a produção de alimentos precisa ser dobrada em poucas décadas para acompanhar, mesmo com déficit, a sua demanda.

Por outro lado, ao longo da história da agricultura, certos cereais alcançaram níveis de produtividade difíceis de serem superados. O milho, por exemplo, é um cereal que apresenta altos níveis de produtividade quando é utilizado germoplasma de alto potencial produtivo associado com a técnica de cultivo apropriada. No entanto, urge aumentar ainda mais o nível de produção por unidade de área. Assim, inúmeros aspectos da produção do milho têm sido questionados, novas técnicas de cultivo vêm sendo reavaliadas e aperfeiçoadas e dá-se ênfase à arquitetura das plantas nos novos cultivares. Uma arquitetura mais apropriada permite que uma unidade de área possa tolerar um maior número de plantas. Além disso, espera-se que estas sejam resistentes às pragas e moléstias e que apresentem uma associação gênica mais eficiente, o

que se traduzirá em maior produtividade.

No entanto, a produção tem vários componentes e muitos deles são correlacionados negativamente, dificultando ganhos expressivos a curto prazo. As modificações e o aprimoramento das bases teóricas e técnicas para a pesquisa de caracteres quantitativos muito têm contribuído com os programas de melhoramento, de modo a melhor direcioná-los.

A partir da década de 60, uma reavaliação dos métodos convencionais de melhoramento intrapopulacional foi feita de modo a introduzir modificações capazes de reduzir o efeito ambiental, tornando a seleção mais eficiente (LONNQUIST, 1960 e 1964; PATERNIANI, 1967a). Desde então, grande ênfase foi dada ao melhoramento de populações de milho, visto que, tais métodos visam essencialmente ao aumento da frequência de genes favoráveis nas populações consideradas. Populações assim melhoradas e altamente produtivas podem ser utilizadas diretamente pelos agricultores, para a obtenção de híbridos intervarietais, ou para extração de linhagens endogâmicas com vistas à obtenção de híbridos de linhagens.

Para um programa de obtenção de híbridos, é de interesse a utilização de cruzamentos dialélicos intervarietais, pois permitem, do ponto de vista prático, a avaliação do potencial heterótico de populações em cruzamentos e do ponto de vista básico constituem metodologia bastante adequada para o conhecimento das propriedades genéticas intrínsecas do material em estudo (VENCOVSKY, 1970; MIRANDA Fº, 1974).

Embora existam vários métodos de análise de cruzamentos dialélicos, aquele proposto por GARDNER e EBERHART (1966) é recomendado para cruzamentos dialélicos entre variedades em condições de equilíbrio estabelecidas segundo Hardy-Weinberg. Este método de análise de cruzamentos dialélicos intervarietais baseia-se em um modelo de componentes de médias cujos efeitos podem ser

avaliados pela análise da variância, dando indicações do valor relativo das populações como tais e em cruzamentos, informando sobre o potencial heterótico avaliado através de seus componentes de heterose média, heterose de variedades e heterose específica.

No entanto, uma situação bastante comum na prática são os cruzamentos dialélicos parciais, segundo denominação de VENCOVSKY (1978), que representam uma parte de todos os cruzamentos em todas as combinações possíveis em dois grupos distintos de variedades.

Com o propósito de obter informações semelhantes em cruzamentos dialélicos parciais, MIRANDA Fº e GERALDI (1981) propuseram uma metodologia para análise, que consiste em uma variação do modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966). A análise do dialélico parcial também baseia-se na estimativa dos componentes de médias e na análise da variância.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial heterótico de doze populações de milho divididas em dois grupos distintos, constituídos de sete populações de grãos dentados e cinco de grãos duros, em cruzamentos dialélicos parciais, de acordo com a metodologia proposta por MIRANDA Fº e GERALDI (1980). Foram analisados os dados referentes a: produção de grãos, altura da planta e altura da espiga, em ensaios conduzidos em duas densidades de plantio, em três locais, durante dois anos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Heterose em cruzamentos intervarietais de milho

O cruzamento entre variedades de milho, realizado com a finalidade de aumentar a produção de grãos, foi primeiramente relatado por BEAL (1877), provando a existência do vigor de híbridos. A partir desta constatação, estudos intensivos foram realizados por inúmeros melhoristas da época até o início deste século. RICHEY (1922) reuniu dados de 244 trabalhos que comparavam a produção de variedades parentais e de seus cruzamentos F_1 . Em resumo, 82,4% dos cruzamentos excederam a média dos pais e 55,7% superaram a média do pai mais produtivo. Nessa revisão pode-se observar que os melhores cruzamentos envolviam tipos "dent x flint" ou "dent x flour" e que havia certa correlação entre a produtividade das variedades e de seus híbridos. GRIFFE (1922) também apresentou uma revisão, baseada em dados obtidos por diversos autores no período de 1892 a 1919, em que relata uma amplitude de variação nas heteroses para produção, da ordem de -1,9% a 81,0% em relação à média dos pais, e de -3,0% a 43,7% em relação ao pai superior. Dos 157 híbridos intervarietais estudados, 123 mostraram-se superiores à média dos pais e 84 foram superiores ao pai mais produtivo. Ensaio conduzido pelo autor, en

volvendo 12 populações e 6 híbridos intervarietais, mostraram uma variação na heterose para produção de grãos de 2,9% a 11,7%, e uma média de 6,9% em relação ao pai mais produtivo.

No entanto, a descoberta do milho híbrido duplo por JONES (1918) e a facilidade de obtenção desse material do ponto de vista prático e econômico fizeram com que a atenção dos pesquisadores se voltasse para a obtenção de híbridos duplos mais produtivos. Contudo, por volta de 1940, os resultados obtidos nos programas de melhoramento sugeriram que um teto de produção havia sido atingido, uma vez que os progressos obtidos não correspondiam ao grande esforço dispendido (PATERNIANI, 1969).

Paralelamente ao desenvolvimento dos programas de obtenção do milho híbrido, foram estabelecidos também os princípios teóricos da genética quantitativa, o que contribuiu para o conhecimento das bases genéticas dos métodos de melhoramento. Em inúmeros trabalhos envolvendo cruzamento intervarietais em milho têm-se procurado analisar os principais tipos de ação gênica envolvidos na manifestação da heterose (ROBINSON *et alii*, 1956; POLLAK *et alii*, 1957).

A partir da década de quarenta, inúmeros trabalhos foram relatados abordando vários aspectos de hibridação intervarietal e quantificando os valores de heterose.

KRUG *et alii* (1943) relataram valores médios de heterose de 47% e 38%, em relação à média dos pais, em cruzamentos de variedades brasileiras com variedades mexicanas e americanas, respectivamente. Nos cruzamentos envolvendo variedades brasileiras ou americanas foram observados valores de 27% e 23%, indicando que o grau de heterose depende da divergência genética das variedades parentais envolvidas. Para comprovar esta tese MOLL *et alii* (1962) utilizaram duas variedades originárias de três regiões geográficas diferentes e

procuraram associar heterose e diversidade genética das variedades parentais. Esses parâmetros mostraram-se diretamente relacionados entre si. A heterose média de cruzamentos entre variedades de uma mesma região foi de 4%, e em cruzamentos entre variedades de regiões distintas foi de 24%. Com o objetivo de verificar se a heterose em milho continua a aumentar em níveis superiores de diversidade genética, MOLL *et alii* (1965) fizeram um estudo mais detalhado, utilizando duas variedades de quatro regiões diferentes, entrando nos ensaios as oito variedades, os 28 híbridos intervarietais e as 28 populações F_2 correspondentes. Os cruzamentos foram classificados em oito níveis de divergência genética, sendo que o nível I correspondeu aos cruzamentos de menor diversidade. Foi constatada que a heterose para produção de grãos aumentou até o nível V, passando a decrescer em níveis mais elevados de diversidade genética.

PATERNIANI e LONNQUIST (1963) relataram os resultados dos cruzamentos F_1 entre doze raças diferentes de milho das Américas Central e do Sul, representativas de uma ampla escala de diversidade, com respeito à origem. A resposta da heterose média dos cruzamentos interracialis foi 33% superior em relação à média dos pais, com uma variação de -11% a 101%. Em relação ao pai de maior produção, a resposta heterótica foi 14% superior, com uma variação de -19% a 84%. Um estudo feito por WELLHAUSEN (1965), envolvendo 18 cruzamentos entre raças mexicanas, detectou uma heterose média de 64%.

Em cruzamentos envolvendo cinco variedades de polinização aberta, cada uma delas representativa de um grupo racial, CASTRO *et alii* (1968) verificaram uma heterose média de 82,6%. ALLEONI e VENCOVSKY (1971) desenvolveram um trabalho com o objetivo de relacionar a heterose para produção de grãos, manifestada nos cruzamentos entre raças de milho e seu afastamento filogenético. Os autores não observa-

ram qualquer associação entre diversidade morfológica das raças e a heterose exibida pelos respectivos híbridos.

Valores altos de heterose média (72% em relação à média dos pais) foram obtidos por TROYER e HALLAUER (1968) através da avaliação dos cruzamentos de dez variedades de milho precoce e de endosperma duro. PATERNIANI (1967b) obteve, através de cruzamentos intervarietais, 26 híbridos que apresentaram uma heterose média de 40%.

Inúmeros trabalhos são apresentados na literatura com valores de heterose menos expressivos que os citados anteriormente. ROBINSON *et alii* (1956) reportaram os resultados obtidos nos cruzamentos entre seis variedades de milho, cujos híbridos excediam a média dos pais em cerca de 20% e ao pai de maior produção em 11,5%. A amplitude da heterose em relação à média dos pais foi de -3,1% a 46,2%. ROBINSON *et alii* (1958) estudaram a heterose no cruzamento entre a variedade Jarvis e Indian Chief e observaram um valor médio em relação à média dos pais de 26%. POLLAK *et alii* (1957) já haviam obtido um valor de heterose de 9% para este mesmo cruzamento, enquanto que os cruzamentos de Jarvis e Indian Chief com a variedade Weekley apresentaram valores de heterose de aproximadamente 20%. SHEHATA e DHAWAN (1975), trabalhando com três conjuntos dialélicos, encontraram heteroses médias de 24, 19 e 14%, em relação à média dos pais, respectivamente.

No Brasil, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar o grau de heterose entre variedades e populações de milho. TAVARES (1972) reportou valores de heterose variando de 6,7% a 18,2%. BARRIGA e VENCOSKY (1973), trabalhando com variedades não comerciais de milho, detectaram heterose média para produção de grãos de 14% em relação às variedades parentais e de 2% em relação ao pai de maior produção. MIRANDA Fº (1974), estudando o comporta-

mento de 9 variedades de milho, mostrou que os cruzamentos envolvendo as sete variedades de porte baixo apresentaram uma heterose média de 20,7% e os de porte baixo e alto uma heterose de 15,2%. ANUNCIACÃO Fº (1976) também encontrou valores de magnitude semelhante, com valores de heterose de 14% em relação à média dos pais e de 6,7% em relação ao pai mais produtivo.

Recentemente, PATERNIANI (1980), trabalhando com 6 variedades de milho, 3 de grãos dentados e 3 de grãos duros, e seus cruzamentos intervarietais, detectou heterose média de 18,8% em relação à média dos pais, com uma amplitude de 5,6% a 36,8%. Segundo o autor, a capacidade produtiva dos pais desempenha um papel de grande importância no vigor dos cruzamentos correspondentes.

VALVA (1976), trabalhando com duas populações braquíticas e seu híbrido intervarietal, obteve valores de heterose para produção de grãos de 14,7 e 8,0%, em relação à média dos pais e ao pai mais produtivo, respectivamente. Esses valores representam a média dos resultados de cinco locais e duas densidades de plantio. A heterose média foi significativamente mais elevada no espaçamento mais largo. SOUZA Jr. (1981) reportou os resultados obtidos nos cruzamentos entre seis variedades braquíticas de milho, cujos híbridos excederam a média dos pais em cerca de 17% e ao pai de maior produção em 4,8%.

Valores mais baixos de heterose foram obtidos por LONNQUIST e GARDNER (1961), COMPTON *et alii* (1965), PATERNIANI (1970) e GARDNER e PATERNIANI (1967). Em cruzamentos dialélicos desenvolvidos com o objetivo de se avaliar o potencial genético de variedades sintéticas, valores não muito altos de heterose foram relatados por HALLAUER e EBERHART (1966), HALLAUER e SEARS (1968) e HALLAUER (1972). Os valo-

res de heterose média obtidos foram de 11,0%, 9,8% e 14,0%, respectivamente.

HALLAUER e MIRANDA F^o (1981) apresentaram uma ampla revisão sobre heterose em cruzamentos intervarietais . Os resultados de 1.394 cruzamentos, envolvendo 611 variedades, mostraram uma heterose média de 19,5% em relação à média dos pais e de 8,2% em relação ao pai mais produtivo.

A quantidade de informações a respeito da heterose para os caracteres altura da planta e da espiga são bem restritas quando comparadas às de produção de grãos. ROBINSON e COCKERHAN (1961) não observaram manifestação da heterose, para o caráter altura da espiga, para o cruzamento intervarietal envolvendo as variedades parentais Jarvis e Indian Chief. Da mesma maneira, CASTRO *et alii* (1968) observaram baixos valores de heterose para altura da planta, ou seja, uma heterose média de 5% em relação à média dos pais. PATERNIANI (1970) relatou valores médios de heterose de 1,1% e de 2,5% para a altura da planta e da espiga, respectivamente. Valores igualmente baixos foram relatados por BARRIGA e VENCOVSKY (1973), cujos resultados indicaram uma heterose média de 2,0% para altura da planta e por MIRANDA F^o (1974) que detectou uma heterose média de 2,5% para altura da planta e de 2,2% para altura da espiga.

VALVA (1976) a partir do cruzamento entre as variedades braquíticas Piranão e CIMMYT-Br₂, obteve 5,7% e 7,8% como valores médios de heterose, representativos do plantio em duas densidades, para os caracteres altura da planta e da espiga. Recentemente, SOUZA Jr. (1981), trabalhando com 6 variedades braquíticas, detectou uma heterose média de 2,24% e 3,14%, para os caracteres altura da planta e da espiga.

Os resultados dos trabalhos relatados na literatura, após um século de investigação acerca da heterose mos

tram a grande importância da sua quantificação, do ponto de vista teórico, quando se trata de melhor conhecer a estrutura das populações e o grau de divergência genética entre elas e, do ponto de vista prático, quando se trata de explorar comercialmente o vigor de híbridos.

2.2. Cruzamentos dialélicos

Para a identificação de combinações superiores, os sistemas de cruzamentos dialélicos são frequentemente usados por geneticistas e melhoristas de plantas.

O termo "dialélico" foi introduzido em 1919 por Schmidt para designar todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto de animais; atualmente, os cruzamentos dialélicos referem-se a todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto (n) de entidades genéticas, tais como linhagens ou variedades (HINKELMANN, 1977). No entanto, sua utilização prática iniciou-se com o desenvolvimento dos conceitos de capacidade geral e específica de combinação, por SPRAGUE e TATUM (1942), o que permitiu um grande avanço no estabelecimento de métodos de análise. Inúmeros trabalhos foram publicados e amplas revisões sobre este assunto são encontrados nos trabalhos de VENCOVSKY (1970) e MIRANDA Fº (1974).

Três processos básicos, desenvolvidos por HAYMAN (1954a e b), GRIFFING (1956a e b) e GARDNER e EBERHART (1966), são atualmente bastante utilizados. O método de análise proposto por HAYMAN (1954a e b) foi desenvolvido para ser utilizado em cruzamentos dialélicos envolvendo linhagens homozigóticas, sendo assim amplamente usado em plantas autógamas. GRIFFING (1956a e b) apresentou modelos estatísticos, para a análise da variância onde estão sempre incluídos os efeitos de capacidade geral e específica de combinação, considerando quatro tipos de tabelas de cruzamentos dialélicos, uma comple

ta e outras três incompletas, em relação à primeira.

O interesse despertado, na década de 60, para as variedades de polinização aberta e híbridos intervarietais de milho, levaram GARDNER (1965), GARDNER e EBERHART (1966) e EBERHART e GARDNER (1966) a apresentar uma nova metodologia para cruzamentos dialélicos de variedades, com o objetivo de fornecer aos melhoristas informações úteis, com vista aos componentes de médias de populações. Este modelo baseia-se nos componentes aditivos (a_j) e de dominância (d_j) do efeito de variedades (v_j) e no componente heterótico (h_{jj}) que aparece nos cruzamentos. O componente heterótico (h_{jj}) pode ser decomposto em: heterose média (\bar{h}), heterose de variedades (h_j) e heterose específica (s_{jj}). Tais componentes podem ser estimados pelo método dos quadrados mínimos. A análise da variância se processa de conformidade com o modelo, com a devida partição dos graus de liberdade. Esta metodologia permite obter informações a respeito do potencial genético das variedades, como tais, e em cruzamentos.

GARDNER (1967) apresentou fórmulas simplificadas para a obtenção de estimativas dos componentes de médias e as somas dos quadrados para a análise da variância dos cruzamentos dialélicos, para um modelo completo. VENCOSKY (1969) forneceu as variâncias das estimativas dos parâmetros genéticos do modelo de GARDNER e EBERHART, bem como a interpretação da análise da variância de acordo com as diferentes significâncias dos componentes. Com relação à aplicabilidade da metodologia, inúmeros trabalhos envolvendo cruzamentos dialélicos entre variedades de milho estão relatados na literatura.

GARDNER e EBERHART (1966) avaliaram, em cruzamentos dialélicos, seis variedades de milho e detectaram significância para os efeitos de variedades (v_j) e para a hetero-

se média (\bar{h}), indicando que as variedades diferem entre si quando avaliadas como tais, mas não diferem quanto ao seu potencial heterótico nos cruzamentos.

Nove variedades sintéticas de milho foram cruzadas em uma série dialélica e avaliadas, por HALLAUER e EBERHART (1966), para produção das variedades como tais e dos cruzamentos. A análise da variância detectou diferenças significativas entre heteroses. Observou-se significância das heteroses de variedades (h_j), além da significância dos efeitos de variedades e da heterose média. Constataram, ainda, que da soma de quadrados total devido a heterose, 73% correspondeu à heterose média e 11% à heterose de variedades. VENCOVSKY (1970) obteve resultados semelhantes quanto à significância dos efeitos obtidos da análise de cruzamentos interraciais de milho realizados por PATERNIANI (1961), mostrando que as raças estudadas diferem, tanto entre si, como nos cruzamentos entre elas. BARRIGA e VENCOVSKY (1973) também obtiveram resultados semelhantes no cruzamento dialélico entre cinco populações de milho, constatando significância para todos os efeitos, menos para heterose específica ($s_{jj'}$).

SOUZA Jr. (1981), estudando seis variedades braquíticas de milho em cruzamentos dialélicos, detectou também significância para todos os efeitos, exceto para heterose específica ($s_{jj'}$), para produção de grãos.

HALLAUER e SEARS (1968), TROYER e HALLAUER (1968) e HALLAUER (1972) observaram significância para todos os efeitos do modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966), ou seja, para efeito de variedades (v_j), de heterose média (\bar{h}), de heterose de variedades (h_j) e de heterose específica ($s_{jj'}$).

MIRANDA Fº (1974), analisando cruzamentos dialélicos entre sete populações de milho de porte baixo, consta

tuou significância somente para os efeitos de variedades (v_j) e da heterose média (\bar{h}), para o caráter produção de grãos. Quando incluiu duas populações de porte alto no conjunto das sete populações de porte baixo, obteve resultados semelhantes com significância adicional para a heterose de variedades.

GENTER e EBERHART (1974) utilizaram o método de cruzamentos dialélicos de GARDNER e EBERHART (1966), para estudar as mudanças dos parâmetros genéticos obtidos de um dialélico envolvendo populações originais versus dialélicos envolvendo populações avançadas. Os efeitos de populações e heterose média explicaram a maioria da variação entre os materiais estudados.

CARVALHO *et alii* (1979) utilizaram o modelo reduzido de GARDNER e EBERHART (1966) para avaliar o potencial genético de várias populações de milho e seus cruzamentos em um esquema dialélico, envolvendo quatro épocas de plantio. A análise da variância das tabelas dialélicas incompletas e as estimativas dos parâmetros foram obtidas pelo método dos quadrados mínimos.

Na literatura também são encontrados alguns relatos referentes a outros caracteres, além de produção, em milho. JOHNSON (1973) estudou o caráter índice de área foliar em cruzamentos dialélicos envolvendo dez linhagens endogâmicas de milho. Foi constatada significância para os efeitos de linhagens (v_j), para a heterose média (\bar{h}) e para heterose específica (s_{jj}). BARRIGA e VENCovsky (1973) detectaram significância para os efeitos de variedades (v_j) e heterose de variedades (h_j) para o caráter altura da planta. Para o caráter altura da espiga foi detectada significância para efeito de variedades. MIRANDA Fº (1974) constatou significância para os efeitos de variedades (v_j) e de heterose média (\bar{h}) para altura da planta e da espiga, em cruzamentos dialélicos envolvendo sete populações de milho de porte baixo. A inclusão de

duas populações de porte alto nas sete populações de porte baixo indicou resultados semelhantes, apenas com a adição de significância para a heterose de variedades. SOUZA Jr. (1981) detectou significância para todos os efeitos obtidos na análise do dialélico para o caráter altura da planta e também para todos os efeitos para o caráter altura da espiga, com exceção de heterose de variedades (h_j). A significância da heterose específica para ambos os caracteres referidos acima foi interpretada como devida à divergência genética entre as variedades, no que diz respeito aos genes modificadores com algum grau de dominância.

Não obstante as muitas vantagens da utilização de cruzamentos dialélicos, seu uso prático é limitado para o estudo de um número relativamente pequeno de materiais. Com o aumento do número de populações parentais, o número de combinações aumenta drasticamente, tornando difícil as avaliações em condições de campo e o nível desejável de precisão. Uma alternativa, então, é a utilização de cruzamentos dialélicos parciais, onde somente uma amostra de todos os cruzamentos possíveis é estudada. As informações fornecidas pela análise de cruzamentos dialélicos parciais, como seria de se esperar, são menos precisas do que aquelas obtidas de dialélicos completos. No entanto, o grau de precisão depende do número de cruzamentos do material estudado. Trabalhos envolvendo métodos de cruzamentos dialélicos parciais têm sido desenvolvidos por KEMPTHORNE e CURNOW (1961), BRAY (1971) e DHILLON e SINGH (1978), entre outros.

VENCOVSKY (1978) denominou de cruzamentos dialélicos parciais aos cruzamentos entre dois grupos distintos de variedades parentais, em todas as combinações dentro destes dois grupos, como por exemplo, entre materiais de grãos dentados e duros. Esta situação é bastante comum na prática, principalmente no Brasil, onde há preferência por híbridos de grãos semi-dentados.

Devido ao interesse por este tipo de cruzamento intervarietal, MIRANDA Fº e GERALDI (1981) propuseram uma adaptação do modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966) para cruzamentos dialélicos, de modo a representar a média em um cruzamento dialélico parcial entre dois grupos distintos de variedades. A metodologia utilizada neste trabalho, permite obter estimativas de parâmetros genéticos e a análise de variância através da aplicação de fórmulas apropriadas.

2.3. Densidade de plantio

Vários métodos têm sido sugeridos para aumentar a produção de milho por unidade de área. Entre as opções, o uso de alta densidade de plantas tem merecido especial atenção. A literatura referente aos efeitos da densidade de plantas sobre a produção de milho é bastante ampla.

DUNGAN *et alii* (1958), após revisarem um grande número de trabalhos acerca da densidade populacional em milho e a sua relação com a fertilidade do solo, concluíram que a determinação da melhor população de plantas é difícil de ser estabelecida devido ao grande número de variáveis envolvidas. O solo passa por modificações constantes e os genótipos se alteram quanto à sua capacidade produtiva. Além disso, a recomendação de cultivares para condições amplas de ambiente, inevitavelmente envolve interações diversas, nas quais a densidade populacional pode ser um fator importante.

Sabe-se que o maior número de plantas por unidade de área aumenta a produção de grãos até o ponto em que a competição por água, luz, nutrientes e CO₂ passa a ser limitante. É importante que os fatores que influenciam a produtividade sejam determinados, permitindo a seleção de genótipos mais tole

rantes à alta densidade de plantio. Entre os atributos afetados pelo aumento populacional acham-se: altura da planta e espiga; diâmetro do colmo; acamamento e quebramento de plantas; diferenças entre o florescimento dos pendões e espigas; maturação; plantas sem espigas; prolificidade; comprimento e diâmetro de espiga; peso médio das espigas; rendimento das espigas; tamanho de grãos e produção de grãos. Revisões da literatura abordando esses tópicos, ou parte deles, são encontradas nos trabalhos de DUNGAN *et alii* (1958), USBERTI *et alii* (1972), GALVÃO (1974) e VIÉGAS (1978).

Dos efeitos acima citados, o que mais restringe a alta produção de grãos em alta densidade populacional é a frequência de plantas sem espigas (STINSSON e MOSS, 1960; WOOLLEY *et alii*, 1962). A alta densidade afeta o florescimento do milho, sendo considerados materiais tolerantes aqueles que apresentam menores diferenças entre o florescimento da panícula e o da espiga (EL LAKANY e RUSSELL, 1971; WOOLLEY *et alii*, 1962).

Evidências consideráveis (COLLINS *et alii* 1965; RUSSELL, 1968 e ZUBER e GROGAN, 1956) indicam que germoplasmas prolíficos são mais tolerantes à alta densidade quando comparados com aqueles que produzem uma única espiga. Os milhos prolíficos têm a capacidade de produzir, pelo menos, uma espiga por planta, quando cultivados em altas densidades (JOSEPHSON, 1961). Assim sendo, redução do tamanho do pendão, despendoamento das plantas e esterilidade citoplasmática favorecem a redução do número de plantas sem espigas e aumento da produção de grãos em alta densidade populacional (GROGAN, 1956; HUNTER *et alii*, 1969).

BUREN *et alii* (1974) demonstraram que genótipos tolerantes à alta densidade de plantio podem ser caracterizados pela emissão de estilo-estigma, coincidência da antese com emissão dos estigmas, rápido desenvolvimento da primei

ra espiga, prolificidade, reduzido tamanho do pendão e eficiente produção de grãos por unidade de área foliar.

Segundo DUVICK (1974), há grande incidência de quebramento do colmo em plantas prolíficas, quando cultivadas em níveis altos de competição, porque as plantas prolíficas dificilmente deixam de produzir espiga, acarretando em maior competição entre colmo e espiga.

Os resultados observados na literatura a respeito da altura da planta são, de certa maneira, discordantes, o mesmo não ocorrendo para altura da espiga. COLVILLE e MCGILL (1962) encontraram valor máximo para altura da planta na densidade de 49.400 plantas/ha, decrescendo nas populações de maior densidade. No entanto, a altura da espiga aumentou consideravelmente com o aumento populacional. RUTGER e CROWDER (1967) observaram que, em altas densidades de plantio, não houve acréscimo significativo na altura das plantas, embora a altura da espiga tenha aumentado. GIESBRECHT (1961) e EL LAKANY e RUSSEL (1971) observaram valores maiores para as duas características em estudo.

O grande número de variáveis envolvidas com a produção de grãos e alta densidade populacional dificulta a determinação de uma densidade populacional ótima a ser utilizada em programas de melhoramento. Segundo SUBANDI e COMPTON (1974a e b), a escolha de uma densidade populacional para a prática da seleção é problema, devido a interação genótipo por densidade de plantio e as diferenças observadas na herdabilidade, quando são utilizadas diferentes densidades populacionais. Inúmeros trabalhos reportam dados sobre as estimativas da variância genética em estudos conduzidos em uma única densidade populacional. Os autores destacam a necessidade de estudos envolvendo estimativas da variância genética sob diferentes densidades populacionais, para prover os melhoristas de informações acerca das diferenças nas variâncias gené-

ticas e fenotípicas e na interação genótipos por densidade, quando diferentes densidades são utilizadas.

RUSSELL e TEICH (1967) e RUSSELL (1969) apresentaram dados que sugerem que o desenvolvimento de linhagens e subsequente avaliação em alta densidade populacional parece ser mais eficiente. RUSSELL e TEICH (1967) verificaram ainda que as variâncias em termos da produção de grãos por unidade de área, aumentam com o aumento da densidade populacional e, quando esses dados são transformados em produção por planta, as variâncias decrescem com o aumento populacional.

DHILLON *et alii* (1978) consideraram importante determinar o comportamento de populações de milho, em nível populacional médio, e comparar com alta densidade de plantio. Estes autores estudaram todos os cruzamentos possíveis entre 20 populações parentais, em dois níveis de densidade populacional, os efeitos da capacidade geral e específica de combinação, para os caracteres produção de grãos, florescimento, altura da planta e da espiga, comprimento e diâmetro da espiga e número de fileiras de grãos na espiga. A expressão dos efeitos de capacidade de combinação não foi muito influenciada pela diferença na densidade populacional (50.000 e 100.000 plantas/ha).

Baseado nos resultados experimentais obtidos por inúmeros pesquisadores, conforme relatado acima, parece haver consenso geral quanto a necessidade do melhoramento de populações de milho para que suportem altas densidades de plantio e que sejam altamente produtivas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizadas as populações de milho de polinização livre abaixo relacionadas; neste trabalho são referidas como variedades. Cada variedade recebeu um número de ordem que será utilizada como referência no decorrer do trabalho. A divisão do conjunto de variedades em dois grupos (grupo I: variedades dentadas; e grupo II: variedades de grãos duros) fêz-se necessária na realização deste trabalho.

	Variedades	Identificação
Grupo I	V ₁	Asteca Prolífico RDMV
	V ₂	Asteca Prolífico RPS-2
	V ₃	Asteca Prolífico RUM-1
	V ₄	MEB RUM-1
	V ₅	MEB RPS-2
	V ₆	MEB RDMPC-1
	V ₇	WP ₁₂ RPS-2
Grupo II	V ₈	Mútiplos RMTM-1
	V ₉	Mútiplos RHCRI
	V ₁₀	Mútiplos RDMV
	V ₁₁	SRR DURO RPS-2
	V ₁₂	Cateto Prolífico RGZPC-3

Uma breve descrição das variedades básicas é feita a seguir:

Asteca Prolífico - Variedade obtida do cruzamento entre 21 amostras de milho dentadas amarelas de San Luiz de Potosi, México (VIÉGAS, 1957), selecionada posteriormente para maior prolificidade, seguindo o esquema de espiga por fileira modificada.

MEB - Variedade de grãos semi-dentados amarelos de menor porte e maior precocidade obtidas a partir de linhagens cateto e tuxpeño cruzadas com linhagens americanas, oriundas principalmente do sul dos Estados Unidos.

WP₁₂ - Variedade semi-dentada de sementes amarelas. Compreende uma das melhores coleções intervarietais de milhos de grãos duros e semi-duros com dentados Tuxpeños.

Múltiplos - Sintético de grãos amarelos obtido do cruzamento entre híbridos experimentais do Instituto Agrônomo de Campinas e híbridos duplos comerciais de companhias particulares, em distribuição no ano de 1962, envolvendo germoplasma Cateto e Tuxpeño, basicamente.

SRR-DURO - Sintético obtido de germoplasma originário das Antilhas, da Colômbia, do Peru e de algumas linhagens de alta capacidade de combinação com Asteca. Apresenta endosperma duro amarelo.

Cateto Prolífico - Variedade melhorada para aumento do número de espigas por planta, a partir de germoplasma Cateto. Apresenta sementes de endosperma duro, aparência cristalina e coloração amarelo-alaranjado.

As variedades descritas acima foram cruzadas com germoplasma americanos portadores de genes de resistência à *Diplodia maydis* (RDMPC-1), *Ustilago maydis* (RUM-1), *Puccinia sorghi* (RPS-2), "Maize Dwarf Mosaic Virus" (RMDMV),

Helminthosporium turcicum (RHTM-1), *Helminthosporium carbonum* raça I (RHCRI) e *Gibberella zea* (RGZPC-3). A seguir, foram retrocruzadas com as variedades locais. Estas variedades são constituídas basicamente de germoplasma tropical, com aproximadamente 12,5% de germoplasma de clima temperado. Foram também melhoradas em programas de seleção recorrente.

As doze variedades utilizadas no presente trabalho foram escolhidas, dentre outras, com base no ciclo da planta, altura da espiga, acamamento, sanidade e por apresentar produção de grãos ao nível do Hmd 7974, o que revela o potencial futuro do material. Os híbridos foram designados pela letra H acompanhada do sub-índice referente às variedades (Ex: H_{1.8}). Além das variedades e híbridos, foram utilizados, no presente trabalho, os híbridos duplos C-508, Hmd 7974 e a variedade Suwan como testemunhas.

3.2. Métodos

3.2.1. Execução experimental e análise da variância

Em 1977/78, cada uma das variedades de grãos duros, ou fornecedora de pólen, foi plantada ao lado do grupo de variedades de grãos dentados, para a realização dos cruzamentos. As variedades dentaças e duras foram plantadas em parcelas em todas combinações, perfazendo um total de 35 híbridos que correspondem a um dialélico parcial 7 x 5. A multiplicação das variedades foi feita em lotes isolados. O número de espigas obtidas nos cruzamentos foi por volta de 100. Uma amostra de sementes representativa de cada cruzamento foi obtida.

No ano de 1978/79 foram avaliados, em ensaios látice triplo 8 x 8 em Campinas e Ribeirão Preto, os 35 híbridos intervarietais, 12 variedades parentais, 12 variedades pa

rentais autofecundadas (S_1) e cinco testemunhas. O terceiro ensaio referente ao ano de 1978/79 foi instalado na Fazenda Experimental Ataliba Leonel - Manduri, e da mesma maneira que aqueles conduzidos em 1979/80 foram avaliados em lâctice triplô 7 x 7, envolvendo os 35 híbridos intervarietais, as 12 variedades parentais e duas testemunhas comuns aos ensaios referidos anteriormente (T_1 : Suwan e T_2 : C-508). Todos estes ensaios foram conduzidos em duas densidades de plantio ($D_1 = 50$ mil e $D_2 = 66,6$ mil plantas/ha). O híbrido duplo T_3 :Hmd 7974 foi também utilizado como testemunha, sendo plantado sistematicamente no início e no final de cada repetição (Tabelas 28, 29 e 30).

Cada parcela era constituída por uma linha de 10 m de comprimento, espaçada de 1,0 m e 0,75 m entre si, para as densidades de plantio de 50 mil e 66,6 mil plantas/ha, respectivamente, sendo o número de plantas, sem falha, igual a 50.

Após o completo florescimento das plantas, foram tomados dados de altura de planta e da espiga em uma amostra de 10 plantas competitivas de cada parcela, no ano de 1979/80. A seguir foi feita a contagem do número de plantas por parcela (stand). A porcentagem média de falhas observada no ano de 1978/79 foi de 6,9% para D_1 e 11,7% para D_2 e para o ano agrícola de 1979/80 foi de 7,1% e 10,1% para D_1 e D_2 , respectivamente. Na colheita foram anotados o peso das espigas despalhadas e o teor de umidade dos grãos correspondentes a cada parcela experimental. As produções de espigas foram corrigidas para 0% de umidade o que, devido ao peso do sabugo (cerca de 15,5%) corresponde, aproximadamente, ao peso de grãos a 15,5% de umidade.

Os dados de produção foram corrigidos para "stand" de 50 plantas, empregando-se a fórmula de ZUBER (1942).

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

onde:

PCC = peso de campo corrigido

PC = peso de campo

T = número de plantas da parcela completa

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. As correções para o teor de umidade e "stand" para o caráter produção e a obtenção da média de dez plantas para as características altura da planta e espiga, bem como as análises dos experimentos em látice, foram feitas em computador IBM, para os três locais, dois espaçamentos, dois anos, separadamente. Para produção, os dados foram analisados em kg/10 m² para densidade D₁ e em kg/7,5 m² para a densidade D₂.

Para proceder a análise conjunta dos diversos experimentos, envolvendo locais e anos, foram consideradas as médias ajustadas dos tratamentos dos ensaios em látice, para cada densidade de plantio.

O erro médio da análise conjunta corresponde à média dos erros efetivos dividida pelo número de repetições, locais e anos.

A análise conjunta da variância para produção de grãos foi feita conforme o plano de análise proposto por COCHRAN e COX (1957). Considerou-se o modelo fixo por terem sido atípicos os anos em que foram conduzidos os experimentos e também por não se dispor de uma amostra representativa de locais. O modelo matemático considerado foi:

$$Y_{ikl} = u + t_i + p_k + a_l + (tp)_{ik} + (ta)_{il} + (pa)_{kl} + (tpa)_{ikl} + \bar{e}_{ikl}$$

sendo:

- Y_{ikl} : média do tratamento i , no local k e no ano l ;
 u : média geral;
 t_i : efeito fixo do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, 49$);
 p_k : efeito fixo do local k ($k = 1, 2$ e 3);
 a_l : efeito fixo do ano l ($l = 1$ e 2);
 $(tp)_{ik}$: efeito fixo da interação do tratamento i com o local k ;
 $(ta)_{il}$: efeito fixo da interação do tratamento i com o ano l ;
 $(pa)_{kl}$: efeito fixo da interação do local k com o ano l ;
 $(tpa)_{ikl}$: efeito fixo da interação do tratamento i com o local k e ano l ;
 \bar{e}_{ikl} : erro aleatório associado à média Y_{ikl} de três repetições.

A análise conjunta da variância para produção de grãos (kg/parcela) foi feita como mostra a Tabela 1.

A análise conjunta para os caracteres altura da planta e espiga foi feita obedecendo ao modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + l_j + (tl)_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

onde:

- Y_{ij} : média do tratamento i no local j ;
 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{e}_{ij} : erro associado à média Y_{ij} de duas repetições.

As análises conjuntas da variância para altura da planta e da espiga (m) foram feitas como mostra a Tabela 2.

Tabela 1. Esquema da análise da variância, para produção de grãos, envolvendo 49 tratamentos, 3 locais e dois anos.

F.V.	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	48	Q_1	Q_1/Q_8
Entre Variedades	11	Q_{11}	Q_{11}/Q_8
Entre Híbridos	34	Q_{12}	Q_{12}/Q_8
Entre Testemunhas	1	Q_{13}	Q_{13}/Q_8
Entre Grupos	2	Q_{14}	Q_{14}/Q_8
Varied. vs Híbridos	1	Q_{141}	Q_{141}/Q_8
Test. vs (Varied. e Hibr.)	1	Q_{142}	Q_{142}/Q_8
Locais	2	Q_2	Q_2/Q_8
Anos	1	Q_3	Q_3/Q_8
Tratamentos x Locais	96	Q_4	Q_4/Q_8
Variedades x Locais	22	Q_{41}	Q_{41}/Q_8
Híbridos x Locais	68	Q_{42}	Q_{42}/Q_8
Testemunhas x Locais	2	Q_{43}	Q_{43}/Q_8
Grupos x Locais	4	Q_{44}	Q_{44}/Q_8
Tratamentos x Anos	48	Q_5	Q_5/Q_8
Variedades x Anos	11	Q_{51}	Q_{51}/Q_8
Híbridos x Anos	34	Q_{52}	Q_{52}/Q_8
Testemunhas x Anos	1	Q_{53}	Q_{53}/Q_8
Grupos x Anos	2	Q_{54}	Q_{54}/Q_8
Local x Ano	2	Q_6	Q_6/Q_8
Tratamentos x Locais x Anos	96	Q_7	Q_7/Q_8
Erro médio	522	Q_8	-

Tabela 2. Esquema da análise da variância, para altura da planta e da espiga, envolvendo 49 tratamentos, 2 locais.

F.V.	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	48	Q_1	Q_1/Q_4
Entre Variedades	11	Q_{11}	Q_{11}/Q_4
Entre Híbridos	34	Q_{12}	Q_{12}/Q_4
Entre Testemunhas	1	Q_{13}	Q_{13}/Q_4
Entre Grupos	2	Q_{14}	Q_{14}/Q_4
Varied. vs Híbridos	1	Q_{141}	Q_{141}/Q_4
Testem. vs (Varied. e Híbr.)	1	Q_{142}	Q_{142}/Q_4
Locais	1	Q_2	Q_2/Q_4
Tratamentos x Locais	48	Q_3	Q_3/Q_4
Varied. x Locais	11	Q_{31}	Q_{31}/Q_4
Híbridos x Locais	34	Q_{32}	Q_{32}/Q_4
Testem. x Locais	1	Q_{33}	Q_{33}/Q_4
Grupos x Locais	2	Q_{34}	Q_{34}/Q_4
Erro médio	72	Q_4	-

4.2.2. Análise das tabelas dialélicas e estimativas de parâmetros

As tabelas dialélicas parciais foram organizadas para os três caracteres em estudo e para as duas densidades de plantio utilizadas, como é apresentado nas Tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. Estas tabelas dialélicas foram organizadas a partir dos dados que representam o comportamento mé-

dio de cada tratamento nos diferentes locais e ano(s). Os dialélicos parciais, conforme denominação de VENCOVSKY (1978), representam o cruzamento em todas as combinações possíveis entre dois grupos distintos de materiais; no presente caso, entre materiais de grãos dentados e duros.

A Tabela 3 representa as médias de variedades de cada grupo e dos respectivos híbridos intervarietais (intergrupos).

Tabela 3. Esquema representativo de uma tabela de dialélicos referente a um cruzamento parcial.

		Grupo (II)					
		1'	2' J			Total	Variedades
GRUPO (I)	1	$Y_{11'}$	$Y_{12'}$	Y_{1J}	$Y_{1.}$	Y_{11}	
	2	$Y_{21'}$	$Y_{22'}$	Y_{2J}	$Y_{2.}$	Y_{22}	
	.				.	.	
	.				.	.	
	.				.	.	
	.				$Y_{i.}$	Y_{ii}	
	.				.	.	
	.				.	.	
	.				.	.	
	I	$Y_{I1'}$	$Y_{I2'}$	Y_{IJ}	$Y_{I.}$	Y_{II}	
Total		$Y_{.1'}$	$Y_{.2'}$	$Y_{.J}$	Y_H	$Y_{(I)}$	
Variedades		$Y_{1'1'}$	$Y_{2'2'}$	Y_{JJ}	$Y_{(II)}$	$Y_{..}$	

onde tem-se:

Y_{ij} : média do híbrido entre a variedade i do grupo (I) e a variedade j do grupo (II);

$Y_{i.}$: total dos híbridos envolvendo a variedade i ;

$Y_{.j}$: total dos híbridos envolvendo a variedade j ;

Y_{ii} e Y_{jj} : média das variedades i e j , respectivamente;

$Y_{(I)}$ e $Y_{(II)}$: total das variedades dos grupos (I) e (II), respectivamente;

Y_H : total dos IJ híbridos entre os grupos (I) e (II);

$Y_{..}$: total geral das variedades e híbridos.

Na tabela dialélica o total de tratamento fica:

$$N = I + J + IJ$$

No presente trabalho foi utilizada a metodologia de análise de cruzamentos dialélicos parciais proposta por MIRANDA Fº e GERALDI (1980). De acordo com esta metodologia utiliza-se o modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966), adaptado para representar a média em um cruzamento dialélico parcial entre dois grupos distintos de variedades. Assim tem-se o seguinte modelo (representado em itálico para diferenciar do modelo da análise geral da variância):

$$Y_{ij} = m + \alpha d + 1/2 (v_i + v_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : média do híbrido entre a variedade i do grupo (I) e a variedade j do grupo (II), sendo que, no modelo, $\theta = 1$ e $\alpha = 0$; para representar variedades, substitui-se Y_{ij} por Y_{ii} ou por Y_{jj} , para variedades do grupo (I) ou do grupo (II), respectivamente. Para Y_{ii} , tem-se $\alpha = 1$ e $\theta = 0$; para Y_{jj} , tem-se $\alpha = -1$ e $\theta = 0$.

$i = 1, 2, \dots, I = 7$; para variedades do grupo (I);

$j = 1', 2', \dots, J = 5$; para variedades do grupo (II);

m : médias das variedades parentais;

d : medida da diferença entre as médias dos dois grupos de variedades;

v_i ou v_j : efeito de variedade da variedade i (ou j);

\bar{h} : heterose média;

h_i ou h_j : heterose de variedade, que é a contribuição da variedade i (ou j) para o efeito da heterose h_{ij} ;

s_{ij} : heterose específica do cruzamento entre as variedades i e j ;

\bar{e}_{ij} : erro associado à média Y_{ij} de três locais, dois anos e r repetições, sendo $r = 3$ para produção de grãos e $r = 2$ para altura da planta e da espiga.

De acordo com esta metodologia, as estimativas dos parâmetros genéticos de médias, o erro das estimativas dos parâmetros, bem como as somas dos quadrados para a análise da variância são obtidos por fórmulas. Para a estimação dos parâmetros genéticos, foram utilizadas as seguintes expressões:

$$\begin{aligned}\hat{m} &= 1/2 (\bar{Y}_{(I)} + \bar{Y}_{(II)}) \\ \hat{d} &= 1/2 (\bar{Y}_{(I)} - \bar{Y}_{(II)}) \\ \hat{v}_i &= Y_{ii} - \bar{Y}_{(I)}; \quad \hat{v}_j = Y_{jj} - \bar{Y}_{(II)} \\ \hat{h} &= \bar{Y}_H - \hat{m} \\ \hat{h}_i &= \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_H + 1/2 (\bar{Y}_{(I)} - Y_{ii}) \\ \hat{h}_j &= \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_H + 1/2 (\bar{Y}_{(II)} - Y_{jj}) \\ \hat{s}_{ij} &= Y_{ij} + \bar{Y}_H - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j}\end{aligned}$$

onde:

$$\begin{aligned}\bar{Y}_{(I)} &= \frac{Y_{(I)}}{I}; \quad \bar{Y}_{(II)} = \frac{Y_{(II)}}{J}; \quad \bar{Y}_H = \frac{Y_H}{IJ} \\ \bar{Y}_{i.} &= \frac{Y_{i.}}{J}, \quad \bar{Y}_{.j} = \frac{Y_{.j}}{I}\end{aligned}$$

Os erros das estimativas dos parâmetros correspondem a raiz quadrada das seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned}\text{Vâr} (\hat{m}) &= \left(\frac{I + J}{4IJ} \right) s^2 \\ \text{Vâr} (\hat{d}) &= \left(\frac{I + J}{4IJ} \right) s^2 \\ \text{Vâr} (\hat{v}_i) &= \left(\frac{I - 1}{I} \right) s^2 \\ \text{Vâr} (\hat{v}_j) &= \left(\frac{J - 1}{J} \right) s^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{vâr } (\hat{h}_{ij}) &= \left(\frac{3}{2}\right) s^2 \\ \text{vâr } (\hat{h}) &= \left(\frac{4 + I + J}{4IJ}\right) s^2 \\ \text{vâr } (\hat{h}_i) &= \frac{(J - 1)(4 + J)}{4IJ} s^2 \\ \text{vâr } (\hat{h}_j) &= \frac{(J - 1)(4 + I)}{4IJ} s^2 \\ \text{vâr } (\hat{s}_{ij}) &= \frac{IJ - I - J + I}{IJ} s^2 \end{aligned}$$

onde:

s^2 = quadrado médio do resíduo

A análise da variância foi conduzida como mostra a Tabela 4 utilizando-se, para o cálculo das somas de quadrados correspondentes, as seguintes expressões:

$$SQd = \frac{IJ}{N(4+I+J)} \left[(I+2)\bar{Y}_{(I)} - (J+2)\bar{Y}_{(II)} + (J-I)\bar{Y}_H \right]^2$$

$$SQv_{(I)} = \frac{4}{4+J} \sum_i \left[Y_{ii} - \bar{Y}_{(I)} + 1/2 (Y_{i.} - J\bar{Y}_H) \right]^2$$

$$SQv_{(II)} = \frac{4}{4+I} \sum_j \left[Y_{jj} - \bar{Y}_{(II)} + 1/2 (Y_{.j} - I\bar{Y}_H) \right]^2$$

$$SQ\bar{h} = \frac{IJ}{4+I+J} \left[\bar{Y}_{(I)} + \bar{Y}_{(II)} - 2\bar{Y}_H \right]^2$$

$$SQh_{(I)} = \frac{J}{J+4} \sum_i \left[Y_{ii} - \bar{Y}_{(I)} - 2(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_H) \right]^2$$

$$SQh_{(II)} = \frac{I}{I+4} \sum_j \left[Y_{jj} - \bar{Y}_{(II)} - 2(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_H) \right]^2$$

$$SQs = \frac{\sum_{i \neq j} Y_{ij}^2}{i \neq j} - \frac{1}{J} \sum_i Y_{i.}^2 - \frac{1}{I} \sum_j Y_{.j}^2 + \frac{1}{IJ} Y_H^2$$

Tabela 4. Esquema da análise da variância de cruzamentos dialélicos parciais.

F.V.	G.L.	Q.M.	F
Populações [§]	$N-1$	Q_1	Q_1/Q_{10}
Variedades (I)	$I-1$	Q_2	Q_2/Q_{10}
Variedades (II)	$J-1$	Q_3	Q_3/Q_{10}
Desvios	1	Q_4	Q_4/Q_{10}
Heteroses	$N-I-J$	Q_5	Q_5/Q_{10}
Het. média	1	Q_6	Q_6/Q_{10}
Het. Var. (I)	$I-1$	Q_7	Q_7/Q_{10}
Het. Var. (II)	$J-1$	Q_8	Q_8/Q_{10}
Het. específica	$(I-1)(J-1)$	Q_9	Q_9/Q_{10}
Erro médio ^ε	-	Q_{10}	

§ - São denominadas de populações as variedades e os híbridos intervarietais entre elas; e como variedades, apenas os progenitores.

ε - Obtido do quadrado médio do erro experimental da análise da variância dividido pelo número de repetições, locais e anos.

No presente trabalho procedeu-se também à análise conjunta, referente aos três caracteres, para as duas densidades de plantio. As somas de quadrados referentes às interações dos diversos efeitos por densidade foram calculadas pela fórmula adaptada de MIRANDA Fº e RISSI (1975):

$$S_{pd} = S_{p1} + S_{p2} - 2S_{p12}, \text{ onde}$$

S_{p1} = SQ do parâmetro em questão, na densidade D_1 ,

S_{p2} = SQ do parâmetro em questão, na densidade D_2 ,

S_{p12} = SQ do parâmetro em questão obtida da análise conjunta para as duas densidades de plantio, D_1 e D_2 .

Com o objetivo de detectar divergência genética entre os sub-grupos de populações Asteca, MEB e Múltiplos, o dialélico 7 x 5 foi desmembrado em vários outros, como apresentado no quadro a seguir. Foram analisadas individualmente as combinações entre sub-grupos ($G_1 \times G_4$; $G_1 \times G_5$; etc.).

		SG ₄			SG ₅	SG ₆
		8	9	10	11	12
	1					
SG ₁	2		3 x 3 [§]		1 x 3	1 x 3
	3					
	4					
SG ₂	5		3 x 3		1 x 3	1 x 3
	6					
SG ₃	7		3 x 1		-	-

§ - As combinações 3 x 3, 1 x 3, ... etc., referem-se à dimensão do dialélico parcial.

Os referidos sub-grupos são representados pelas variedades :

- SG₁ - Asteca Prolífico
- SG₂ - MEB
- SG₃ - WP₁₂
- SG₄ - Múltiplos
- SG₅ - SRR-Duro
- SG₆ - Cateto Prolífico

4. RESULTADOS

4.1. Análise geral dos dados

Procedeu-se à análise da variância dos dados de produção de grãos de doze experimentos envolvendo três locais, dois anos, em duas densidades de plantio.

A eficiência dos experimentos em lática, em relação a blocos ao acaso, variou de 100,1% a 154,9%. Os resultados obtidos com o teste F para os tratamentos ajustados dos experimentos em lática, para o caráter produção de grãos, só não apresentou significância no ensaio conduzido em Ribeirão Preto, no ano de 1979/80, para a densidade D_2 de plantio. Revelaram significância ao nível de 5% de probabilidade os ensaios conduzidos em Ataliba Leonel no ano de 1978/79 para densidade D_2 e no ano de 1979/80 para densidade D_1 . Os demais experimentos apresentaram diferenças significativas entre tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. Para o caráter altura da espiga, todos os ensaios mostraram diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, enquanto que para altura das plantas todos apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, com exceção do experimento conduzido em Ataliba Leonel no ano 1979/

80, para densidade D_1 , que revelou significância apenas ao nível de 5% de probabilidade.

Os coeficientes de variação experimental, para produção de grãos, relativos ao ano de 1978/79, variaram de 16,5% a 25,4% e os relativos ao ano de 1979/80 variaram de 10,8% a 16,9%. Para os caracteres altura da planta e da espiga, os coeficientes de variação apresentaram uma amplitude de 2,9% a 5,5%, indicando altas precisões. Como a relação entre o maior quadrado médio residual e o menor deles foi inferior a 4, os experimentos foram reunidos, conforme recomendado por GOMES (1973).

Dos resultados obtidos, são de especial importância para o estudo de cruzamentos dialélicos e para as análises conjuntas as estimativas do erro efetivo médio e as médias das variedades e híbridos.

Os resultados da análise conjunta, envolvendo locais e/ou ano(s) para as duas densidades de plantio, são apresentados nas Tabelas 5 e 6, para os três caracteres em estudo. Os valores de F mostraram-se altamente significativos para a maioria dos componentes da análise da variância.

Os valores médios de produção de grãos, para as 12 variedades de milho e seus cruzamentos intervarietais, obtidos de 18 repetições, envolvendo três locais e dois anos, para cada densidade de plantio, são apresentados nas Tabelas 7 e 8, juntamente com a média das testemunhas. Para a produção de grãos das variedades ($\text{kg}/10 \text{ m}^2$), observou-se uma amplitude de variação de 4,596 (V_1) a 5,944 (V_{11}) para a densidade D_1 e de 5,617 (V_9) a 6,845 (V_2) para a densidade D_2 . Para os híbridos intervarietais, a amplitude de variação foi de 5,310 ($H_{6.8}$) a 6,257 ($H_{7.12}$) para a densidade D_1 e de 6,186 ($H_{4.9}$) a 7,429 ($H_{6.10}$) para D_2 . A relação de produtividade (D_2/D_1), em porcentagem (%), é apresentado na Tabela 9.

Nas Tabelas 10, 11, 12 e 13 são apresentadas as médias de altura das plantas e das espigas, das variedades, dos híbridos intervarietais e das testemunhas. Para a altura

das plantas (m), a amplitude de variação para variedades foi de 2,57 (V_4 e V_6) a 2,82 (V_2) para a densidade D_1 e de 2,54 (V_{10}) a 2,75 (V_1 e V_6) para a densidade D_2 . Os híbridos intervarietais variaram de 2,54 ($H_{6.12}$) a 2,99 ($H_{3.10}$) para a densidade D_1 e de 2,54 ($H_{5.9}$) a 2,79 ($H_{3.11}$) para D_2 . Para altura das espigas (m), a amplitude de variação para variedades foi de 1,60 (V_5) a 1,89 (V_3) para densidade D_1 e de 1,52 (V_4) a 1,78 (V_{11}) para a densidade D_2 ; os híbridos intervarietais variaram de 1,62 ($H_{5.12}$) a 1,99 ($H_{2.11}$) para a densidade D_1 e de 1,54 ($H_{7.9}$) a 1,85 ($H_{2.11}$) para D_2 .

Foram obtidos ainda os valores de heterose em relação à média dos pais e ao pai superior, para as duas densidades de plantio e para os três caracteres em estudo (Tabelas 14, 15 e 16). Em relação à média dos pais, os valores de heterose para produção de grãos variaram de -3,0 a 28,1% e de -1,0 a 22,7%, com uma heterose média de 15,2% e 10,5% para as densidades D_1 e D_2 , respectivamente. Para a altura de plantas, observou-se uma variação de -3,8 a 11,1% e de -4,7 a 8,3%, com valores médios de 3,3% e 1,3%. Da mesma maneira, para altura de espigas foram observados valores que variavam de -4,7 a 12,6% e de -6,5 a 10,4%, com valores médios de 5,2 e 2,4%.

Os valores de heterose, em relação ao pai superior, para produção de grãos, variaram de -13,0 a 26,6% e de -4,7 a 21,2%, com valores médios de 11,2 e 7,6%, para as densidades D_1 e D_2 , respectivamente. Para altura de plantas, a amplitude de variação foi de -6,3 a 6,9% e de -6,6 a 6,3%, apresentando uma heterose média de 1,8 e -0,5%. Para altura da espiga, observou-se uma variação de -10,0 a 11,2% e de -10,7 a 5,8%, com valores médios de 1,4 e -0,8%.

Os valores de heterose em relação à média dos pais, para o caráter produção de grãos, foram positivos em 34 dos 35 cruzamentos, em ambas as densidades. Para a altura da

planta foram observados 33 e 25 valores positivos, nas densidades D_1 e D_2 , respectivamente, para a altura da espiga, as heteroses positivas foram em número de 31 e 28, respectivamente.

4.2. Análise de cruzamentos dialélicos e estimativas dos componentes de médias

Nas Tabelas 17, 19 e 21 são apresentados os valores médios relativos às análises da variância das tabelas dialélicas, envolvendo as densidades de plantio D_1 e D_2 , a análise conjunta e as interações dos vários efeitos por densidade, para os caracteres produção, altura da planta e altura da espiga.

A análise da variância do cruzamento dialélico, para o caráter produção de grãos, para densidade D_1 , apresentou significância para os efeitos de variedades (v_i e v_j) e de heterose (h_{ij}), ao nível de 1% de probabilidade. Dos componentes da heterose, apresentaram diferenças altamente significativas a heterose média (\bar{h}) e a heterose de variedades II (h_j). A análise da variância para a densidade D_2 não apresentou o mesmo padrão de significância da densidade D_1 . Revelou significância de 1% de probabilidade o efeito de heterose (h_{ij}) e dentre os seus componentes a heterose média (\bar{h}). A análise conjunta envolvendo as duas densidades de plantio apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade para os efeitos de variedades I e II (v_i e v_j) e de 1% de probabilidade para heterose. Dos efeitos de heterose, somente a heterose média (\bar{h}) apresentou diferenças significativas a 1% de probabilidade. Dos resultados obtidos da interação dos vários efeitos com densidade foi detectada significância para heterose média (Tabela 17).

Para altura da planta, a análise da variância

do cruzamento dialélico para a densidade D_1 apresentou nível de significância de 1% de probabilidade para o efeito de variedades I (v_i) e para heterose (h_{ij}). Dentre os componentes da heterose, a heterose média (\bar{h}) apresentou-se como significativa a 1% de probabilidade. A análise do dialélico para a densidade D_2 apresentou diferenças significativas para variedades I (v_i) ao nível de 1% de probabilidade e significância de 5% de probabilidade para desvios e heteroses (h_{ij}). Dos componentes da heterose, apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade a heterose de variedades II (h_j). A análise conjunta entre estes dois níveis populacionais (D_1 e D_2) apresentou significância para variedades I (v_i) e para heterose média (\bar{h}) ao nível de 1% de probabilidade e de 5% de probabilidade para heterose de variedades II (h_j). A interação dos efeitos por densidade apresentou significância de 5% para variedades I (v_i) e para heterose média (\bar{h}).

A análise da variância dos cruzamentos dialélicos para altura da espiga mostrou valores significativos ao nível de 1% de probabilidade para efeitos de variedades I e II para as análises envolvendo D_1 , D_2 e a conjunta; e diferenças a nível de 5% de probabilidade para a interação do efeito de variedades I com densidade. Para heterose, foram detectadas diferenças significativas de 1% e 5% de probabilidade para a densidade D_1 e para interação desse efeito por densidade, respectivamente. Dentre os componentes da heterose, foi observada significância para heterose média em todas as análises, sendo altamente significativas para a densidade D_1 e a interação de heterose de variedades II com densidades.

Pode-se verificar também, pelas análises da variância, para produção de grãos que, da soma de quadrados total observada coube a efeitos de heterose valores superiores a 66%, enquanto que para variedades I, II e desvios correspondeu à diferença para 100%. Dentre os componentes da heterose

a maior parte coube à heterose média, seguida da heterose específica e a diferença foi devida a efeitos de heterose de variedades I e II (Tabela 18).

Para altura das plantas e para altura das espigas os valores de heterose foram inferiores quando comparados com os obtidos para produção. Os valores do efeito para variedades I foram bastante superiores aos observados para variedades II (Tabelas 20 e 22).

Na Tabela 23, encontram-se as estimativas dos efeitos de variedades I e II (\hat{v}_i e \hat{v}_j), as estimativas das médias de variedades parentais (\hat{m}), os desvios da média (\hat{d}), bem como o erro das referidas estimativas, para as duas densidades de plantio, e para os três caracteres em estudo. As estimativas das médias das variedades parentais foram de $\hat{m} = 5,013$ kg/10 m² e 4,589 kg/7,5 m² e os desvios de $\hat{d} = -0,081$ kg/10 m² e 0,029 kg/7,5 m², para as densidades de plantio D₁ e D₂, respectivamente. Os efeitos de variedades variaram de $\hat{v}_9 = -0,4068$ a $\hat{v}_{11} = 0,8902$ kg/10 m² para D₁ e de $\hat{v}_9 = -0,3616$ a $\hat{v}_2 = 0,5308$ kg/7,5 m² para D₂.

Para altura das plantas, os valores das estimativas das médias das variedades parentais foram de $\hat{m} = 2,70$ e 2,66 m e os valores observados dos desvios foram de $\hat{d} = 0,020$ e 0,033 m, para D₁ e D₂, respectivamente. Os valores dos efeitos de variedades variaram de \hat{v}_4 e $\hat{v}_6 = -0,1014$ a $\hat{v}_2 = 0,1486$ m para a densidade D₁ e $\hat{v}_{10} = -0,0900$ a $\hat{v}_{12} = 0,1200$ para a densidade D₂.

Os valores da estimativa média de variedades parentais, para altura da espiga, foram de $\hat{m} = 1,69$ e 1,63 m, enquanto que os valores dos desvios foram de $\hat{d} = 0,025$ e 0,018 m para as densidades D₁ e D₂. As estimativas dos efeitos de variedades para a densidade D₁ variaram de $\hat{v}_8 = -0,1160$ a $\hat{v}_3 = 0,1743$ m e para a densidade D₂ de $\hat{v}_4 = -0,1343$ a $\hat{v}_{11} =$

0,1620 m.

Na Tabela 24 são apresentadas as estimativas da heterose de variedades (\hat{h}_i e \hat{h}_j), heterose média (\hat{h}) e os erros referentes a estas estimativas para as características produção de grãos, altura das plantas e das espigas, envolvendo as duas densidades em estudo. Para produção de grãos, foi observada uma variação para heterose de variedades de $\hat{h}_{11} = -0,4055$ e $\hat{h}_{12} = 0,2506$ kg/10 m² e uma heterose média de $\hat{h} = 0,7535$ kg/10 m² para a densidade D₁ e $\hat{h}_2 = -0,2384$ a $\hat{h}_3 = 0,1727$ kg/7,5 m² para a densidade D₂ e uma heterose média de $\hat{h} = 0,4775$ kg/7,5 m².

Para altura das plantas, observou-se uma variação para heterose de variedades da ordem de $\hat{h}_{12} = -0,0654$ a $\hat{h}_{11} = 0,0556$ m, com uma heterose média de $\hat{h} = 0,0384$ m para D₁ e valores de $\hat{h}_{12} = -0,0885$ a $\hat{h}_2 = 0,0993$ m, com uma $\hat{h} = 0,0307$ m para D₂.

Os valores de heterose de variedades, para altura da espiga, variaram de $\hat{h}_{12} = -0,0930$ a $\hat{h}_{11} = 0,0648$ m e de $\hat{h}_{10} = -0,0389$ a $\hat{h}_2 = 0,0670$ m, para as densidades D₁ e D₂, respectivamente.

Encontram-se na Tabela 25 os valores de capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) para os 35 cruzamentos, bem como os valores da estimativa do erro para os três caracteres pesquisados nas densidades D₁ e D₂. Observou-se para D₁ uma variação de $\hat{s}_{6.11} = -0,4469$ a $\hat{s}_{6.10} = 0,5002$ kg/10 m², para produção de grãos, e uma variação de $\hat{h}_{3.11} = -0,1246$ a $\hat{h}_{3.10} = 0,1724$ m e de $\hat{h}_{3.11} = -0,1008$ a $\hat{h}_{3.12} = 0,1120$ m para altura da planta e da espiga, respectivamente. Para a densidade D₂ foi observada variação de $\hat{s}_{6.11} = -0,3575$ a $\hat{s}_{6.10} = 0,3618$ kg/7,5 m², para produção de grãos, e uma variação de $\hat{s}_{5.9} = -0,1060$ a $\hat{s}_{7.12} = 0,1245$ m e $\hat{s}_{7.11} = -0,0879$ a $\hat{s}_{7.12} =$

0,0981 m, para altura da planta e da espiga, respectivamente.

Nas Tabelas 26 e 27 encontram-se as análises da variância dos cruzamentos dialélicos, para as densidades de plantio D_1 e D_2 , obtidas da decomposição do dialélico 7×5 , resultando em dois dialélicos 3×3 e cinco dialélicos 3×1 . O objetivo dessa decomposição foi verificar a divergência conferida aos grupos de populações pela introdução de aproximadamente 10% de germoplasmas exóticos seguida de seleção.

5. DISCUSSÃO

5.1. Avaliação das variedades e do seu potencial heterótico

Nos últimos anos muita atenção tem sido dada à densidade populacional como meio de aumentar a produção de grãos por unidade de área.

Ensaio de produção envolvendo variedades e híbridos de milho são frequentemente conduzidos em uma única densidade de plantio. Estes ensaios podem dar boas informações a respeito do comportamento de tais variedades e híbridos, na densidade de plantio utilizada, mas não dão informação alguma de como essas variedades e híbridos interagem quando a densidade de plantio é alterada. Ensaio repetidos em duas ou mais densidades de plantio requerem muito mais trabalho e maior custo, na avaliação de um conjunto de material.

Mesmo assim, a utilização de maior densidade populacional como meio de aumentar a produção comercial tem levado pesquisadores a estudar o efeito da densidade de plantio no comportamento de germoplasmas de milho, nas estimativas de parâmetros genéticos (EL LAKANY e RUSSELL, 1971 e SUBANDI e

COMPTON, 1974a) e no processo da seleção (RUSSELL, 1969 e SUBANDI e COMPTON 1974b).

Neste trabalho, doze variedades de milho, trinta e cinco híbridos intervarietais e duas testemunhas foram avaliadas em duas densidades de plantio, em três locais, dois anos, para produção de grãos, com o objetivo de verificar o comportamento de tais materiais em diferentes condições de ambiente.

Pelos resultados obtidos para a característica produção de grãos, para as duas densidades de plantio, pode-se verificar uma redução de 0,625 kg por parcela de 50 plantas ou de 12,5 g por planta nos ensaios conduzidos na densidade D_2 , quando comparados com D_1 . Esta redução na produção de grãos por planta foi resultante da diminuição do tamanho da parcela, fazendo com que as plantas concorressem entre si por nutrientes, luz e água. Entretanto, a transformação dos resultados obtidos em kg por 50 plantas ou g por planta em toneladas por hectare ou em porcentagem indicou uma maior produção para a densidade D_2 . Assim, a produção média das doze variedades, trinta e cinco híbridos e duas testemunhas para a densidade D_2 foi de 6,456 ton/ha ($4,843 \text{ kg}/7,5 \text{ m}^2$), o que é significativamente diferente da produção de 5,468 ton/ha, observada para D_1 . A produção observada para D_2 é 18% superior a observada para D_1 . Resultados com a mesma tendência foram obtidos por LEITE (1973), que verificou um aumento de 8,4% na produção de grãos por hectare, em estudo envolvendo o cultivar braquítico Piranão e dois outros cultivares de porte normal, quando o espaçamento era reduzido de 100 cm para 75 cm entre linhas.

Pode-se ainda observar um aumento no erro médio e no coeficiente de variação experimental quando utilizou-se uma maior densidade populacional (Tabela 5). DHILLON *et alii* (1978), estudando 20 variedades de milho e seus híbridos

dos intervarietais observaram que os coeficientes de variação eram invariavelmente mais altos nos ensaios envolvendo alta densidade populacional. RUSSELL (1968 e 1969) também observou que o erro experimental aumentava quando a densidade populacional era maior.

Como pode ser observado na Tabela 5, o nível de significância para os componentes da análise da variância tiveram praticamente o mesmo comportamento, nas duas densidades estudadas, indicando diferenças entre os materiais e ambientes avaliados. A redução da produção por parcela de 50 plantas, para a densidade D_2 , teve provavelmente por causa principal precipitações pluviais deficientes e irregulares que caracterizaram os anos agrícolas em que foram conduzidos os experimentos. Desse modo, é de se esperar que a densidade D_2 tenha sido prejudicada devido a uma maior competição entre as plantas, principalmente por falta de água.

A análise conjunta para as características altura da planta e da espiga (Tabela 6) foram menos afetadas pela utilização de maior densidade populacional do que o caráter produção de grãos, isto porque estas características são menos influenciadas pelo ambiente e com herdabilidade de relativamente elevada. Foram detectadas diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade para a maioria dos componentes de tratamentos, indicando que as variedades e híbridos divergem entre si quanto a estas características. Pode-se observar ainda por esta tabela que houve uma tendência à redução do porte das plantas e das espigas quando utilizou-se uma maior densidade de plantio.

No entanto, os resultados encontrados na literatura são de certa forma contraditórios. STICKLER (1964), GIESBRECHT (1969) e EL LAKANY e RUSSELL (1971) observaram valores maiores para a altura da planta e da espiga nos espaçamentos mais estreitos. COLVILLE e MCGILL (1962) observaram

que o porte das plantas decresciam nas populações de maior densidade. RUTGER e CROWDER (1967) não observaram acréscimo significativo para altura das plantas em altas densidades populacionais, embora a altura das espigas tivesse aumentado. Uma explicação para a divergência entre resultados encontrados na literatura para altura da planta e da espiga pode ser - além do germoplasma - devido a dependência de fatores, como maior ou menor disponibilidade de luz, água e nutrientes. No entanto, o coeficiente de variação experimental e o erro médio praticamente não mostraram variação, indicando neste caso a pouca influência da densidade populacional no porte das plantas.

Das doze variedades utilizadas neste estudo a de nº 2 (Asteca Prolífico RPS-2) apresentou alta produtividade nos dois níveis de densidade (D_1 e D_2) e também foi a variedade que apresentou porte dos mais elevados. Os híbridos intervarietais apresentaram um nível de produtividade semelhante ao das testemunhas; entretanto, o porte das plantas das testemunhas mostrou-se inferior ao dos híbridos intervarietais e das variedades parentais.

Analisando as Tabelas 7 e 8 observa-se que, com exceção das variedades 3, 5 e 11, as demais apresentaram valores de produção em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ e $\text{kg}/7,5 \text{ m}^2$ bastante próximos. Para os híbridos, as diferenças na produção, quando comparadas nas densidades D_1 e D_2 , mostraram-se mais variáveis. Entre as testemunhas, a que mostrou menor influência à alta densidade populacional foi o híbrido duplo Hmd 7974. Pode-se observar ainda que os híbridos $H_{1.12}$, $H_{2.12}$ e $H_{3.12}$, que são cruzamentos entre variedades prolíficas, mostraram-se altamente produtivos e mais tolerantes à alta densidade populacional. Resultados semelhantes foram obtidos por COLLINS *et alii* (1965), RUSSELL (1968) e ZUBER e GROGAN (1956).

Observando-se os valores médios para a altura de plantas e de espigas (Tabelas 10, 11, 12 e 13), pode-se dis

criminar as variedades quanto ao porte. Verificou-se que as variedades do grupo Asteca apresentaram porte elevado, juntamente com a variedade Cateto Prolífico. As variedades do grupo MEB (4, 5 e 6), os Múltiplos (8, 9 e 10) e WP₁₂ (7) apresentaram porte semelhante entre si e inferior quando comparados as demais variedades em estudo. Dentre os híbridos avaliados, os que envolvem variedades do grupo Asteca (1, 2 e 3) apresentaram porte mais elevado que aqueles do grupo MEB (4, 5 e 6).

Os híbridos obtidos entre os dois conjuntos de variedades consideradas (dentadas e duras) apresentaram efeitos heteróticos bastante promissores para a produção de grãos (Tabela 14). Os valores médios de heterose, em relação à média dos pais (15,2% e 10,5% para as densidades D₁ e D₂, respectivamente) e em relação ao pai superior (11,2% e 7,6% para D₁ e D₂), indicaram a existência de divergência genética entre as variedades parentais. Os resultados obtidos para a densidade D₁ foram de magnitude semelhante àqueles obtidos por HALLAUER (1972), VENCOVSKY (1973), MIRANDA F^o (1974), VALVA (1976), ANUNCIACÃO F^o (1976), PATERNIANI (1980) e SOUZA JR. (1981).

Os valores de heterose obtidos neste trabalho indicaram a existência de divergência genética entre as variedades parentais. Estes resultados mostraram níveis de heterose diferencial nos cruzamentos envolvendo as variedades do grupo Asteca, MEB e Múltiplos. As variedades de cada um destes grupos divergiram entre si devido a 12,5% de germoplasma exótico existente em cada uma delas, além de alterações gênicas conferidas pela seleção, amostragem e tamanho efetivo populacional a que foram submetidas.

Os resultados da Tabela 14 indicaram que em alguns cruzamentos, embora os valores de heterose observados para a densidade D₁ sejam elevados, para a densidade D₂ mostraram-se muito baixos, chegando a ser negativos em alguns ca

sos. Por outro lado, pode-se observar que em alguns híbridos os decréscimos observados para D_2 foram bem menores (como nos cruzamentos $H_{6.9}$, $H_{1.10}$, $H_{6.10}$, $H_{7.10}$, $H_{1.12}$, $H_{3.12}$, $H_{6.12}$), em outros cruzamentos os valores de heterose foram praticamente da mesma magnitude ($H_{3.10}$, $H_{4.10}$), havendo ainda casos ($H_{3.9}$, $H_{5.10}$, $H_{3.11}$) onde os valores de heterose foram superiores para a densidade D_2 .

As variedades que deram híbridos de bom comportamento em altas densidades de plantio são vantajosas e poderão ser utilizadas em programas de seleção recorrente ou, então, como fonte de linhagens endogâmicas.

O híbrido mais heterótico foi $H_{6.10}$ (MEB RDMPC-1 x Múltiplos RDMV), o qual apresentou comportamento semelhante nas duas densidades de plantio.

Neste trabalho foram observados valores de heterose para altura da planta e da espiga da ordem de 3,3% e 5,2%, em relação à média dos pais, e de 1,8% e 1,4%, em relação ao pai superior, respectivamente, para os ensaios conduzidos na densidade D_1 . Esses valores são da mesma ordem de magnitude daqueles encontrados por CASTRO (1968), PATERNIANI (1970), BARRIGA e VENCOVSKY (1973), MIRANDA F^o (1974), VALVA (1976) e SOUZA JR. (1981). Os valores observados para a densidade D_2 foram inferiores àqueles obtidos para D_1 .

A heterose tem sido usada por inúmeros pesquisadores como meio de determinar o grau de divergência genética entre variedades e populações. Estudos desenvolvidos por MOLL *et alii* (1962) e MOLL *et alii* (1965), com variedades de milho de regiões geográficas diferentes, indicaram que variações genéticas entre populações altamente divergentes podem restringir a expressão da heterose. Entretanto, segundo CRESS (1966), a ausência da heterose não significa necessariamente falta de divergência genética.

Os resultados obtidos com este trabalho indicaram a presença de divergência genética entre as variedades pertencentes a um mesmo grupo de variedades aparentadas. As possíveis explicações para a divergência observada e conferida pelos diferentes graus de heterose entre as variedades dos sub-grupos Asteca, MEB e Múltiplos podem ser: o número insuficiente de retrocruzamentos, de modo a recuperar estas variedades; a seleção atuando no sentido de alterar a frequência gênica dessas populações e a utilização de número efetivo populacional diferenciado, de modo a manter em cada variedade certa quantidade de alelos favoráveis.

5.2. Análise de cruzamentos dialélicos e estimativas dos componentes de médias

Os resultados obtidos pela análise da variância das tabelas dialélicas parciais, para produção de grãos (Tabela 17), mostraram que para a densidade de plantio D_1 , ou seja, a densidade convencionalmente usada, as variedades constituem um grupo heterogêneo para o caráter em estudo, conforme indicaram as significâncias para os efeitos de variedades I e II. Dentro do conjunto de variedades dentadas destacaram-se a variedade V_2 (Asteca Prolífico RPS-2; $\hat{v}_2 = 0,372$ kg/10 m²) como a mais produtiva e a variedade V_1 (Asteca Prolífico RMDMV, $\hat{v}_1 = -0,376$ kg/10 m²) como a menos produtiva. Para o conjunto de variedades de endosperma duro destacaram-se a variedade V_{11} (SRR-Duro RPS-2; $\hat{v}_{11} = 0,890$ kg/10 m²) como a mais produtiva e a variedade V_9 (Múltiplos RHCRI; $\hat{v}_9 = -0,407$ kg/10 m²) como a menos produtiva.

Quanto ao potencial heterótico das variedades, somente puderam ser detectadas diferenças significativas para os componentes de heterose média e de heterose de variedades para o grupo II (h_j). Os valores de heterose de variedades

(Tabela 24) para o grupo de variedades I (h_i) indicou que a variedade V_7 (WP₁₂ RPS-2; $\hat{h}_7 = 0,1922 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$) foi a que apresentou valor mais alto, enquanto que a variedade V_5 (MEB RPS-2; $\hat{h} = -0,2449 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$) foi a que apresentou menor valor. Do grupo de variedades II, foi a variedade V_{12} (Cateto Prolífico RGZPC-3); $\hat{h}_{12} = 0,2506 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$) a que apresentou valor de heterose mais elevado e a variedade V_{11} (SRR Duro RPS-2; $\hat{h}_{11} = -0,4055 \text{ kg}/10 \text{ m}^2$) a que apresentou valor mais reduzido. Pode-se concluir daí que as variedades V_7 e V_{12} são as que possuem maiores valores de heterose de variedades (\hat{h}_i e \hat{h}_j), apresentando valores médios de heterose ($\bar{h} + h_i$) de 19,1% nos cruzamentos envolvendo a variedade 7 e heterose ($\bar{h} + h_j$) de 20,1% nos cruzamentos envolvendo a variedade 12, em relação à média dos pais. A heterose do cruzamento intervarietal $H_{7.12}$ foi de 25,3% tanto em relação à média dos pais como em relação ao pai superior. Estes resultados sugerem que tais variedades possuem frequências gênicas contrastantes nos locos com dominância, e também em relação às frequências gênicas médias das variedades incluídas no dialélico. Por outro lado, os resultados obtidos com as variedades V_5 e V_{11} devem possuir suas frequências gênicas dos locos com dominância bem próximas das frequências médias do grupo, ocasionando o baixo valor heterótico, que no presente caso apresenta valor médio de 9,9% para os híbridos onde estão envolvidos a variedade V_5 e de 6,4% para os híbridos intervarietais envolvendo a variedade V_{11} , em relação à média dos pais.

Analisando ainda a Tabela 17, verifica-se que a densidade D_2 não foi capaz de discriminar as variedades do grupo I e II, apresentando significância apenas para a heterose média, indicando assim que as variedades comportaram-se como um grupo homogêneo e que a heterose não varia de cruzamento a cruzamento, sugerindo que a capacidade de combinação é menos dependente dos efeitos da heterose.

Na análise conjunta, os quadrados médios referentes aos efeitos de variedades I e II foram intermediários aos obtidos para D_1 e D_2 , e mostraram-se significativos. Desse modo, a análise conjunta também se apresentou como eficaz em relação à discriminação entre variedades, embora em menor grau do que para a densidade D_1 . Quanto à heterose média, tanto as análises individuais como a conjunta apresentaram condições de detectar a presença de efeito significativo. Em relação aos demais componentes da heterose, tanto a análise da densidade D_2 como a conjunta não detectaram quaisquer efeitos significativos, mostrando-se menos eficazes do que a análise da densidade D_1 , a qual revelou valores significativos para os efeitos de heterose de variedades do grupo II.

A análise da interação de efeitos por densidades de plantio mostrou instabilidade somente para a heterose média, indicando que os parâmetros genéticos estimados pelo modelo de cruzamentos dialélicos são razoavelmente estáveis em relação a mudanças de ambiente. Além disso a variabilidade dos efeitos parece restrita quando comparada com outros trabalhos de cruzamentos intervarietais (MIRANDA FQ, 1974); em tais circunstâncias, as discrepâncias quanto aos sinais positivos e negativos, nos dois ambientes, não necessariamente revelaram forte tendência para a ocorrência de interações.

A análise da variância da tabela dialélica para altura da planta (Tabela 19) mostrou padrões de significância a um nível inferior ao de produção de grãos. Somente o efeito de variedades I mostrou significância nas análises individuais, conjunta, bem como na interação de efeitos por densidade. Os resultados indicaram que o comportamento das variedades não sofre grandes variações com a mudança de densidade. Porém os efeitos heteróticos para este caráter foram mais expressivos na densidade I, provavelmente em função do menor grau de competição. As diferenças observadas para efeitos de

variedades podem também ser observadas nas Tabelas 9 e 10, onde as populações do Sub-grupo Asteca (1, 2 e 3) são significativamente mais altas que as variedades do sub-grupo MEB (4, 5 e 6). Embora tenham sido detectadas diferenças altamente significativas para D_1 e D_2 , no espaçamento D_1 as diferenças foram facilmente observáveis. Certa instabilidade foi observada para efeitos de variedades (\hat{v}_i e \hat{v}_j). Para os efeitos de heterose de variedades, os valores foram mais concordantes e pronunciados (Tabelas 23 e 24).

As análises das variâncias das tabelas dialélicas para altura da espiga (Tabela 21) apresentaram os mesmos padrões de significâncias para os efeitos de variedades I e II nas análises individuais e conjunta, indicando que as variedades não apresentaram grandes variações em condições de maior competição. Para este caráter, os efeitos heteróticos também mostraram-se mais expressivos na densidade D_1 . A análise da interação de efeitos por densidade de plantio mostrou instabilidade para efeito de variedades I, heterose média e heterose de variedade II. As estimativas dos efeitos de variedades e de heterose de variedades também indicaram uma certa instabilidade (Tabelas 23 e 24).

Os resultados observados, no presente trabalho, para os caracteres em questão, mostraram certa instabilidade de alguns efeitos genéticos para as duas densidades de plantio. Este fato pode ser constatado através da magnitude relativa dos quadrados médios referentes às interações por densidade e pela significância de alguns efeitos. A magnitude das estimativas dos parâmetros genéticos também indicaram uma certa instabilidade. MIRANDA Fº e RISSI (1975) estudaram a estabilidade dos parâmetros genéticos entre anos, para os caracteres altura da planta, altura da espiga e produção. As estimativas dos parâmetros em ambos os anos mostraram bom grau de concordância, exceto para capacidade específica de

combinação. Os autores observaram uma maior estabilidade para os caracteres altura da planta e da espiga, e este fato provavelmente está relacionado com a maior herdabilidade dessas características, em relação à produção. A estabilidade dos parâmetros genéticos em sistemas de cruzamentos dialélicos intervarietais é particularmente importante devido a relação de precisão das estimativas dos parâmetros e a predição de médias de populações relacionadas.

Para produção de grãos, a porcentagem de variação devida a efeitos de variedades I e II foi inferior a 25% da variação total; para altura da planta este valor esteve entre 30 e 50% e para altura da espiga chegou a ser superior a 60%, indicando que os efeitos de heterose são mais importantes para o caráter produção de grãos (Tabela 18). Variação sensível foi observada para as diferentes densidades de plantio. Para altura da planta e da espiga (Tabelas 20 e 22) os resultados indicaram valores de efeitos para variedades I bem pronunciados quando comparados com os de variedades II. As proporções de variação devida à altura da planta e da espiga, foram superiores às encontradas por MIRANDA F^o (1974) e SOUZA JR. (1981). CASTRO *et alii* (1968) encontraram uma relação onde os efeitos de dominância intervarietal, para produção de grãos, foram da ordem de 52,4% da variação total, e a dominância intervarietal foi de 6,5%. GARDNER (1967) encontrou uma relação de variação de efeitos de variedades e de efeitos heteróticos de 49,5% e 50,5%, respectivamente. Uma variação dos efeitos de variedades da ordem de 69,4% e de efeitos heteróticos de 17,4% foi obtida por GARDNER e PATERNIANI (1967). MIRANDA F^o (1974) encontrou uma proporção de variação de variedades e de efeitos heteróticos de 50,4% e 49,6%, respectivamente. Por outro lado, SOUZA JR. (1981) encontrou uma maior variação para efeitos de heterose (59,4%) do que para efeitos de variedades (40,6%). Os valores de efeitos de heterose encontrados no presente trabalho são de magnitude superior aos

reportados na literatura (Tabela 18), a saber 25,4% e 72,4 para variedades e heteroses, na densidade D_1 e 17,2 e 82,2 na densidade D_2 .

As análises das variâncias dos cruzamentos dialélicos obtidos da decomposição do dialélico 7×5 , em dialélicos menores (3×3 e 3×1), indicaram a existência de divergência genética dentro dos grupos de variedades Asteca e MEB. Esta divergência genética é expressa na forma de efeitos de variedades e de heterose média para a densidade D_1 e na forma de heterose média na densidade D_2 , embora os resultados envolvidos do maior densidade populacional sejam menos consistentes.

Ressaltamos que na presença da interação foram observados valores significativos quanto estes eram testados com o resíduo médio, mas não seriam significativos, em alguns casos, quando a interação é levada em consideração no teste de F. Nestes casos uma interpretação detalhada dos resultados, para locais e anos específicos, seria aconselhado. Para as finalidades deste estudo a análise de variância considerando o modelo fixo foi suficiente para obter conclusões generalizadas no que diz respeito a utilização de duas densidades de plantio.

O método de análise da variância do dialélico parcial, embora não forneça informações tão amplas quanto o dialélico completo, é de grande utilidade, principalmente em função da redução do número de cruzamentos a serem avaliados. No milho, onde há uma preferência de mercado para o tipo de grãos semi-dentados, torna-se mais flexível o agrupamento de materiais de grãos de endosperma dentado e duro para formação dos dialélicos. PATERNIANI (1977) apresentou informações amplas sobre o comportamento de variedades dentadas em cruzamentos com variedades do tipo duro, em cruzamentos dialélicos parciais.

A utilização, no presente trabalho, da metodologia proposta por MIRANDA F? e GERALDI (1980) foi adequada, considerando-se a ampla gama de informações obtidas quanto ao comportamento de variedades e do seu potencial heterótico, quando em cruzamentos dialélicos parciais.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, com o presente trabalho, permitiram tirar as seguintes conclusões:

a. As análises conjuntas dos dados de produção de grãos, envolvendo locais e anos, indicaram que o delineamento estatístico experimental utilizado foi eficiente na discriminação dos efeitos dos genótipos, dos fatores ambientais e suas interações, em ambas as densidades de plantio.

b. Um aumento no erro e no coeficiente de variação experimental foi observado para produção de grãos, quando se utiliza maior densidade populacional. Para os caracteres altura da planta e da espiga, essa tendência não foi observada.

c. Em média, todos os cultivares apresentaram valores maiores de produção para a densidade D_1 ; no entanto, a produção, quando transformada em unidade de área (kg/ha), mostrou um valor médio superior de 18% para a densidade D_2 .

d. As características altura da planta e altura da espiga são pouco influenciadas pela mudança na densida-

de populacional, nos níveis utilizados no presente trabalho.

e. As variedades e híbridos prolíficos apresentaram maior estabilidade de produção, quando submetidos à condição de maior competição.

f. Os valores de heterose, para produção, mostraram grande amplitude de variação, indicando alguns pares de variedades mais divergentes que outros. A heterose média apresentou valor de magnitude superior na menor densidade populacional (D_1).

g. Divergência genética foi detectada entre variedades aparentadas, indicando que as alterações na estrutura genética das populações foram conferidas pela introdução de germoplasma exótico, associado com efeitos de seleção, amostragem e tamanho efetivo.

h. A análise das tabelas dialélicas, para produção de grãos, na densidade D_1 , indicou que as variedades de cada grupo (dentadas e duras) diferem entre si. Os híbridos mostraram-se superiores às variedades parentais, indicando significância para heterose média e para heterose de variedade do grupo II. Houve evidências de divergências para efeito de variedades para altura da planta no grupo I e para altura da espiga nos grupos I e II, em ambas as densidades pesquisadas e para a análise conjunta.

i. As variedades WP₁₂ RPS-2 e Cateto Prolífico RGZPC-3 foram as que apresentaram os maiores valores de heterose de variedades (\hat{h}_7 e \hat{h}_{12}), apresentando valores médios de heterose ($\bar{h} + h_7$ e $\bar{h} + h_{12}$) de 19,1% e 20,1%, respectivamente, em relação à média dos pais. As variedades que apresentaram menores valores médios de heterose foram MEB RPS-2 e SRR

Duro RPS-2.

j. O melhor híbrido intervarietal resultou do cruzamento envolvendo as variedades MEB RDMPC-1 e Múltiplos RDMV, as quais são indicadas para serem utilizadas em programas de seleção recorrente recíproca ou para extração de linhagens endogâmicas visando a síntese de híbridos.

k. A metodologia proposta por MIRANDA Fº e GERALDI (1980), para a análise de cruzamentos dialélicos parciais, mostrou-se adequada e eficaz para a diferenciação do potencial genético entre as variedades incluídas no presente trabalho.

7. LITERATURA CITADA

- ALLEONI, M.R.B. e R. VENCOVSKY, 1971. Vigor de híbrido em cruzamentos de raças de milho de diversas origens. *Rel. Cient. Inst. Gen. Piracicaba, ESALQ/USP*, 5: 1-3.
- ANUNCIÇÃO Fº, C.J., 1976. Capacidade de combinação entre compostos e híbridos simples de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 91 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.
- BUREN, L.L., J.J. MOCK e I.C. ANDERSON, 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Sci.* Madison, 14: 426-429.

- 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.
- COCHRAN, W.G. e G.M. COX, 1957. Experimental designs. 2^a ed. New York, John Wiley and Sons. 611 p.
- COLLINS, W.K., W.A. RUSSELL e S.A. EBERHART, 1965. Performance of two-ear type of corn belt maize. *Crop Sci.* Madison, 5: 113-116.
- COLVILLE, W.L. e D.P. MCGILL, 1962. Effect of rate and method of planting on several plant characters and yield of irrigated corn. *Agronomy Journal*. Madison, 54: 235-238.
- COMPTON, W.A., C.O. GARDNER e J.H. LONNQUIST, 1965. Genetic variability in two open-pollinated varieties of corn (*Zea mays* L.) and their F₁ progenies. *Crop Sci.* Madison, 5: 505-508.
- CRESS, C.E., 1966. Heterosis of the hybrid related to gene frequency differences between two populations. *Genetics*. New York, 53: 269-274.
- DHILLON, B.S. e J. SINGH, 1978. Evaluation of circulant partial diallel crosses in maize. *Theor. Appl. Genet.* Berlin, 52: 29-37.

- DHILLON, B.S., J. SINGH, A.S. SETH e N.N. SINGH, 1978.
Combining ability in maize under varying plant densities.
Indian Agric. Research Institute. New Delhi, 38: 304-312.
- DUNGAN, G.H., A.L. LANG e J.W. PENDLETON, 1958. Corn plant
population in relation to soil productivity. *Advances in
Agronomy*. New York, 10: 435-474.
- DUVICK, D.N., 1974. Continuous backcrossing to transfer
prolificity to a single-eared inbred line of maize. *Crop
Sci.* Madison, 14: 69-71.
- EBERHART, S.A. e C.O. GARDNER, 1966. A general model for
genetic effects. *Biometrics*. Raleigh, 22: 864-881.
- EL LAKANY, M.A. e W.A. RUSSELL, 1971. Relationship of maize
character with yield in testcrosses of inbreds at different
plant densities. *Crop Sci.* Madison, 11: 698-701.
- GALVÃO, J.D., 1974. Comportamento do milho Piranão (braquí-
tico-2) e de milho de porte normal, em diferentes níveis
de nitrogênio e de populações de plantas. Piracicaba,
ESALQ/USP, 106 p. (Tese de Doutorado).
- GARDNER, C.O., 1965. Teoria de genética estadística aplicada
a las médias de variedades, sus cruces y poblaciones afi-
nes. *Fitotecnia Latinoamericana*. Caracas, 2: 11-22.
- GARDNER, C.O., 1967. Simplified methods for estimating
constants and computing sums of squares for a diallel cross
analysis. *Fitotecnia Latinoamericana*. Caracas, 4: 1-12.
- GARDNER, C.O. e S.A. EBERHART, 1966. Analysis and inter-
pretation of the variety cross diallel and related
populations. *Biometrics*. Tallahassee, 22: 439-452.

- GARDNER, C.O. e J.H. LONNQUIST, 1966. Statistical genetic theory and procedures useful in studying varieties and intervarietal crosses in maize. Heterosis in Intervarietal Crosses of maize. *CIMMYT Research Bulletin*. México, 2: 7-34.
- GARDNER, C.O. e E. PATERNIANI, 1967. A genetic model used to evaluate the breeding potencial of open-pollinated varieties of corn. *Ciência e Cultura*. 19: 95-101.
- 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.
- GIESBRECHT, J., 1961. The inheritance of ear height in *Zea mays*. *Can. J. Genet. Cytol.* Ottawa, 3: 26-33.
- GOMES, F.P., 1973. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba. ESALQ/USP, 430 p.
- GRIFFE, F., 1922. First generation corn varietal crosses. *J. 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.
- GROGAN, C.O., 1956. Detasseling responses in corn. *Agronomy Journal*. Madison, 48: 247-249.
- 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 S.A. EBERHART, 1966. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Sci.* Madison, 6: 423-427.

- 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.
- 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.* Tallahassee, 39: 789-809.
- HINKELMANN, K., 1977. Diallel and multi-cross designs: what do they achieve? In: Proc. International Conference on Quantitative Genetics. Ames, 659-676.
- HUNTER, R.B., T.B. DAYNARD, D.J. HUME, J.D. CURTIS e J.W. TANNER, 1969. Effect of tassel removal on grain yield of corn. *Crop Sci.* Madison, 9: 405-406.
- JOHNSON, G.R., 1973. Diallel analysis of leaf area heterosis and relationship to yield in maize. *Crop Sci.* Madison, 13: 178-180.
- JONES, D.F., 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. *Connecticut Agr. Expt. Sta. Bull.*, 207: 5-100.
- JOSEPHSON, L.M., 1961. Combining prolificacy and earliness. *Proc. 16th Annual Hybrid Corn Ind. Res. Conf.* Washington, 16: 45-52.
- KEMPTHORNE, O. e R.N. CURNOW, 1961. The partial diallel cross. *Biometrics.* Raleigh, 17: 229-250.
- KRUG, C.A., G.P. VIÉGAS e L. PAOLIERI, 1943. Híbridos comerciais de milho. *Bragantia*, Campinas, 3: 367-552.

- LEITE, D.R., 1973. Comportamento de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESAIQ/USP, 60 p. (Dissertação de Mestrado).
- LONNQUIST, J.H., 1960. El mejoramiento de las poblaciones de mais. *P.C.C.M.M.* Managuã, 6: 14-22.
- 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.
- LONNQUIST, J.H., 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Sci.* Madison, 4: 227-228.
- 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 R. RISSI, 1975. Interação de efeitos genéticos com anos em um cruzamento dialélico intervarietal em milho. *Rel. Cient. Inst. Gen.* Piracicaba, ESALQ/USP, 9: 102-114.
- MIRANDA Fº, J.B. e I. GERALDI, 1980. Um modelo para a 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.
- PATERNIANI, E., 1961. Cruzamento interracial de milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 46 p. (Tese de Livre-Docência).

- PATERNIANI, E., 1967a. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* Madison, 7: 212-216.
- PATERNIANI, E., 1967b. Cruzamentos intervarietais de milho. *Rel. Cient. Inst. Gen.* Piracicaba, ESALQ/USP, 1: 49-50.
- 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., 1977. Avaliação de cruzamentos intervarietais 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.
- POLLAK, E., H.F. ROBINSON e R.E. COMSTOCK, 1957. Inter-population hybrids in open-pollinated varieties of maize. *American Naturalist.* Tempe. 91: 387-391.
- RICHEY, F.D., 1922. The experimental basis for the present status of breeding. *J. Am. Soc. Agron.* Madison, 14: 1-17.
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK, A. KHALIL e P.H. HARVEY, 1956. Dominance versus overdominance in heterosis: evidence from crosses between open-pollinated varieties of maize. *American Naturalist.* Tempe, 90: 127-131.

- 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 C.C. COCKERHAM, 1961. Heterosis and inbreeding depression in populations involving two open-pollinated varieties of maize. *Crop Sci.* Madison, 1: 68-71.
- RUSSELL, W.A., 1968. Testcrosses of one and two- ar types of Corn Belt maize inbreeds. I. Performance at four plant stand densities. *Crop Sci.* Madison, 8: 244-247.
- RUSSELL, W.A., 1969. Hybrid performance of maize inbred lines selected by testcross performance in low and high plant densities. *Crop Sci.* Madison, 9: 185-188.
- RUSSELL, W.A. e A.H. TEICH, 1967. Selection in *Zea mays* L. by inbred lines appearance and testcross performance in low and high plant densities. *Iowa Agric. Home Econ. Exp. Stn. Res. Bull.* Ames, 552: 28 p.
- RUTGER, J.N., e L. V. CROWDER, 1967. Effect of high plant density on silage and grain yield of six corn hybrid. *Crop Sci.* Madison, 7: 182-184.
- SHEHATA, A.H. e N.L. DHAWAN, 1975. Genetic analysis of grain yield in maize as manifested in genetically diverse varietal populations and their crosses. *Egypt. J. Genet. Cytol.* Ludhiana, 4: 90-116.
- SPRAGUE, G.F. e L.A. TATUM, 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* Madison, 34: 923-932.

- SOUZA, JR., C.L., 1981. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (*Zea mays* L.) braquítico. Piracicaba, ESALQ/USP, 102 p. (Dissertação de Mestrado).
- STINSON JR., H.T. e D.N. MOSS, 1960. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. *Agronomy Journal*. Madison, 52: 482-484.
- SUBANDI e W.A. COMPTON, 1974a. Genetic studies in an exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. I. Estimatives of genetic parameters. *Theor. Appl. Genet.* Berlin, 44: 153-159.
- SUBANDI e W., A. COMPTON, 1974b. Genetic studies in an exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. II. Choice of a density environment for selection. *Theor. Appl. Genet.* Berlin, 44: 193-198.
- TAVARES, F.C.A., 1972. Componentes da produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/SUP, 106 p. (Dissertação de Mestrado).
- TROYER, A.F. e A.R. HALLAUER, 1968. Analysis of a set of early flint varieties of maize. *Crop Sci.* Madison, 8: 581-584.
- USBERTI Fº, J.A., 1972. Avaliação de germoplasma de milho (*Zea mays* L.) em relação a densidade de plantio e níveis de fertilizantes. Piracicaba, ESALQ/USP, 152 p. (Tese de Doutorado).
- VALVA, F. D'AYALA, 1976. Heterose em híbrido intervarietal de milho (*Zea mays* L.) br₂ br₂ (Braquítico-2). Piracicaba, ESALQ/USP, 96 p. (Dissertação de Mestrado).

- VENCOVSKY, R., 1969. 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 Brasil*. Piracicaba, ESALQ/USP, 122-199.
- VIÉGAS, G.P., 1957. O milho Asteca. *Agrônômico*. Campinas, 4:1-6.
- VIÉGAS, G.P., 1978. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E., Coord. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, ESALQ/USP, 376-428.
- WELLHAUSEN, E.J., 1965. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize. *Proc. 20th Annual Hybrid Corn Ind. Res. Conf.* Washington, 20: 31-45.
- WOOLLEY, D.G., N.P. BARACCO e W.A. RUSSELL, 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. *Crop Sci.* Madison, 2: 441-444.
- ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *J. Am. Soc. Agron.* Madison, 34: 30-47.
- ZUBER, M.S. e C.O. GROGAN, 1956. Rates of planting studies with corn. *Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* Missouri, 610: 1-16.

TABELAS

Tabela 5. Análise conjunta para o caráter produção de grãos[§]. Experimentos em látice, em três locais, dois anos, para duas densidades de plantio.

F.V.	G.L.	QM	
		Densidade ₁	Densidade ₂
Tratamentos	48	1,2725**	0,6392**
Entre Variedades	11	0,8764**	0,3348**
Entre Híbridos	34	0,5674**	0,3769**
Entre Testemunhas	1	0,6566**	1,0062**
Entre Grupos	2	15,7449**	6,5882**
Varied. vs Híbridos	1	30,9848**	12,1083**
Test. vs (Varied. e Híbr.)	1	0,5050**	1,0721**
Locais	2	29,7634**	43,4374**
Anos	1	403,5431**	409,5150**
Trat. x Locais	96	0,2738**	0,3520**
Variedades x Locais	22	0,2278**	0,5037**
Híbridos x Locais	68	0,2737**	0,2954**
Testemunhas x Locais	2	0,5143**	1,0633**
Grupos x Locais	4	0,4059**	0,1220**
Tratamentos x Anos	48	0,5038**	0,3663**
Variedades x Anos	11	0,2253**	0,2916**
Híbridos x Anos	34	0,4125**	0,3226**
Testemunhas x Anos	1	0,1499*	0,0846 ^{ns}
Grupos x Anos	2	3,7735	1,6593**
Locais x Anos	2	21,6315**	68,8687**
Trat. x Locais x Anos	96	0,0631**	0,6127**
Erro médio	522	0,0353	0,0464
Média (kg/10 m ² e 7,5 m ²)		5,468	4,843
Coeficiente de variação (%)		14,57	17,66

§ - Dados em kg/10 m² e kg/7,5 m² para D₁ e D₂, respectivamente. D₁ = 50 mil e D₂ = 66,6 mil plantas por hectare.

Tabela 6. Análise conjunta para os caracteres altura da planta e espiga (m). Experimentos em lâtilice simples 7 x 7, em dois locais para duas densidades de plantio, 1979/80.

F.V.	G.L.	QM			
		Altura das plantas		Altura das espigas	
		D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
Tratamentos	48	0,0230**	0,0165**	0,0279**	0,0148**
Entre Variedades	11	0,0155**	0,0096**	0,0231**	0,0151**
Entre Híbridos	34	0,0142**	0,0112**	0,0182**	0,0105**
Entre Testemunhas	1	0,0441**	0,0380**	0,0056 ^{ns}	0,0073 ^{ns}
Entre Grupos	2	0,2043**	0,1335**	0,2295**	0,0898**
Varied. vs Híbridos	1	0,1216**	0,0117*	0,0960**	0,0189**
Test. vs (Variedades e Híbr.)	1	0,2870**	0,2550**	0,3628**	0,1607**
Locais	1	1,2035**	6,9511**	1,5213**	7,4830**
Trat. x Locais	48	0,0054**	0,0050*	0,0053**	0,0039*
Varied. x Locais	11	0,0049 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0048*	0,0021 ^{ns}
Híbr. x Locais	34	0,0055*	0,0057**	0,0053**	0,0043*
Test. x Locais	1	0,0025 ^{ns}	0,0191**	0,0000 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Grupos x Locais	2	0,0056 ^{ns}	0,0040 ^{ns}	0,0089*	0,0080*
Erro médio	72	0,0028	0,0023	0,0020	0,0020
Média (m)		2,71	2,68	1,75	1,66
Coef. de Variação (%)		3,93	3,54	5,11	5,39

D₁ = 50 mil e D₂ = 66,6 mil plantas/hectare.

Tabela 7. Médias observadas de produção de grãos (kg/10 m²) de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de três repetições, três locais, dois anos, para a densidade D₁ (50 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	5,898	5,283	5,561	5,956	5,849	4,596
2	6,057	5,830	6,241	6,232	6,157	5,345
3	5,533	5,412	5,769	6,003	6,207	5,202
4	5,367	5,672	5,335	5,613	5,827	4,707
5	5,503	5,510	5,472	5,880	5,910	5,239
6	5,310	5,594	6,126	5,175	5,707	4,726
7	5,858	5,777	6,166	5,785	6,257	4,992
Variedades duras	4,846	4,647	4,837	5,944	4,995	

Testemunhas: Suwan: 5,548; C-508: 6,016 e Hmd 7974: 5,477 kg/10 m².

Tabela 8. Médias observadas de produção de grãos (kg/7,5 m² e 10 m²) de doze variedades de milho (valores marginais), e seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas[§]. Médias de três repetições, três locais, dois anos, para a densidade D₂ (66,6 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	4,894	4,847	5,250	5,032	5,495	4,690
	6,524	6,461	6,998	6,708	7,325	6,252
2	4,895	5,233	4,935	5,032	5,379	5,135
	6,525	6,976	6,578	6,708	7,170	6,845
3	5,034	5,187	5,103	5,288	5,340	4,505
	6,710	6,914	6,802	7,049	7,118	6,005
4	4,784	4,643	5,042	4,897	4,777	4,560
	6,377	6,189	6,721	6,528	6,368	6,078
5	5,183	4,805	4,906	5,286	5,024	4,352
	6,909	6,405	6,540	7,046	6,697	5,801
6	4,694	5,235	5,573	4,673	5,399	4,595
	6,257	6,978	7,429	6,229	7,197	6,125
7	4,974	5,282	5,337	4,675	5,230	4,394
	6,630	7,041	7,114	6,232	6,972	5,857
Variedades duras	4,756	4,214	4,522	4,626	4,759	
	6,340	5,617	6,028	6,166	6,344	

Testemunhas: Súwan: 4,351 ; C-508: 4,930 ; Hmd 7974: 5,123
5,800 ; 6,572 ; 6,829

§ - valores superiores em kg/7,5 m² e inferiores transformados para kg/10 m² ou ton/ha.

Tabela 9. Produtividade média (%) da densidade D_2 em relação a densidade D_1 de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas.

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	110,6	122,3	125,8	112,6	125,6	136,0
2	107,7	119,6	105,4	107,6	116,4	128,1
3	121,3	127,7	117,9	117,5	114,7	115,4
4	118,8	109,1	125,9	116,3	109,3	129,1
5	125,5	116,2	119,5	119,8	113,3	110,7
6	117,8	124,7	121,2	120,4	126,1	129,6
7	113,2	121,8	115,4	107,7	111,4	117,3
Variedades duras	130,8	120,8	124,6	103,7	127,0	

Testemunhas: Suwan: 104,5; C-508: 109,2; Hmd 7974: 124,7%

Tabela 10. Médias observadas de altura de plantas (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D_1 (50 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	2,68	2,72	2,70	2,82	2,76	2,72
2	2,82	2,87	2,85	2,94	2,84	2,82
3	2,72	2,73	2,99	2,73	2,85	2,80
4	2,70	2,69	2,69	2,70	2,64	2,57
5	2,60	2,78	2,63	2,80	2,65	2,62
6	2,65	2,66	2,71	2,79	2,54	2,57
7	2,71	2,80	2,73	2,78	2,75	2,60
Variedades duras	2,58	2,65	2,59	2,62	2,71	

Testemunhas: Suwan: 2,34; C-508: 2,55; Hmd 7974: 2,52 m

Tabela 11. Médias observadas de altura de plantas (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D_2 (66,6 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	2,71	2,74	2,77	2,78	2,62	2,75
2	2,76	2,86	2,70	2,85	2,78	2,69
3	2,69	2,68	2,69	2,79	2,66	2,74
4	2,67	2,68	2,67	2,66	2,57	2,62
5	2,71	2,54	2,64	2,73	2,61	2,65
6	2,60	2,75	2,65	2,76	2,66	2,75
7	2,61	2,61	2,71	2,63	2,76	2,68
Variedades duras	2,63	2,60	2,54	2,63	2,75	

Testemunhas: Suwan: 2,33; C-508: 2,53; Hmd 7974: 2,53 m.

Tabela 12. Médias observadas de altura da espiga (m) de doze variedades de milho (nas marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D_1 (50 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	1,76	1,73	1,71	1,94	1,82	1,78
2	1,86	1,93	1,90	1,99	1,89	1,88
3	1,77	1,79	1,82	1,79	1,90	1,89
4	1,68	1,68	1,68	1,75	1,63	1,59
5	1,63	1,77	1,68	1,77	1,62	1,60
6	1,72	1,72	1,76	1,85	1,65	1,62
7	1,79	1,80	1,74	1,88	1,74	1,65
Variedades duras	1,55	1,61	1,68	1,69	1,80	

Testemunhas: Suwan: 1,41; C-508: 1,49; Hmd 7974: 1,65 m.

Tabela 13. Médias observadas de altura de espiga (m) de doze variedades de milho (valores marginais), seus híbridos em cruzamentos dialélicos parciais e das testemunhas. Médias de duas repetições, dois locais, para a densidade D_2 (66,6 mil plantas/ha).

	8	9	10	11	12	Variedades dentadas
1	1,68	1,73	1,74	1,81	1,63	1,72
2	1,75	1,80	1,73	1,85	1,76	1,73
3	1,67	1,64	1,68	1,75	1,70	1,73
4	1,62	1,62	1,64	1,65	1,61	1,52
5	1,63	1,56	1,63	1,68	1,57	1,58
6	1,60	1,69	1,65	1,73	1,62	1,67
7	1,62	1,54	1,68	1,59	1,71	1,63
Variedades duras	1,62	1,53	1,55	1,78	1,61	

Testemunhas: Suwan: 1,42; C-508: 1,50; Hmd 7974: 1,68 m

Tabela 14. Valores médios de heterose para produção de grãos (%), em relação à média dos pais (MP) e do pai de produção superior (PS) observadas nos híbridos intervarietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Três repetições, três locais, dois anos.

Cruzamentos	Produção(%)			
	D_1		D_2	
	MP	PS	MP	PS
1.8	24,9	21,7	3,6	3,0
2.8	18,9	13,3	-1,0	-4,7
3.8	10,1	6,4	8,7	5,8
4.8	12,4	10,7	2,7	0,6
5.8	9,1	5,0	13,8	9,0
6.8	10,9	9,6	0,4	-1,3
7.8	19,1	17,3	8,7	4,6
1.9	14,3	13,7	8,8	3,3
2.9	16,7	9,7	11,9	1,9
3.9	9,9	4,0	18,9	15,1
4.9	21,3	20,5	5,8	1,8
5.9	11,5	5,2	12,2	10,4
6.9	19,4	18,4	18,9	13,9
7.9	19,9	15,7	22,7	20,2
1.10	17,9	15,0	14,0	11,9
2.10	22,6	16,8	2,2	-4,0
3.10	14,9	10,9	13,1	12,9
4.10	11,8	10,3	11,0	10,6
5.10	8,6	4,4	10,6	8,5
6.10	28,1	26,6	22,2	21,2
7.10	25,5	23,5	19,7	18,0
1.11	13,0	0,2	8,0	7,3
2.11	10,4	4,8	3,1	-2,0
3.11	7,7	1,0	15,8	14,3
4.11	5,4	-5,6	6,6	5,9
5.11	5,2	-1,1	17,7	14,3
6.11	-3,0	-13,0	1,3	1,0
7.11	5,8	5,2	3,7	1,1
1.12	22,0	17,1	16,3	15,5
2.12	19,1	15,2	8,7	4,7
3.12	21,7	19,3	15,3	12,2
4.12	20,1	16,6	2,5	0,4
5.12	15,5	12,8	10,3	5,6
6.12	17,4	14,2	15,4	13,4
7.12	25,3	25,3	14,3	9,0
Média	15,2	11,2	10,5	7,6

D_1 = 50 mil e D_2 = 66,6 mil plantas/ha.

Tabela 15. Valores médios de heterose para altura da planta (%), em relação a média dos pais (MP) e do pai de porte superior (PS), observadas nos híbridos intervarietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Duas repetições, dois locais.

Cruzamentos	Altura da planta (%)			
	D_1		D_2	
	MP	PS	MP	PS
1.8	1,1	-1,5	0,7	-1,5
2.8	4,4	0,0	3,7	2,6
3.8	1,1	-2,9	0,3	-1,8
4.8	5,0	4,6	1,9	1,5
5.8	0,0	-0,8	2,6	2,3
6.8	2,7	2,7	-3,4	-5,5
7.8	4,6	4,2	-1,5	-2,6
1.9	1,5	0,0	2,6	-0,4
2.9	5,1	1,8	8,3	6,3
3.9	0,3	-2,5	0,4	-2,2
4.9	3,0	1,5	2,7	2,3
5.9	5,7	4,9	-3,1	-4,2
6.9	1,9	0,4	3,0	0,0
7.9	6,9	5,7	-1,1	-2,7
1.10	1,9	-0,7	4,9	0,7
2.10	0,0	1,1	3,4	0,4
3.10	11,1	6,8	1,9	-1,8
4.10	4,3	3,9	3,5	1,9
5.10	1,1	0,4	1,9	-0,4
6.10	5,0	4,6	0,4	-3,6
7.10	5,4	5,0	3,8	1,1
1.11	5,6	3,7	3,3	1,1
2.11	3,7	4,2	7,1	5,9
3.11	0,7	-2,5	4,1	1,8
4.11	3,8	3,0	1,5	1,1
5.11	6,9	6,9	3,4	3,0
6.11	7,7	6,5	2,6	0,4
7.11	6,5	6,1	-0,8	-1,9
1.12	1,8	1,5	-4,7	-4,7
2.12	2,9	0,7	2,2	1,1
3.12	3,6	1,8	-2,9	-3,3
4.12	0,0	-2,6	-4,1	-6,6
5.12	-0,4	-2,2	-3,3	-5,1
6.12	-3,8	-6,3	-3,3	-3,3
7.12	3,8	1,5	1,8	0,4
Média	3,3	1,8	1,3	-0,5

D_1 = 50 mil e D_2 = 66,6 mil plantas/ha.

Tabela 16. Valores médios de heterose para altura da espiga (%) em relação a média dos pais (MP) e do pai de porte superior (PS) observadas nos híbridos inter-varietais, para duas densidades de plantio (D_1 e D_2). Duas repetições, dois locais.

Cruzamentos	Altura da Espiga (%)			
	D_1		D_2	
	MP	PS	MP	PS
1.8	6,0	-1,1	0,6	-2,3
2.8	8,8	-1,1	4,8	1,2
3.8	2,9	-6,4	0,0	-3,5
4.8	7,0	5,6	3,2	0,0
5.8	2,5	1,9	1,9	0,6
6.8	8,9	6,2	-2,4	-4,2
7.8	11,9	8,5	0,0	-0,6
1.9	2,4	-2,8	6,8	0,6
2.9	10,9	2,6	10,4	4,0
3.9	2,3	-5,3	0,6	-5,2
4.9	5,0	4,3	6,6	5,9
5.9	10,6	9,9	-0,7	-1,3
6.9	6,8	6,2	5,6	1,2
7.9	10,4	9,1	-2,5	-5,5
1.10	-1,2	-4,0	6,7	1,2
2.10	6,7	1,1	5,5	0,0
3.10	2,2	-3,7	2,4	-2,9
4.10	3,1	0,0	7,2	5,8
5.10	2,4	0,0	4,5	3,2
6.10	6,6	4,8	2,5	-1,2
7.10	4,8	3,6	5,7	3,1
1.11	12,1	9,0	3,4	1,7
2.11	11,8	5,8	5,7	3,9
3.11	0,0	-5,3	0,0	-1,7
4.11	6,7	3,5	0,0	-7,3
5.11	7,9	4,7	0,0	-5,6
6.11	12,1	9,5	0,6	-2,8
7.11	12,6	11,2	-6,5	-10,7
1.12	1,7	1,1	-1,8	-5,2
2.12	2,7	0,5	5,4	1,7
3.12	3,3	0,5	1,8	-1,7
4.12	-3,6	-9,5	3,2	0,0
5.12	-4,7	-10,0	-1,3	-2,5
6.12	-3,5	-8,3	-1,2	-3,0
7.12	1,2	-3,3	5,5	4,5
Média	5,2	1,4	2,4	-0,8

D_1 = 50 mil e D_2 = 66,6 mil plantas/ha.

Tabela 17. Análise da variância de tabelas dialélicas da produção de grãos para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade.

F.V.	G.L.	QM		Conjunta	Interação ExD \S
		Densidade 1	Densidade 2		
Populações	46	0,2171**	0,1036**	0,1309**	0,0589 ^{ns}
Variedades I	6	0,2366**	0,0722 ^{ns}	0,1160*	0,0767 ^{ns}
Variedades II	4	0,2793**	0,0973 ^{ns}	0,1393*	0,0980 ^{ns}
Desvios	1	0,2168*	0,0243 ^{ns}	0,0966 ^{ns}	0,0480 ^{ns}
Heterososes	35	0,2066**	0,1120**	0,1334**	0,0518 ^{ns}
Het. média	1	4,9666**	1,9955**	3,3148**	0,3324**
Het. varied. I	6	0,0572 ^{ns}	0,0611 ^{ns}	0,0223 ^{ns}	0,0737 ^{ns}
Het. varied. II	4	0,1577**	0,0696 ^{ns}	0,0855 ^{ns}	0,0582 ^{ns}
Het. específica	24	0,0535 ^{ns}	0,0533 ^{ns}	0,0366 ^{ns}	0,0335 ^{ns}
Erro médio	522	0,0353	0,0464	0,0409	0,0409

§ - Refere-se à interação de cada um dos efeitos por densidade populacional.

Tabela 18. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialélicas da produção de grãos para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidades.

F.V.	G.L.	Densidade 1	Densidade 2	Conjunta	Interação E x D
Populações	46	100,00	100,00	100,00	100,00
Variedades I	6	14,21	9,09	11,56	16,97
Variedades II	4	11,19	8,16	9,26	14,45
Desvios	1	2,17	0,51	1,60	1,77
Heteroses	35	72,43	82,24	77,57	66,81
Het. média	1	49,74	41,86	55,06	12,26
Het. varied. I	6	3,44	7,69	2,23	16,30
Het. varied. II	4	6,40	5,84	5,68	8,58
Het. específica	24	12,85	26,85	14,60	29,67
Erro médio	522	-	-	-	-

Tabela 19. Análise da variância de tabelas dialélicas de altura da planta (m) para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade.

F.V.	G.L.	QM x 10 ⁻²			
		Densidade 1	Densidade 2	Conjunta	Interação ExD§
Populações	46	0,9924**	0,5404**	0,5469**	0,4389*
Variedades I	6	3,4067**	1,0867**	1,8616**	0,7700*
Variedades II	4	0,6825 ^{ns}	0,4025 ^{ns}	0,4425 ^{ns}	0,2000 ^{ns}
Desvios	1	0,1000 ^{ns}	1,0500*	0,4500 ^{ns}	0,2500 ^{ns}
Heteroses	35	0,6394**	0,4480*	0,3363 ^{ns}	0,4148*
Het. média	1	7,5200**	0,8200 ^{ns}	3,3300**	1,6800*
Het. varied. I	6	0,2417 ^{ns}	0,4633 ^{ns}	0,2700 ^{ns}	0,1650 ^{ns}
Het. varied. II	4	0,5700 ^{ns}	0,7825*	0,6600*	0,0325 ^{ns}
Het. específica	24	0,4637 ^{ns}	0,3729 ^{ns}	0,1742 ^{ns}	0,4883 ^{ns}
Erro médio	72	0,2800	0,2300	0,2500	0,2500

§ - Refere-se à interação de cada um dos efeitos por densidade populacional.

Tabela 20. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialéticas da altura da planta para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade.

F.V.	G.L.	Densidade 1	Densidade 2	Conjunta	Interação E x D
Populações	46	100,00	100,00	100,00	100,00
Variedades I	6	44,78	26,23	44,40	22,88
Variedades II	4	5,98	6,48	7,03	3,96
Desvios	1	0,22	4,22	1,79	1,24
Heteroses	35	49,02	63,07	46,78	71,92
Het. média	1	16,47	3,30	13,24	8,32
Het. varied. I	6	3,18	11,18	6,44	4,91
Het. varied. II	4	4,99	12,59	10,49	0,64
Het. específica	24	24,38	36,00	16,61	58,05
Erro médio	72	-	-	-	-

Tabela 21. Análise da variância de tabelas dialélicas de altura da espiga (m) em duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidades de plantio.

F.V.	G.L.	QM x 10 ⁻²			
		Densidade 1	Densidade 2	Conjunta	Interação E x D [§]
Populações	46	1,1259**	0,5921**	0,6941**	0,3298*
Variedades I	6	4,6383**	2,1333**	3,1533**	0,4650*
Variedades II	4	1,2725**	1,3450**	1,2125**	0,1925 ^{ns}
Desvios	1	0,2400 ^{ns}	0,2200 ^{ns}	0,2300 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Heteroses	35	0,5323**	0,2526 ^{ns}	0,2266 ^{ns}	0,3317*
Het. média	1	6,3400**	1,1900*	3,2600**	1,0100*
Het. varied. I	6	0,3833 ^{ns}	0,2866 ^{ns}	0,2267 ^{ns}	0,2167 ^{ns}
Het. varied. II	4	0,9725**	0,2350 ^{ns}	0,2375 ^{ns}	0,7325**
Het. específica	24	0,2542 ^{ns}	0,2079 ^{ns}	0,0983 ^{ns}	0,2654 ^{ns}
Erro médio	72	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

§ - Refere-se à interação de cada um dos efeitos por densidade populacional.

Tabela 22. Valores relativos aos componentes da soma de quadrados de populações (%) das análises da variância de tabelas dialéticas da altura de espiga para duas densidades de plantio (D_1 e D_2), conjunta e devido às interações dos vários efeitos por densidade.

F.V.	G.L.	Densidade 1	Densidade 2	Conjunta	Interação E x D
Populações	46	100,00	100,00	100,00	100,00
Variedades I	6	53,74	46,99	59,25	18,39
Variedades II	4	9,83	19,75	15,19	5,09
Desvios	1	0,46	0,81	0,72	0,00
Heteroses	35	35,97	32,45	24,84	76,53
Het. média	1	12,24	4,37	10,21	6,66
Het. Varied. I	6	4,44	6,31	4,26	8,57
Het. Varied. II	4	7,51	3,45	2,98	19,31
Het. específica	24	11,58	18,52	7,39	41,99
Resíduo médio	72	-	-	-	-

Tabela 23. Estimativas dos parâmetros \hat{v}_i e \hat{v}_j (efeitos de variedades), \hat{m} (média geral), \hat{d} (diferença entre grupos) e os erros referentes a estas estimativas para as características produção de grãos, altura da planta e altura da espiga, envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2)

\hat{v}_i ou \hat{v}_j	Produção		Altura da planta		Altura da espiga	
	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2
\hat{v}_1	-0,3764	0,0853	0,0486	0,0529	0,0643	0,0657
\hat{v}_2	0,3726	0,5308	0,1486	-0,0071	0,1643	0,0757
\hat{v}_3	0,2296	-0,0997	0,1286	0,0429	0,1743	0,0757
\hat{v}_4	-0,2654	-0,0449	-0,1014	-0,0771	0,1257	-0,1343
\hat{v}_5	0,2666	-0,2526	-0,0514	-0,0471	-0,1157	-0,0743
\hat{v}_6	-0,2464	-0,0091	-0,1014	0,0529	-0,0957	0,0157
\hat{v}_7	0,0196	-0,2101	-0,0714	-0,0171	-0,0657	-0,0243
$s(\hat{v}_i)$	0,1734	0,1994	0,0414	0,0414	0,0444	0,0489
\hat{v}_8	-0,2078	0,1803	-0,0500	0,0000	-0,1160	0,0020
\hat{v}_9	-0,4068	-0,3616	0,0200	-0,0300	-0,0560	-0,0880
\hat{v}_{10}	-0,2168	-0,0536	-0,0400	-0,0900	0,0140	-0,0680
\hat{v}_{11}	0,8902	0,0509	-0,0100	0,0000	0,0240	0,1620
\hat{v}_{12}	-0,0588	0,1838	0,0800	0,1200	0,1340	-0,0080
$s(\hat{v}_j)$	0,1680	0,1927	0,0400	0,0400	0,0429	0,0473
\hat{m}	5,0130	4,5899	2,7050	2,6635	1,6908	1,6361
\hat{d}	-0,0814	0,0290	0,0207	0,0335	0,0248	0,0181
$s(\hat{m})$ ou $s(\hat{d})$	0,5500	0,0630	0,0131	0,0131	0,0140	0,0155

Tabela 24. Estimativas dos parâmetros \hat{h}_i e \hat{h}_j (heterose de variedades) e \hat{h} (heterose média) e os erros referentes a estas estimativas para as características produção de grãos, altura da planta e altura da espiga, envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2).

\hat{h}_i ou \hat{h}_j	Produção		Altura da planta		Altura da espiga	
	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2
\hat{h}_1	0,1310	-0,0063	-0,0317	0,0033	-0,0162	0,0120
\hat{h}_2	0,1505	-0,2384	0,0463	0,0993	0,0618	0,0670
\hat{h}_3	-0,0968	0,1727	-0,0037	-0,0137	-0,0492	-0,0230
\hat{h}_4	-0,0711	-0,2163	-0,0087	-0,0057	-0,0292	0,0220
\hat{h}_5	-0,2449	0,0997	-0,0257	-0,0247	-0,0262	-0,0220
\hat{h}_6	-0,0610	0,0517	-0,0227	-0,0367	0,0118	-0,0230
\hat{h}_7	0,1922	0,1371	0,0463	-0,0217	0,0468	-0,0330
$s(\hat{h}_i)$	0,1167	0,1338	0,0278	0,0278	0,0297	0,0328
\hat{h}_8	-0,0160	-0,2349	-0,0214	-0,0157	0,0306	0,0212
\hat{h}_9	0,0195	0,1463	-0,0034	0,0150	0,0263	0,0252
\hat{h}_{10}	0,1519	0,1229	0,0366	0,0408	-0,0287	-0,0389
\hat{h}_{11}	-0,4055	-0,1096	0,0556	0,0486	0,0648	0,0311
\hat{h}_{12}	0,2506	0,0754	-0,0654	-0,0885	-0,0930	-0,0121
$s(\hat{h}_j)$	0,1053	0,1207	0,0251	0,0251	0,0269	0,0296
\hat{h}	0,7535	0,4775	0,0384	0,0307	0,0852	0,0370
$s(\hat{h})$	0,0635	0,0728	0,0151	0,0151	0,0162	0,0179

Tabela 25. Estimativas dos parâmetros \hat{s}_{ij} e o erro referente a esta estimativa para as características produção de grãos, altura da planta e altura da espiga, envolvendo duas densidades de plantio (D_1 e D_2).

\hat{s}_{ij}	Produção		Altura da planta		Altura da espiga	
	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2
1.8	0,3086	-0,0649	-0,0096	0,0018	-0,0046	-0,0178
2.8	0,0736	-0,0550	0,0024	-0,0142	-0,0026	-0,0078
3.8	-0,1316	-0,0113	-0,0376	0,0038	-0,0166	0,0022
4.8	-0,0758	0,1002	0,0624	0,0357	0,0234	0,0122
5.8	-0,0320	0,2872	-0,0456	0,0797	-0,0346	0,0362
6.8	-0,1524	-0,2756	0,0264	-0,0683	0,0074	0,0378
7.8	0,0094	0,0192	0,0024	-0,0383	0,0274	0,0122
1.9	-0,2424	-0,2219	-0,0226	0,0160	-0,0603	0,0308
2.9	-0,0894	0,1726	-0,0006	0,0700	0,0117	0,0408
3.9	-0,1886	0,0307	-0,0806	-0,0220	-0,0223	-0,0292
4.9	0,2932	-0,1515	-0,0006	0,0300	-0,0023	0,0108
5.9	0,0390	-0,2011	0,0814	-0,1060	0,0797	-0,0352
6.9	0,1956	0,1546	-0,0166	0,0660	-0,0183	0,0508
7.9	-0,0076	0,2165	0,0394	-0,0540	0,0117	-0,0692
1.10	-0,1918	0,0500	-0,0496	0,0502	-0,0603	0,0171
2.10	0,0942	-0,2558	-0,0276	-0,0858	0,0017	-0,0529
3.10	-0,0590	-0,1836	0,1724	-0,0078	0,0277	-0,0129
4.10	-0,2712	0,1174	-0,0076	0,0242	0,0177	0,0071
5.10	-0,2264	-0,2312	-0,0756	-0,0018	-0,0003	0,0111
6.10	0,5002	0,3618	0,0264	-0,0298	0,0417	-0,0129
7.10	0,1540	0,1411	-0,0376	0,0502	-0,0283	0,0471
1.11	0,2071	0,0125	0,0334	0,0074	0,0712	0,0421
2.11	0,0891	0,0214	0,0254	0,0114	-0,0068	0,0221
3.11	-0,1779	0,1818	-0,1246	0,0394	-0,1008	0,0121
4.11	0,0107	0,1524	-0,0346	-0,0386	-0,0108	-0,0279
5.11	0,1855	0,3295	0,0574	0,0354	0,0012	0,0161
6.11	-0,4469	-0,3575	0,0694	0,0274	0,0332	0,0221
7.11	-0,2231	-0,3402	-0,0246	0,0826	0,0132	-0,0879
1.12	-0,0815	0,2244	0,0494	-0,0755	0,0540	-0,0719
2.12	-0,1675	0,1168	0,0014	0,0185	-0,0040	-0,0019
3.12	0,2013	-0,0178	0,0714	-0,0135	0,1120	0,0281
4.12	0,0431	-0,2187	-0,0186	-0,0515	-0,0280	-0,0019
5.12	0,0339	-0,1844	0,0166	-0,0075	-0,0460	-0,0279
6.12	-0,0965	0,1166	-0,1046	0,0045	-0,0064	-0,0219
7.12	0,0673	-0,0368	0,0214	0,1245	-0,0240	0,0981
$s(\hat{s}_{ij})$	0,1556	0,1784	0,0370	0,0370	0,0397	0,0438

Tabela 26. Análise da variância de tabelas dialélicas, para produção de grãos, na densidade de plantio D_1 , envolvendo variedades dos sub-grupos G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 e G_6 .

	$G_1 \times G_4$	$G_1 \times G_5$	$G_1 \times G_6$	$G_2 \times G_4$	$G_2 \times G_5$	$G_2 \times G_6$	$G_3 \times G_4$
Populações							
Varied. I	**	*	**	ns	**	*	-
Varied. II	ns	-	-	ns	-	-	ns
Desvios	ns	**	*	ns	ns	-	**
Heterose	-	-	-	-	-	-	-
Het. média	**	**	**	**	ns	**	**
Het. Varied. I	**	ns	ns	ns	**	ns	-
Het. Varied. II	ns	-	-	ns	-	-	ns
Het. específica	ns	-	-	ns	-	-	-

Tabela 27. Análise da variância de tabelas dialéticas, para produção de grãos, na densidade de plantio D_2 , envolvendo variedades dos sub-grupos G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 e G_6 .

	$G_1 \times G_4$	$G_1 \times G_5$	$G_1 \times G_6$	$G_2 \times G_4$	$G_2 \times G_5$	$G_2 \times G_6$	$G_3 \times G_4$
Populações							
Varied. I	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
Varied. II	ns	-	-	ns	-	-	ns
Desvios	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
Heterose	-	-	-	-	-	-	-
Het. média	**	**	ns	**	*	*	**
Het. Varied. I	ns	ns	ns	ns	-	**	-
Het. Varied. II	ns	-	-	ns	-	-	ns
Het. Específica	ns	-	-	ns	-	-	-

APENDICE

Tabela 28. Médias ajustadas da produção de grãos (kg/parcela de 10 m²) de 12 variedades, 35 híbridos intervarietais e duas testemunhas para a densidade D₁ (50 mil plantas/ha, em três locais e dois anos; média geral (\bar{x}), coeficiente de variação (CV %), quadrado médio de tratamento (QM_{Trat.}), quadrado médio do erro efetivo (QM_{ee}) e os respectivos graus de liberdade (GL_{Trat.} e GL_{ee}).

	1978/79			1979/80		
	Campinas	Rib. Preto	At. Leonel	Campinas	Rib. Preto	At. Leonel
T ₁	6,077	5,053	4,669	5,313	5,375	6,802
T ₂	6,346	4,375	5,812	5,987	5,551	8,025
V ₁	4,140	3,383	2,516	6,068	5,598	5,872
V ₂	3,876	4,141	3,330	7,452	5,266	8,004
V ₃	5,685	3,624	3,660	6,041	5,077	7,116
V ₄	4,461	3,519	3,153	6,170	5,334	5,607
V ₅	4,613	3,315	3,621	6,768	5,376	7,740
V ₆	3,699	3,994	2,929	6,914	4,779	6,044
V ₇	3,666	3,840	3,397	6,133	5,177	7,741
V ₈	4,361	3,647	3,195	5,811	5,004	7,060
V ₉	4,322	3,145	3,393	6,137	4,934	7,092
V ₁₀	4,559	2,828	2,807	5,867	4,542	7,279
V ₁₁	6,106	4,915	3,949	7,092	5,778	7,827
V ₁₂	4,463	3,512	3,444	6,822	4,877	6,853
H _{1.8}	5,563	3,316	5,331	6,341	6,612	8,223
H _{2.8}	4,684	4,739	4,506	7,703	6,891	7,817
H _{3.8}	4,431	3,811	4,280	7,146	6,114	7,416
H _{4.8}	4,587	3,970	3,874	6,076	5,940	7,744
H _{5.8}	4,771	3,847	4,192	5,840	6,414	7,957
H _{6.8}	4,944	3,734	4,404	6,197	5,594	6,985
H _{7.8}	5,646	4,821	4,868	6,841	5,805	7,169
H _{1.9}	4,962	3,744	4,280	6,912	5,498	6,301
H _{2.9}	4,864	3,846	4,638	7,138	6,444	8,052
H _{3.9}	3,634	3,959	3,863	6,822	5,852	8,345
H _{4.9}	4,496	3,338	4,637	6,863	6,260	8,440
H _{5.9}	4,591	3,559	4,334	6,274	6,166	8,139
H _{6.9}	3,755	4,209	4,677	6,575	6,109	8,243
H _{7.9}	5,450	4,599	4,473	6,197	5,751	8,191
H _{1.10}	5,350	3,665	4,183	7,308	5,636	7,227
H _{2.10}	5,663	4,416	4,945	6,496	6,809	9,117
H _{3.10}	5,568	3,408	4,559	7,143	6,344	7,594
H _{4.10}	4,866	3,165	4,661	6,431	6,163	6,723
H _{5.10}	4,725	4,597	4,374	6,757	5,321	7,059
H _{6.10}	6,622	4,868	4,960	7,058	5,410	7,839
H _{7.10}	5,613	4,843	4,076	6,548	6,245	8,673
H _{1.11}	5,767	4,495	4,054	7,531	5,749	8,143
H _{2.11}	7,054	5,079	4,035	7,290	5,746	8,187
H _{3.11}	5,070	5,166	4,304	8,059	5,293	8,123
H _{4.11}	4,701	4,528	3,921	7,245	5,270	8,012
H _{5.11}	4,907	4,598	4,502	7,345	6,069	7,860
H _{6.11}	3,292	3,210	4,690	6,607	6,150	7,103
H _{7.11}	5,248	3,695	5,750	6,557	5,405	8,053
H _{1.12}	5,349	4,255	4,010	7,701	5,866	7,911
H _{2.12}	5,207	4,119	4,112	8,034	7,403	8,067
H _{3.12}	4,927	4,306	4,213	7,758	7,195	8,844
H _{4.12}	5,679	4,305	3,762	7,392	6,588	7,236
H _{5.12}	5,040	4,894	4,632	7,515	5,818	7,562
H _{6.12}	5,522	4,432	4,525	7,525	5,927	6,313
H _{7.12}	5,365	4,520	4,077	8,100	6,723	8,757
\bar{x}	4,627	3,747	4,176	6,8353	5,822	7,602
CV (%)	18,18	16,57	18,74	11,11	11,18	13,84
QM _{Trat.}	3,4510	2,4225	1,1445	1,1377	0,9792	1,6481
QM _{ee}	0,7059	0,3854	0,6122	0,5764	0,4234	1,1068
GL _{Trat.}	63	63	48	48	48	48
GL _{ee}	105	105	78	78	78	78

Tabela 29. Médias ajustadas da produção de grãos (kg/parcela de 7,5 m²) de 12 variedades, 35 híbridos intervarietais e duas testemunhas para a densidade D₂ (66,6 mil plantas/ha), em três locais e dois anos, média geral (\bar{x}), coeficiente de variação (CV %), quadrado médio de tratamento (QM_{trat.}), quadrado médio do erro efetivo (QM_{ee}) e os respectivos graus de liberdade (GL_{trat.} e GL_{ee}).

	1978/79			1979/80		
	Campinas	Rib. Preto	At. Leonel	Campinas	Rib. Preto	At. Leonel
T ₁	4,647	3,397	2,640	4,479	5,147	5,798
T ₂	6,697	4,074	2,154	5,727	5,464	5,467
V ₁	5,634	3,477	1,910	5,341	5,352	6,424
V ₂	4,454	4,359	1,290	7,400	6,280	7,028
V ₃	5,645	3,458	1,180	5,573	4,947	6,225
V ₄	4,575	2,762	2,958	5,699	5,814	5,549
V ₅	4,482	2,664	2,213	5,509	4,958	6,285
V ₆	4,115	3,940	2,772	4,914	6,468	5,363
V ₇	4,399	3,014	2,270	5,020	5,779	5,884
V ₈	4,806	3,912	2,033	6,115	5,121	6,547
V ₉	6,341	2,015	2,450	5,823	4,437	6,065
V ₁₀	5,022	2,562	1,990	4,672	5,264	5,773
V ₁₁	5,319	3,271	2,241	6,036	5,558	5,333
V ₁₂	6,319	2,678	2,183	6,027	5,062	6,286
H _{1.8}	5,677	2,855	2,889	5,999	5,932	6,012
H _{2.8}	3,998	3,105	2,248	6,299	6,566	7,153
H _{3.8}	5,183	3,739	2,323	5,936	5,308	7,717
H _{4.8}	6,120	3,770	1,645	6,245	6,179	5,746
H _{5.8}	5,756	3,580	2,239	5,707	6,886	6,932
H _{6.8}	4,100	4,538	2,434	6,360	4,729	6,014
H _{7.8}	4,740	4,293	3,171	5,983	5,553	6,104
H _{1.9}	4,823	3,732	2,802	6,000	5,137	6,589
H _{2.9}	5,712	2,803	2,973	6,688	6,439	6,780
H _{3.9}	5,592	3,658	2,490	7,129	5,622	6,628
H _{4.9}	4,410	3,527	2,571	5,924	5,246	6,178
H _{5.9}	5,168	3,243	2,737	5,284	5,014	7,385
H _{6.9}	4,380	3,491	3,269	6,900	5,956	7,412
H _{7.9}	5,113	3,701	3,392	6,224	6,668	6,591
H _{1.10}	6,080	3,889	2,354	6,714	5,413	7,048
H _{2.10}	5,076	3,949	1,824	5,988	5,102	7,669
H _{3.10}	6,425	3,208	2,040	6,723	5,343	6,878
H _{4.10}	5,234	3,543	3,074	6,266	5,795	6,341
H _{5.10}	5,812	3,589	2,956	5,175	5,519	6,383
H _{6.10}	6,304	4,973	2,429	6,972	6,157	6,598
H _{7.10}	5,943	4,086	2,402	6,800	5,974	6,815
H _{1.11}	5,152	4,370	2,765	6,093	5,476	6,336
H _{2.11}	5,218	2,735	2,384	6,809	6,012	7,032
H _{3.11}	6,160	4,165	2,575	6,071	5,729	7,028
H _{4.11}	5,651	2,879	2,207	6,391	5,909	6,345
H _{5.11}	6,438	3,358	2,505	6,574	5,675	7,167
H _{6.11}	4,116	2,264	2,864	5,727	5,837	7,230
H _{7.11}	3,628	3,232	2,289	5,673	6,084	7,145
H _{1.12}	6,046	3,706	2,600	7,020	6,174	7,426
H _{2.12}	6,020	3,899	2,359	6,636	6,300	7,057
H _{3.12}	5,748	3,698	2,459	6,536	6,427	7,174
H _{4.12}	4,365	3,587	1,977	6,193	6,617	5,925
H _{5.12}	5,271	3,446	2,733	6,881	5,460	6,351
H _{6.12}	6,428	3,507	2,391	6,494	6,710	6,861
H _{7.12}	6,236	4,117	2,705	6,182	5,677	6,463
\bar{x}	5,047	3,233	2,436	6,081	5,720	6,542
CV (%)	24,42	21,44	25,46	12,32	16,94	10,86
QM _{Trat.}	2,7209	1,9753	0,6233	1,6266	0,9475	1,1857
QM _{ee}	1,5188	0,4807	0,3848	0,5614	0,9390	0,5047
GL _{Trat.}	63	63	48	48	48	48
GL _{ee}	103	103	78	78	78	78

