

AVALIAÇÃO DE QUINZE SINTÉTICOS DE MILHO (*Zea mays* L.) EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

JOSÉ ROBERTO MÔRO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para o concurso de Livre Docente do Departamento de Genética, na disciplina Métodos de Melhoramento.

43034
E. S. A. "LUIZ DE QUEIROZ"
DIVISÃO DE BIBLIOTECA
E DOCUMENTAÇÃO

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1987

Í N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMO.	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. Breve resumo do Melhoramento do Milho no Bra <u>sil</u>	5
2.2. Alguns resultados com melhoramento de popula <u>ções</u> de milho.	6
2.3. Acréscimos nas frequências gênicas com a seleção e depressão por endogamia.	7
2.4. Cruzamentos dialélicos entre popula <u>ções</u>	8
2.5. Alguns resultados de cruzamentos dialélicos entre popula <u>ções</u>	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.	14
3.1. Material.	14
3.2. Métodos.	17
3.2.1. Seleção das linhagens elites.	17
3.2.2. Recombinação das linhagens elites	18
3.2.3. Obtenção dos cruzamentos dialélicos.. . . .	18
3.2.4. Ensaio de avaliação dos cruzamentos dialélicos.	19

3.2.5. Análise dos ensaios de cruzamentos dialélicos.	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	25
4.1. Análises da variância.	25
4.2. Médias dos sintéticos e seus F ₁ 's.	28
4.3. Estimativas dos parâmetros do modelo de GARDNER e EBERHART (1966) para cruzamentos dialélicos.	30
4.4. A heterose específica e sua importância na produtividade dos cruzamentos.	32
4.5. Seleção dos melhores cruzamentos e dos melhores sintéticos para uso em programas de melhoramento genético.	35
4.6. Melhoramento genético para populações bases em programas de milho híbrido.	38
5. CONCLUSÕES.	40
6. BIBLIOGRAFIA.	41

AValiação DE QUINZE SINTÉTICOS DE MILHO
(*Zea mays* L.) EM CRUZAMENTOS DIALELICOS

José Roberto Mõro

RESUMO

Quinze sintéticos de milho, que sintetizamos a partir de linhagens elites avaliadas de per si e em "top-cross", foram avaliadas em cruzamentos dialélicos em três locais, em ensaios em delineamento em látice 11 x 11 triplo duplicado, durante o verão de 1983/84. A análise a partir das médias ajustadas, dos quinze sintéticos e os respectivos cruzamentos F₁'s, pelo modelo de GARDNER e EBERHART (1966), apresentou valores de Quadrado Médio significativos estatisticamente pelo teste F, para todas as fontes de variação, incluindo heterose específica. O potencial produtivo dos cruzamentos F₁'s é elevado, sendo que, na média dos 3 locais, 50% deles produziu mais que os híbridos comerciais utilizados como testemunhas. O valor de heterose média, na análise conjunta, correspondeu à 31,8% da média dos sintéticos.

No desdobramento dos valores de produção, em função do modelo: $Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (v_i + v_j) \times \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$, para os 35% melhores cruzamentos em cada local e na média dos três locais mostrou que o componente de heterose específica foi muito importante na determinação do potencial de produtividade dos cruzamentos, indicando que os sintéticos possuem altas frequências de alelos favoráveis com efeitos de dominância.

Apesar dos efeitos de interação por locais terem sido significativos, entre os melhores cruzamentos, há vários que foram superiores em todos os locais e na média dos 3 locais.

A análise global dos resultados mostrou que os sintéticos, obtidos a partir da recombinação de linhagens elites previamente selecionadas para capacidade geral de combinação, foram superiores àqueles obtidos pela recombinação de linhagens elites avaliadas apenas de per si.

A conclusão geral desse trabalho é que, para a obtenção de populações que explorem melhor a heterose, e que serão utilizadas como fonte de linhagens, deve-se fazer uso de processos seletivos envolvendo endogamia e avaliações da capacidade geral de combinação.

EVALUATION OF FIFTEEN MAIZE (*Zea mays* L.)
SYNTHETICS VARIETIES IN A DIALLEL CROSSES

José Roberto Mõro

SUMMARY

Fifteen maize synthetics were obtained by combining elite imbred lines evaluated "per se" or in *top-crosses*. These synthetics were evaluated in diallel crosses in three locations in the 83-84 summer, using a duplicate triple 11 x 11 lattice design. Grain yield of the fifteen synthetics and the respective F₁ crosses were analysed using adjusted means, according the model of GARDNER and EBERHART (1966). Means squares yielded significant F test for all sources of variation, including specific heterosis. The F₁'s showed quite high potential yielding ability, since on the average of three locations, 50% of the crosses yielded more than the commercial hybrids used as checks. The average heterosis in the pooled analysis corresponded to 31,8% in relation to the average of the synthetics.

By partitioning the yielding values in relation to the model: $Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (v_i + v_j) + \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$ it was found that 35% of the best crosses in every location and for the average of the three locations, the specific heterosis component was of great importance in determining the yielding potential of the crosses. This indicates that the synthetics have high frequency of favorable alleles showing dominance effects.

Eventhough the interaction by locations was statistically significant, among the best crosses, several were superior in all locations as well as in the average of the three locations.

A thorough analysis of the data showed that the synthetics obtained by combining elite imbred lines previously selected for general combining ability were superior to the ones obtained from elite imbred lines selected on the "per se" basis.

The study support the general conclusion that in order to obtain populations for a better exploration of heterosis and that should be used as source of imbred lines, it is advisable to employ selective techniques involving both imbreeding and evaluation for general combining ability.

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético do milho, no Brasil, tem sido tradicionalmente realizado com o objetivo de se obter variedades melhoradas e híbridos de linhagens. Eventualmente são obtidos híbridos intervarietais, sobretudo no início dos programas de melhoramento. Esses tipos de cultivares, quando em fase de lançamento comercial, são avaliados nas diversas regiões brasileiras, através dos Ensaio Nacionais de milho normal, de milho precoce e de milho de porte baixo (braquíticos). A análise dos resultados desses ensaios tem mostrado que os híbridos de linhagens não apresentam um real aproveitamento da heterose, haja vista que, no grupo de maior produtividade, encontram-se tanto os híbridos de linhagens, como também variedades melhoradas e, sobretudo híbridos intervarietais.

Pode-se especular sobre as várias razões dessa situação, que não ocorre nos Estados Unidos e Europa, onde os híbridos de linhagens são, indiscutivelmente, os mais produtivos. A primeira vista parece que os programas de melhoramento de populações são conduzidos de forma mais eficiente do que o melhoramento genético para a obtenção de híbridos. Entretanto, pode-se também pensar que, se os híbridos não tiveram o progresso genético esperado até agora, isso seja devido à fal

ta de melhoramento genético de populações adequadas à obtenção de linhagens. E o comportamento de um híbrido é função direta da qualidade das linhagens disponíveis para avaliação tanto de per si, como para capacidade de combinação.

Atualmente, praticamente todas as populações de milho disponíveis no Brasil já foram autofecundadas para a obtenção de linhagens endogâmicas. De maneira geral, a experiência tem mostrado que nossas variedades e compostos de milho são altamente heterozigóticos e carregam uma alta frequência de gens deletérios ou letais, mascarados pela baixa frequência e pelos efeitos de dominância, o que pode ser comprovado nos experimentos em que se mede a depressão causada pela endogamia nos nossos materiais. Basicamente há duas explicações para esse fato: em primeiro lugar, quase todas as nossas variedades e compostos foram formados pelo intercruzamento de populações, quase sempre sem nenhum melhoramento prévio, e de origem bastante diversa, envolvendo grandes regiões da América Latina. Isso faz com que, numa situação de ambiente diferente e com a existência da agricultura moderna, muitos genes passem a ser desfavoráveis. Em segundo lugar, o melhoramento genético realizado em nosso país quase nunca empregou progênies autofecundadas. Embora eficientes para elevar a média de uma população, os esquemas de seleção massal e seleção empregando-se progênies de meios-irmãos ou de irmãos germanos tendem a favorecer os heterozigotos, apenas reduzindo a frequência dos genes desfavoráveis recessivos.

A formação de compostos, pelo intercruzamento de diversas populações divergentes foi realizada com a intenção de se promover a variabilidade genética. O uso de progênies não endogamas, e da baixa intensidade de seleção justifica-se pela manutenção dessa variabilidade genética, o que

garante progressos contínuos ao longo do tempo. Embora esse tipo de filosofia de programa esteja correto e seja eficiente para o melhoramento genético visando variedades, ele pode não ser favorável à utilização desses mesmos compostos e variedades como fonte de linhagens. Esse tipo de análise pode, talvez, explicar a falta de um maior sucesso dos programas de milho híbrido.

Há ainda que se considerar que um programa de milho híbrido inclui, como caracteres importantes na escolha do híbrido a ser lançado, não apenas o seu valor do ponto de vista de produtividade e características agronômicas, mas também critérios comerciais, sobretudo de facilidades e custos de obtenção da semente híbrida. Esse segundo aspecto está diretamente relacionado às qualidades das linhagens endogâmicas disponíveis.

A experiência de muitos anos de trabalho com melhoramento de milho, sobretudo nos Estados Unidos, tem mostrado que uma maneira de se obter linhagens endogâmicas melhores é iniciar as autofecundações em sintéticos. Como na formação dos sintéticos são utilizadas linhagens endogâmicas elites, isto significa que elas já foram selecionadas contra os principais genes deletérios recessivos. Com isso, há a tendência de se obter melhores linhagens tanto de per si como para capacidade de combinação, quando se autofecunda sintéticos, em comparação com variedades ou compostos que não tenham passado, anteriormente, pelo crivo da endogamia.

O ideal para a formação de um sintético é que as linhagens escolhidas também sejam as de maior capacidade geral de combinação. Dessa maneira, aumenta-se a probabilidade de se obter melhores linhagens, tanto de per si como para capacidade de combinação, devido à recombinação gênica.

Devido à essas características favoráveis ao uso de sintético em programas de milho híbrido, obtivemos, a partir de linhagens elites do programa de melhoramento de milho do Setor de Milho I, do Departamento de Genética da ESALQ/USP, quinze sintéticos, contrastantes com relação ao tipo de grão, da espiga e do porte da planta. Esses quinze sintéticos foram avaliados em cruzamentos dialélicos em ensaios realizados em três localidades do Estado de São Paulo e também estão sendo autofecundados para a obtenção de novas linhagens endogâmicas.

O objetivo desse trabalho foi estudar esses quinze sintéticos, através de cruzamentos dialélicos, para caracterizá-los com relação ao seu potencial de produtividade, características agronômicas e heterose.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Breve resumo do Melhoramento do Milho no Brasil

A história do melhoramento do milho no Brasil está muito bem apresentada no Capítulo sete do livro "Melhoramento e Produção do Milho", editado pela Fundação Cargill. Os autores, MIRANDA FILHO e VIEGAS (1987) descrevem as populações de milho e os locais onde foram melhoradas, dando pequenas referências sobre algumas metodologias empregadas. O que se percebe é que a base das populações de milho disponíveis aos programas de melhoramento são compostos de variedades de grãos duros, de origem da América Central, Caribe, Cuba e Colômbia além de compostos de variedades de grãos dentados, geralmente da raça Tuxpeño. Esses compostos, incluindo a variedade Maya, formada pela recombinação de linhagens e uma variedade, são milhos de porte alto, com ampla folhagem e de ciclo tardio e foram obtidos durante a década de sessenta.

A característica principal da década de setenta foi o interesse por milhos de porte mais reduzido. A primeira tentativa de diminuição da altura da planta do milho foi feita através do gene braquítico-2 (br-2), que reduz o comprimento do internódio. PATERNIANI (1973) obteve a variedade Piranão a partir da introdução do gene br-2 na varieda

de Piramex. Uma outra alternativa de redução do porte da planta é o uso de poligenes, selecionando-se para plantas mais baixas em populações de porte alto. Esse tipo de trabalho foi realizado com bastante intensidade no CIMMYT, pelo Dr. E. Johnson. No Brasil, MIRANDA FILHO (1974) a partir de 1972, iniciou uma série de cruzamentos intervarietais envolvendo populações de diversas origens e que tinham, como aspecto principal, o porte da planta mais reduzido, como característica poligênica.

Com a criação da EMBRAPA e do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo foi iniciado um programa de introduções de populações precoces e de porte baixo, obtidos no CIMMYT. Essas populações eram, na sua maioria, compostos intervarietais que, depois de avaliados em todo o Território Nacional, foram amplamente distribuído. Essas populações introduzidas foram descritas por MÔRO *et alii* (1981).

2.2. Alguns resultados com melhoramento de populações de milho

As populações de milho, obtidas ou introduzidas durante a década de sessenta e setenta foram utilizadas em diversos programas de melhoramento de populações no País. A maioria deles foi realizado por apenas algumas gerações. PATERNIANI e MIRANDA FILHO (1987) apresentam uma série de resultados publicados no Brasil e no exterior, de progressos obtidos com alguns métodos de melhoramento. Com seleção massal estratificada o progresso por ciclo variou, entre 0% a 6%, com média entre 2,0 e 2,5%. Apenas em poucos casos são relatados ganhos entre 10% a 20%, mas nesses casos, a seleção foi feita em raças ou populações pouco melhoradas. Empregan-

do-se seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos os ganhos por ciclo citados variam de 1,8% a 4,6%, com exceção de um caso que foi de 13,6%, com seleção na variedade Dente Paulista. Com progênes de irmãos germanos, os progressos por ciclo ficam algo maiores, variando entre 2,5% e 9,5%.

Embora aparentemente baixos, um programa que tenha continuidade e seja realizado por 10 ciclos, pode elevar a produtividade de uma variedade entre 20% a 90%. O melhoramento de populações é um processo efetivo de aumento da produtividade e das características agrônômicas de uma variedade, e isso é conseguido pela elevação da frequência dos genes favoráveis.

2.3. Acrêscimos nas frequências gênicas com a seleção e de pressão por endogamia

Os acréscimos teóricos, nas frequências dos genes favoráveis, conseguidos com alguns esquemas de seleção foram estudados e apresentados por VENCOVSKY (1987). Na seleção massal, um loco que participasse com 1/100 da variação genética aditiva, seria modificado em sua frequência gênica em $\Delta p = 0,019$. Ou seja, as modificações nos diversos locos de um caráter quantitativo são muito reduzidas, mesmo com alguns ciclos de seleção.

No caso da seleção entre famílias de meios irmãos, com sementes remanescentes, o Δp será de 0,023, para um loco que participe com 1/100 da variação genética aditiva. Normalmente as alterações nas frequências gênicas são pequenas. Usando-se progênes de irmãos germanos, para o mesmo caso, o Δp será um pouco maior e igual a 0,039. Todos esses casos fo

ram calculados considerando-se a ausência de dominância portanto superestimando os valores Δp . Na prática deve ocorrer dominância em quase todos os caracteres quantitativos, já que medidas de depressão por endogamia situam-se entre 42% a 58% para produção (VIANNA *et alii*, 1982) nas populações precoces introduzidas no Brasil a partir do programa do CIMMYT, e de 36,7% a 54,7% (GERALDI e VENCovsky, 1980) e de 27% a 59,9% (LIMA *et alii*, 1984) em populações brasileiras.

Esses resultados indicam que os métodos de melhoramento, quando não usam progênies endogamas, acabam favorecendo a seleção de genótipos heterozigóticos. Dessa forma a obtenção de linhagens, a partir dessas populações melhoradas é um processo trabalhoso e difícil, pela grande quantidade de genes deletérios que vão entrar em homozigose, com as autofecundações sucessivas.

2.4. Cruzamentos dialélicos entre populações

O esquema de cruzamentos dialélicos tem sido empregado em diversos programas de melhoramento de milho, com o objetivo de avaliar o potencial heterótico de populações. Basicamente dois esquemas de análise de cruzamentos dialélicos podem ser empregados: o de GRIFFING (1956) que informa sobre as capacidades gerais (CGC) e específicas (CEC) de combinação, e o de GARDNER e EBERHART (1966), mais detalhado com relação aos efeitos de heterose, os quais são desdobrados em heterose média, heterose de variedades e heterose específica, de acordo com o modelo:

$$Y_{jj'} = \mu + \frac{1}{2} (v_j + v_{j'}) + \theta h_{jj'}$$

onde:

μ = média das variedades.

v_j ou $v_{j'}$ = efeito de variedade.

$h_{jj'}$ = efeito da heterose do cruzamento entre as variedades j e j' .

θ = coeficiente condicional:

$$\text{se } j = j' \rightarrow \theta = 0$$

$$\text{se } j \neq j' \rightarrow \theta = 1$$

O efeito de heterose ($h_{jj'}$) é subdividido em:

$$h_{jj'} = \bar{h} + h_j + h_{j'} + s_{jj'}$$

sendo:

\bar{h} = heterose média de todos os cruzamentos.

h_j ou $h_{j'}$ = heterose de variedade, que é a heterose conferida pelas variedades j ou j' a todos os cruzamentos em que ela participa.

$s_{jj'}$ = heterose específica ou capacidade específica de combinação do cruzamento jj' .

A correspondência entre os dois modelos (o de GRIFFING e o de GARDNER e EBERHART) pode ser feita da seguinte forma:

$$CGC_{(j)} = \frac{1}{2} v_j + h_j$$

Uma análise detalhada do modelo de GARDNER e EBERHART (1966) de análise de cruzamentos dialélicos foi realizada por VENCovsky (1970), relacionando os parâmetros dos

modelos com as frequências gênicas das populações empregadas nos cruzamentos. A significância para o quadrado médio para a CGC nos indica se as diferenças nas capacidades gerais de combinação são devidas ao comportamento de per si das variedades ou ao seu comportamento em cruzamentos. A significância dos quadrados médios referentes aos parâmetros h_j indica, porém, que a escolha das variedades de maior capacidade de combinação deve recair sobre o seu comportamento quando cruzadas.

De acordo com VENCOSKY (1970) a heterose média de um conjunto de cruzamentos F_1 entre variedades é função linear da dominância e da variância das frequências gênicas, entre as variedades, em cada loco. Contribuirão mais para a heterose média aqueles locos que apresentarem a maior dominância e para os quais as variedades difiram mais nas frequências gênicas. As heteroses de variedades, por serem desvios, podem ser negativos ou positivos. Heteroses de variedades com valores negativos serão as das variedades que apresentarem menor diversidade genética em relação ao conjunto de variedades intercruzadas. Os valores positivos ocorrem em três tipos de variedades: (a) as que tiverem muitos locos com altas frequências gênicas; (b) as que tiverem muitos locos com baixas frequências gênicas e (c) as que apresentarem maior dispersão das frequências gênicas em relação às frequências gênicas médias nos locos. A heterose específica será maior para as variedades mais divergentes nas frequências dos genes com dominância, ou seja quando as populações já estão num elevado nível de melhoramento genético.

2.5. Alguns resultados de cruzamentos dialélicos entre populações

Durante a década de sessenta vários autores publicaram resultados de cruzamentos dialélicos entre variedades, usando o modelo de GARDNER e EBERHART (1966). Um resumo da significância dos diversos quadrados médios foi realizado por VENCOVSKY (1970), envolvendo os trabalhos de: GARDNER (1965), GARDNER e EBERHART (1966), VENCOVSKY (1961, não publicado); GARDNER e PATERNIANI (1967); CASTRO, GARDNER e LONNQUIST (1968); HALLAUER e SEARS (1968); HALLAUER e EBERHART (1966); TROYER e HALLAUER (1968); SILVA (1969) e ROBINSON e COCKERHAM (1961). Com base nesses trabalhos pode-se concluir que: (a) a heterose média para produção manifestou-se sistematicamente nesses cruzamentos de variedades, indicando apreciável diversidade genética em cada caso; (b) na metade dos trabalhos não foi possível detectar diferenças entre as heteroses dos cruzamentos, podendo a escolha dos melhores híbridos, nesses casos, recair sobre a média de variedades e (c) os efeitos de capacidade específica para produção foram significativos em apenas dois casos de cruzamentos dialélicos entre populações: o de HALLAUER e SEARS (1968) e o de TROYER e HALLAUER (1968). As populações empregadas por TROYER e HALLAUER (1968) haviam sofrido efeito prévio da endogamia e oscilação genética, o que resultou em heterose específica. HALLAUER e SEARS (1968) avaliaram algumas variedades que tinham sido escolhidas exatamente pela elevada heterose específica em experimentos anteriores.

Essa tendência dos efeitos de heterose específicas não apresentaram significância contínua até hoje. Apenas como referência serão apresentados alguns resultados mais recentes, envolvendo a avaliação de praticamente, todo o germoplasma.

plasma disponível no Brasil. Dessa fase envolvendo os anos setenta e oitenta, um trabalho pioneiro, no sentido de avaliar populações de porte baixo (não braquíticas) em cruzamentos dialélicos foi realizado por MIRANDA FILHO (1974). Na avaliação envolvendo apenas populações de porte baixo, apenas os efeitos de heterose média foram significativos. Quando foram incluídas as duas populações de porte alto houve significância estatística para heterose média e heterose de variedades. Em ambas as avaliações a heterose específica não foi importante para explicar os valores de produção dos cruzamentos.

Ainda considerando populações mais precoces e de porte menor NASPOLINI FILHO *et alii* (1981) avaliaram as 16 populações de milho introduzidas do CIMMYT, no Brasil (MÔRO *et alii*, 1981) juntamente com duas populações incluindo materiais brasileiros de porte alto. Embora tenha sido usado o esquema de GRIFFING (1956), houve significância para os efeitos de capacidade geral de combinação, mas não para a capacidade específica de combinação para a produção de grãos.

Populações brasileiras, homozigóticas para o gene br_2 foram avaliadas em cruzamentos dialélicos por SOUZA JUNIOR (1981). Foram significativos os efeitos de heterose média e de heterose de variedades, mas, novamente, os efeitos de heterose específicas foram não significativos para o caráter produção de grãos.

Doze variedades do Instituto Agrônômico de Campinas foram avaliadas no esquema de dialélico parcial por LIMA (1982), sendo sete variedades de grãos dentados e cinco de grãos duros. Os efeitos de heteroses média foram significativos em duas densidades populacionais. Os efeitos de heterose de variedades (dentadas) não foi significativo, enquanto para o grupo de variedades duras houve significância apenas em uma

densidade. A heterose específica não foi significativa em nenhum caso.

Mais recentemente, MACHADO (1986) avaliou no esquema de dialélico parcial, 12 variedades dentadas e 12 variedades de grãos duros originárias dos programas de melhoramento da ESALQ, CNPMS, IAC, IAPAR e UNICAMP. Nesse caso houve significância para os efeitos de capacidade específica de combinação para os dois locais onde foram realizadas as análises bem como na análise conjunta. Em parte esses resultados podem ser explicados pela inclusão de diversos sintéticos entre as populações e também pela avaliação conjunta de materiais de porte muito alto (Maya) e materiais de porte mais baixo (BR 105 e outros), bastante divergentes em sua genealogia. SMITH e SMITH (1987) estudando métodos para a predição de heterose em milho chegaram à conclusão que, em linhagens, o controle da genealogia foi o principal responsável pela heterose.

Dessa forma, o que se pode concluir desse râpido apanhado da literatura é que, com exceção dos resultados apresentados por MACHADO (1986), todos os outros apresentam não significância para os efeitos de heterose específica ou capacidade específica. Esse fato, aliado aos elevados valores de depressão causada pela endogamia, indica que nossas populações são altamente heterozigóticas e, como possuem diversidade nas frequências gênicas, apresentam significância para heterose mêdia, em todos os casos, e para heterose de variedades na maioria das vezes. Com isso, conclui-se que as variedades disponíveis, com algumas exceções, não devem possuir genes dominantes em frequências elevadas de forma que possa haver a máxima heterose em combinações híbridas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram empregados quinze sintéticos de linhagens endogâmicas elites, e por nós sintetizados a partir do programa de linhagens conduzidas no Departamento de Genética da ESALQ/USP pelo Professor João Rubens Zinsly. As principais características dos quinze sintéticos são:

Sintético nº	Material de origem	Nº de linhagens elites	Endogamia linhagens elites	Tipo de grão e altura da planta*
1	Composto HS-1	14	S ₄	D - A - PM
2	Centralmex	8	S ₆	D - A - PN
3	CHSD	12	S ₄	D - A - PM
4	CHSF	8	S ₄	F - L - PM
5	Comp. ESALQ-PB	11	S ₁	MD - A - PB
6	Composto B	12	S ₅	F - A - PN
7	CHSDbr	11	S ₃	D - A - BR2
8	Composto A	12	S ₅	MD - A - PN
10	CHSD Test. CHSF	9	S ₄	D - A - PM
11	Comp. A Test. CHSD	9	S ₅	MD - A - PN

- Continua -

- Continuação -

Sintético nº	Material de origem	Nº de lí- nhagens elites	Endogamia linhagens elites	Tipo de grão e altura da planta*
12	Comp. B Test. CHSD	13	S ₅	F - A - PN
13	Comp. A Test. CHSF	15	S ₅	MD - A - PN
14	CHSF Test. CHSD	14	S ₄	F - L - PM
15	ESALQ VD-2	25	S ₄	D - A - PN
16	ESALQ VF-1	25	S ₄	F - L - PN

*D = grãos dentados; F = grãos duros; MD = grãos meio-dente; A = grãos amarelos; L = grãos laranja; PM = porte médio; PN = porte normal; PB = porte baixo; BR2 = braquítico-2.

As populações de origem de cada sintético foram:

Composto HS-1 - Formado pela recombinação de híbridos simples dentados, de porte médio com melhores características fenotípicas, fornecidos pelas Companhias de Melhoramento de Milho: Agroceres, Cargill Ltda. e Sociedade Agrícola Germinal.

Centralmex - Variedade melhorada no Departamento de Genética da ESALQ/USP pelo Professor Ernesto Paterniani, a partir do cruzamento de América Central x Piramex.

CHSD - Composto obtido e melhorado pelo Professor João Rubens Zinsly, no Departamento de Genética-ESALQ/USP, a partir do intercruzamento de híbridos simples dentados, fornecidos pelos programas privados de melhoramento de milho e

progenitores de híbridos comerciais.

CHSF - Composto obtido e melhorado pelo Professor João Rubens Zinsly, no Departamento de Genética-ESALQ/USP, a partir do intercruzamento de híbridos simples de grãos duros, fornecidos pelos programas privados de melhoramento de milho e progenitores de híbridos comerciais.

Composto ESALQ-PB - Composto obtido e melhorado pelo Professor J.B. de Miranda, no Departamento de Genética da ESALQ/USP, a partir do intercruzamento das seguintes populações de porte baixo: Tuxpeño Crema-1, Piracar-1, MEB-1, Mezcla Amarilla, Eto Blanco Planta Baja, Antiqua Grupo 2 e Cateto Argentina-Uruguai.

Composto A - Composto obtido e melhorado no Departamento de Genética da ESALQ/USP, a partir de previsão de médias de compostos visando heterose no cruzamento com o Composto B, a partir de um ensaio dialélico com dez populações de milho. O Composto A foi formado pelo intercruzamento de sete populações: WP4 (Nariño 330 x Peru 330), WP-7 (Eto Blanco) e WP-25 : La Posta.

Composto B - É o composto heterótico com relação ao Composto A e foi formado pelo intercruzamento das populações: WP-11 (Porto Rico - Grupo 2), WP-12 (Tuxpeño x Flints Mexicanos), WP-17 (Antiqua Grupo 2), WP-24 (Flint Amarelo de Cuba), WP-33 (Amarillo Semi-Dentado Salvadoreño), WP-34 (Sintético Semi-Dentado de Flórida) e Piracar (Flint Laranja do México).

CHSDbr - É a versão braquítica (br₂) do CHSD.

ESALQ VD-2 - Composto obtido e melhorado pelo Professor E. Paterniani, no Departamento de Genética-ESALQ/USP, a partir do inter cruzamento de populações dentadas amarelas e brancas, notadamente da raça Tuxpeño, incluindo também germoplasmas das Américas Central e do Sul.

ESALQ VF-1 - Composto obtido e melhorado pelo Professor E. Paterniani, no Departamento de Genética-ESALQ/USP, a partir do inter cruzamento de populações de grãos duros, brancos e amarelos, originários de Cuba, América Central, Colômbia e Brasil.

Comp. A Test. CHSD, Comp. B Test. CHSD, Comp. A, Test. CHSF, CHSD Test. CHSF e CHSF Test CHSD - Os sintéticos formados tem como população de origem as populações Composto A, Composto B, Composto A, CHSD e CHSF, respectivamente, cujas linhagens, na geração S_2 foram avaliadas e selecionadas para capacidade geral de combinação com as populações contrastantes CHSD ou CHSF.

Contimax 133 - Híbrido comercial da Sementes Contibrasil.

Cargill 111 - Híbrido comercial da Sementes Cargill.

IAC 8412 - Híbrido comercial do Instituto Agrônomo de Campinas.

3.2. Métodos

3.2.1. Seleção das linhagens elites

As linhagens elites, que deram origem a cada

sintético, foram selecionadas pelas características fenotípicas com relação à produtividade, prolificidade e demais caracteres agronômicos durante o plantio de verão de 1980/81, na área experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP. No laboratório foi realizada uma nova seleção visando uniformizar as características da espiga e do tipo de grãos de cada sintético. Foi dada especial atenção para as linhagens de porte mais reduzido e resistentes ao acamamento.

3.2.2. Recombinação das linhagens elites

A primeira recombinação entre as linhagens formadoras de cada sintético foi realizada no inverno de 1981. Cada linhagem foi plantada em uma fileira de 10 m e espaçamento de 0,20 m entre plantas. No florescimento foram feitas polinizações manuais entre plantas de cada linhagem. Na colheita, cada espiga polinizada de cada linhagem foi colhida e amostrada individualmente. De cada cruzamento foram tiradas duas amostras: uma para o plantio de uma fileira de 5 metros (30 sementes) e a outra para o plantio de fileiras de macho (mistura de todas as espigas de um mesmo sintético). As duas outras recombinações foram realizadas, de acordo com a disponibilidade, em lotes isolados com despendoamento (método islandis) entre os verões de 1981/82 e 1982/83. Considerou-se que após as três recombinações os sintéticos entraram em equilíbrio.

3.2.3. Obtenção dos cruzamentos dialélicos

Os cruzamentos dialélicos foram obtidos durante o inverno de 1983, na área experimental do Departamento de

Genética da ESALQ/USP. Cada sintético foi plantado em fileiras de 20 m de comprimento com espaçamento de 1 m entre fileiras e de 0,2 m entre plantas. Os sintéticos foram plantados alternadamente na sequência: Sin 1 - Sin 2, Sin 1 - Sin 3, Sin 1 - Sin 4, ..., Sin 1 - Sin 16, Sin 2-Sin 3, ..., Sin 15-Sin 16, no esquema clássico de obtenção de cruzamentos dialélicos. Dentro de cada par de sintéticos, por ocasião do florescimento, foram feitos cruzamentos entre plantas de cada sintético. Em cada par de sintéticos foram obtidos no mínimo 50 cruzamentos.

Na colheita todas as espigas polinizadas manualmente de cada par de sintéticos foram colhidas e identificadas. As espigas de cada cruzamento de um par de sintéticos foram contadas e amostradas individualmente, de forma a se ter sementes suficientes para 18 repetições. Uma nova amostra de cada cruzamento foi ainda obtida para armazenamento em câmara seca. De cada cruzamento foram amostrados e identificados (001 a 105) 18 saquinhos com 50 sementes cada.

3.2.4. Ensaio de avaliação dos cruzamentos dialélicos

Além dos 105 cruzamentos dialélicos entre os quinze pares de sintéticos foram também incluídos nos ensaios os quinze sintéticos parentais além do Sintético 9, que não entrou nos cruzamentos dialélicos, perfazendo um total de 121 tratamentos. O delineamento experimental foi o látice 11x11 triplo duplicado. Em cada repetição foram colocadas, à parte do delineamento experimental e casualizadas independentemente, as parcelas com os três híbridos comerciais, como testemunha. Em cada repetição foram avaliadas três parcelas de cada híbrido testemunha: a primeira antes da parcela 001, a segunda

após a parcela 66 e a terceira após a última parcela, perfazendo um total de 9 parcelas (3 grupos de 3) por repetição. Como haviam dois tratamentos braquíticos (Sintéticos 7 e 9), em cada repetição foram colocadas bordaduras internas na seguinte ordem: bordadura de porte normal, bordadura de porte braquítico, sintético braquítico, bordadura de porte braquítico e bordadura de porte normal.

Os ensaios de avaliação dos cruzamentos dialélicos foram realizados no ano agrícola de 1983/84 em três locais: Estação Experimental de Anhembi (SP), Estação Experimental da Caterpillar, em Piracicaba (SP) e na Estação Experimental da Sementes Agromen, em Guaíra (SP), sendo a semeadura realizada em 07/04/83, 01/11/83 e 27/10/83, para cada local, respectivamente.

Em todos os locais foi utilizado o espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,40 m entre covas dentro da linha. Na semeadura foram colocadas duas sementes por cova e mais quatro sementes extras por parcela, perfazendo um total de 30 sementes por parcela. Não foi realizado desbaste de plantas, posteriormente. Na semeadura foi feita adubação com 400 kg/ha de 4-14-8 e mais 150 kg/ha de sulfato de amônia, em cobertura, entre o 35º e 45º dias após a da emergência.

Nos três locais foram anotados, por ocasião da colheita dos ensaios os seguintes dados: o número de plantas por parcela, o peso de espigas despalhadas (libras) e a porcentagem de umidade. Em Guaíra (SP) foram também medidos os valores de altura da planta (cm) e da espiga (cm).

3.2.5. Análise dos ensaios de cruzamentos dialélicos

Antes das análises estatísticas, os valores de peso de espigas despalhadas foram ajustados para "stand" e umidade. O valor de "stand" ideal era de 26 plantas e a umidade foi ajustada para zero por cento (0%), que corresponde, a grosso modo, à peso de grãos com 15%, já que, em média, do peso total da espiga, 85% corresponde ao peso de grãos e 15% ao peso do sabugo. A fórmula utilizada para esse ajuste foi aquela proposta por ZUBER (1942):

$$PCC = PC(1-U) (26 - 0,3 F)/(26-F)$$

onde:

PCC = Peso de campo das espigas despalhadas, corrigido para "stand" de 26 plantas e para umidade de 0%, e que corresponde, aproximadamente, ao peso de grãos com 15% de umidade.

PC = Peso de campo observado.

F = Número de folhas.

U = Porcentagem de umidade observada.

As análises estatísticas dos látices foram realizadas, para cada local, segundo a modelogia apresentada por COCHRAN e COX (1957). Com as médias ajustadas de produção dos tratamentos foi feita a análise conjunta, de onde se obtve o valor da interação Tratamentos x Locais.

A análise dos cruzamentos dialélicos, a partir

das médias ajustadas de tratamentos para cada local, foi realizada segundo a metodologia proposta por GARDNER e EBERHART (1966), de acordo com o modelo:

$$C_{jj'} = \mu + \frac{1}{2} (v_j + v_{j'}) + \theta h_{jj'}$$

sendo:

$C_{jj'}$ = valor fenotípico do tratamento $Y_{jj'}$.

μ = média das variedades.

v_j ou $v_{j'}$ = efeito do sintético j ou j' .

$h_{jj'}$ = efeito de heterose que aparece no híbrido entre o sintético j e o sintético j' .

θ = coeficiente condicional:

se $j = j'$, então $\theta = 0$

se $j \neq j'$, então $\theta = 1$

O efeito da heterose ($h_{jj'}$) é subdividido em:

$$h_{jj'} = \bar{h} + h_j + h_{j'} + s_{jj'}$$

sendo que:

\bar{h} = heterose média.

h_j ou $h_{j'}$ = heterose de variedade, que é a contribuição do sintético j ou j' para o efeito da heterose.

$s_{jj'}$ = heterose específica ou capacidade específica de combinação entre os sintéticos j e j' .

Para facilidade de análise em micro-computador, foi utilizado o modelo reduzido, não se incluindo os $s_{jj'}$, na matriz x da análise por quadrados mínimos. Os valores de $s_{jj'}$ foram estimados posteriormente, pela diferença:

$$s_{jj'} = C_{jj'} - (\mu + \frac{1}{2} (v_j + v_{j'}) + \bar{h} + h_j + h_{j'})$$

A análise da variância, de acordo com o modelo matemático tem a seguinte forma:

F.V.	G.L.	Q.M.	F
Populações ¹	n_1	Q_1	Q_1/Q_7
Sintéticos	n_2	Q_2	Q_2/Q_7
Heterose	n_3	Q_3	Q_3/Q_7
Heterose média	1	Q_4	Q_4/Q_7
Heterose de sintéticos	n_4	Q_5	Q_5/Q_7
Heterose específica	n_5	Q_6	Q_6/Q_7
Erro médio ²	n	Q_7	

¹Populações compreende os sintéticos e os seus cruzamentos.

²Obtido por QM residual/ n° de repetições.

As fórmulas para as estimativas dos modelos são:

$$\hat{\mu} = V./n$$

$$\hat{v}_j = v_j - \mu$$

$$\hat{h} = [2C../n(n-1)] - \hat{\mu}$$

$$\hat{h}_j = \frac{C_{j.}}{(n-2)} - \frac{1}{n} \left(\frac{2C_{..}}{n-2} - \frac{V.}{2} \right) - \left(\frac{V_j}{2} \right)$$

onde:

V_j = média observada do sintético j .

$C_{jj'}$ = média observada do cruzamento $\text{Sin}j \times \text{Sin}j'$.

n = número de sintéticos incluídos na análise.

$V.$ = Soma das médias observadas dos n sintéticos.

$C_{..}$ = soma das médias observadas de todos os cruzamentos.

$C_{j.}$ = soma das médias observadas dos cruzamentos em que participa o sintético j .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises da variância

Os resultados das diversas análises de variância estão nas Tabelas de 1 a 4. A Tabela 1 traz um resumo das análises da variância dos experimentos de avaliação dos quinze sintéticos de milho e seus cruzamentos F_1 's, no esquema dialélico. Os diversos quadrados médios de tratamentos foram todos significativos ao nível de 1%, pelo teste F, como aliás era esperado, já que os sintéticos são, em alguns casos, relativamente endógamos e os cruzamentos F_1 's apresentam elevada heterose. Por se tratar de experimentos grandes, com 121 tratamentos por repetição, avaliando materiais com potencial produtivo diferente, a precisão experimental conseguida pode ser considerada como boa (CV% de 13,81; 15,72 e 17,70 para produção, em Anhembi (SP), Caterpillar (SP) e Guaíra (SP), respectivamente). Para altura de planta, também como é usual, os CV% foram menores. Houve vantagem, em relação à precisão experimental, com as avaliações em látice, comparando-se com blocos casualizados, nos ensaios realizados em Anhembi e Caterpillar.

Com as médias ajustadas após as análises em látice, foram realizadas as análises dos cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de GARDNER e EBERHART (1966). Para pro

dução os resultados estão nas Tabelas 2 e 3. A Tabela 2 apresenta o resumo das análises dos cruzamentos dialélicos entre os quinze sintéticos, para os ensaios realizados na Estação Experimental da Caterpillar, de Anhembi e de Guaíra, além da análise conjunta. Na Tabela 3 estão, também de forma resumida, os resultados dos efeitos da interação das diversas fontes de variação com locais.

O fato de todos os desdobramentos dos efeitos de heterose apresentarem significância tem algumas implicações de ordem prática. Em primeiro lugar, raramente os efeitos de heterose específica ou capacidade específica de combinação apresentam significância estatística. A interpretação dos resultados obtidos será feita de acordo com os modelos matemáticos desenvolvidos por VENCOVSKY (1970).

A heterose média (\bar{h}) manifestada pelo conjunto de F_1 's entre os quinze sintéticos é função linear da dominância e da variância das frequências gênicas entre os sintéticos, em cada loco. Contribuir mais para a heterose média aqueles locos que apresentarem a maior dominância e para os quais os sintéticos difiram mais nas frequências gênicas.

A heterose de variedades (h_j) também foi bem explicada por VENCOVSKY (1970). Os valores de h_j mais fortemente negativos serão aqueles dos sintéticos que apresentarem menor diversidade genética em relação ao conjunto de sintéticos. Os valores positivos de h_j ocorrem para três tipos de sintéticos: (1) os que tiverem muitos locos com altas frequências gênicas; (2) os que tiverem muitos locos com baixas frequências gênicas e (3) os que apresentar em maior dispersão das frequências gênicas em relação às frequências gênicas médias, nos locos. VENCOVSKY (1970) apresenta uma tabela mostrando que valores de frequências gênicas altas, baixas ou contrastantes podem dar valores idênticos de h_j , finalizando com o

comentário de que os valores h_j não podem ser aplicados para se obter conclusões definitivas a respeito dos sintéticos, no tocante às frequências dos genes com dominância de cada um. Salienta ainda que: *"uma variedade, pobre em genes dominantes, terá um componente positivo no seu parâmetro de capacidade geral de combinação, um fato que só pode dificultar o melhorista"*.

A heterose específica ou capacidade específica de combinação depende: do tamanho do dialélico, da heterose média e da parte heterótica da capacidade geral de combinação das variedades, além da medida de divergência genética entre os sintéticos, tomados dois a dois. Essa divergência refere-se às frequências gênicas dos locos com dominância. Para que os efeitos de heterose específica sejam significativos, é necessário que os sintéticos apresentem um efeito de seleção anterior, quando se elevou as frequências dos genes com dominância. Os trabalhos da literatura mostram significância para heterose específica apenas quando se avaliam linhagens. Em cruzamentos entre populações, raramente os efeitos, de heterose específica são importantes (VENCOVSKY, 1970). Como os efeitos de heterose específica foram significativos pelo teste F, há necessidade de estudos mais detalhados para a avaliação da real importância que os efeitos s_{ij} apresentam.

A Tabela 3 apresenta um resumo da análise conjunta, dando os Quadrados Médios dos efeitos da interação por locais. Houve significância ao nível de 1% para todas as fontes de variação, indicando que houve efeito da interação por locais tanto entre os quinze sintéticos como nas heteroses dos cruzamentos. Esse tipo de interação por locais era esperado, em primeiro lugar, porque, por exemplo, as Estações Experimentais da Caterpillar e Anhembi são muito diferentes quanto ao tipo e fertilidade do solo, bem como da disponibilidade de nutrientes, que em Anhembi assemelha-se a um solo tipo cerrado.

Nas avaliações em Guaíra, apesar da fertilidade do solo, após as diversas correções efetuadas, ser elevada, o experimento sofreu muito com a falta de chuvas durante o seu desenvolvimento. Trata-se portanto de três ambientes distintos, onde o grande número de genótipos avaliados deveriam mesmo mostrar adaptações diferentes. Entretanto os efeitos da interação podem ser reduzidos quando se estuda apenas os melhores genótipos, como será feito posteriormente.

A análise da variância dos cruzamentos dialélicos, para os caracteres altura da planta e da espiga estão na Tabela 4. Nota-se novamente significância estatística para todos os efeitos. Nesse caso, o interesse é em se dispor de variabilidade genética para a seleção de genótipos de porte mais reduzido.

4.2. Médias dos sintéticos e seus F_1 's

Nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 são apresentadas as médias ajustadas de produção ($\text{kg}/10 \text{ m}^2$) dos quinze sintéticos e os respectivos cruzamentos F_1 's, para os ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar (em Piracicaba, SP), de Anhembi (em Anhembi, SP), da Agromen (em Guaíra, SP) e também da média dos três locais. Essas tabelas contêm ainda os valores de heterose, em relação ao parental mais produtivo, e a média das três testemunhas empregadas, as quais são híbridos comerciais (IAC 8412, Cargill III e Contimax 133). No ensaio realizado na Caterpillar (Tabela 5), em Piracicaba, as médias de produção foram maiores, por serem também, as condições edafo-climáticas superiores. Praticamente a metade dos cruzamentos produziu mais do que as testemunhas, sendo que os cinco melhores F_1 's produziram 35% a mais que a média

das testemunhas. Outra característica importante são os valores de heterose, em relação ao pai maior, que são muito elevados. Entretanto isso se deve às características dos sintéticos, que foram formados recombinando-se poucas linhagens, sendo, portanto, bastante endógamos, com exceção dos sintéticos 15 e 16.

Na Tabela 6 estão as médias ajustadas de produção (kg/10 m²), para o ensaio realizado em Anhembi (SP). Como as condições de fertilidade do solo são inferiores, a produção geral foi baixa. Mesmo assim, um terço dos cruzamentos produziu mais que a melhor testemunha comercial. As características endógamas dos sintéticos parentais foram acentuadas, evidenciado pelos valores de heterose, mais elevados do que em Piracicaba.

O ensaio de Guaíra (Tabela 7) mostrou um padrão de resultados um pouco diferente. Houve, nesse local, um efeito depressivo da produtividade, causado pela falta de chuvas. Nessas condições, os materiais mais rústicos tendem a se sobressair, como é o caso da Testemunha Cargill III. Nota-se também valores menores para a heterose. Apesar disso, um quinto dos cruzamentos avaliados produziu mais do que a melhor testemunha.

A Tabela 8 foi obtida com as médias ajustadas dos 3 locais. Ela dá uma idéia da adaptação média de cada genótipo. Na média dos 3 locais, cerca de metade dos cruzamentos produziu mais que as testemunhas. Da mesma forma, os valores da heterose foram elevados.

O objetivo dessas tabelas é mostrar o potencial produtivo que os quinze sintéticos possuem e algumas de suas características para programas de melhoramento de milho. Em primeiro lugar, os sintéticos, de per si, não são produtivos, devido à sua natural endogamia. Por outro lado são ex-

temamente heteróticos em cruzamentos, conseguindo-se produtividades superiores aos híbridos comerciais, utilizados como testemunhas. Alguns dos valores de heterose obtidos são os maiores já apresentados na literatura (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1981).

Com relação à altura da planta, são materiais de porte alto e médio, com exceção do sintético 7, que é braquítico. Os resultados obtidos em Guaíra (SP), para altura da planta e da espiga estão nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

4.3. Estimativas dos parâmetros do modelo de GARDNER e EBERHART (1966) para cruzamentos dialélicos

Esses valores para heterose são extremamente elevados, em comparação aos descritos na literatura. A fim de compreendê-los foram obtidos as estimativas dos parâmetros do modelo: μ , v_j , \bar{h} , h_j , g_j e s_{jj} , a partir da análise de cruzamentos dialélicos. Esses resultados estão apresentados na Tabela 11, para produção de grãos, e na Tabela 12, para altura da planta e da espiga. As estimativas da capacidade geral de combinação (g_j) foram feitas tal que: $g_j = \frac{1}{2} v_j + h_j$. Como a análise estatística foi realizada pelo método dos Quadrados Mínimos, a partir do modelo matemático reduzido: $Y_{jj} = \mu + \frac{1}{2} (v_j + v_{j'}) + \bar{h} + h_j + h_{j'}$, não tendo sido incluídos os componentes s_{jj} , essas estimativas foram obtidas por diferença entre os valores de Y_{jj} , estimados e observados, e apenas para os melhores cruzamentos de cada local ou da média dos locais.

As estimativas de heterose média (\bar{h}) foram correspondentes a 32% da média (μ), para o ensaio realizado na

Caterpillar (Tabela 11). O maior efeito de variedade (v_j) foi o do Sintético 5 (+2,087 kg/10 m²) e o pior foi do Sintético 4 (-1,746 kg/10 m²). Como os efeitos de variedade são desvios de cada variedade, em relação à média geral das variedades, significa que os valores positivos produziram acima da média. Com relação à heterose de variedades (h_j), na Caterpillar, o maior valor foi o do Sintético 14 (+1,038 kg/10 m²) e o menor correspondeu ao Sintético 5 (-1,179 kg/10 m²).

No ensaio realizado em Anhembi, a heterose média (\bar{h}) correspondeu a 41,7% do valor da média (μ). O efeito de variedade maior foi o do Sintético 14 (+0,751 kg/10 m²) e o menor o do Sintético 3 (-0,734 kg/10 m²). Para heterose de variedades (h_j) o valor mais elevado foi o do Sintético 3 (+1,095 kg/m²) e o menor o do Sintético 6 (-0,760 kg/10 m²).

Em Guaíra o efeito da heterose média (\bar{h}) para produção foi, relativamente, o mais baixo: apenas 7,9% da média (μ). O maior valor de v_j foi o do Sintético 16 (+0,837 kg/10 m²) e o menor foi o do Sintético 4 (-0,907 kg/10 m²).

Na média dos 3 locais, a estimativa para os parâmetros do modelo, para produção de grãos, apresentou a heterose média (\bar{h}) correspondente a 31,8% da média (μ). Analisando-se de maneira global essa tabela, percebe-se que houve efeito significativo de interação por locais, embora para alguns sintéticos as estimativas tenham se mantido. De maneira geral, também, os valores de capacidade geral de combinação parecem ser mais estáveis do que os de v_j e h . O local mais discrepante foi o ensaio da Caterpillar, onde houve melhores condições edafo-climáticas para o pleno desenvolvimento do potencial genotípico. Comparando-se os resultados de Anhembi e Guaíra há uma certa tendência de, pelo menos, os valores + ou - serem mantidos, sobretudo com relação à capacidade geral de combinação.

Na Tabela 12 estão as estimativas dos parâmetros do modelo correspondentes a altura da planta e da espiga. Nesse caso o interesse reside em se utilizar essas informações para diminuir tanto a altura da planta como da espiga.

4.4. A heterose específica e sua importância na produtividade dos cruzamentos

Como os efeitos de heterose específica foram estatisticamente significativos nas tabelas de análise da variância dos cruzamentos dialélicos, pelo modelo de GARDNER e EBERHART (1966), foi feito o desdobramento dos valores de produção dos 35 melhores cruzamentos em função do modelo matemático:

$$Y_{jj'} = \mu + \frac{1}{2} (v_j + v_{j'}) + \bar{h} + h_j + h_{j'} + s_{jj'}$$

Para os ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar, Anhembi e Agromen, bem como para a média dos três locais, as produtividades decompostas, para os 35 melhores cruzamentos F_1 's estão nas Tabelas 13, 14, 15 e 16, respectivamente. O que é bastante evidente, nessas tabelas, é a forte correlação entre os valores de produção e as estimativas de $s_{jj'}$. Além disso, exceto algumas poucas exceções, os valores de s_{ij} além de altos são todos positivos. Com relação aos valores de v_j e $h_{j'}$ não se percebe uma correspondência clara entre esses efeitos e o nível de produtividade dos cruzamentos. Ou seja, os sintéticos quando cruzados entre si, apresentam valores de heterose específica altos e positivos, pelo menos no terço de cruzamentos mais produtivos. Esse fato é muito raro nos trabalhos de cruzamentos

populacionais em milho, que, em geral, não mostram significância para heterose específica (VENCOVSKY, 1970). Indica ainda que os quinze sintéticos estão num elevado nível de melhoramento genético, com altas frequências gênicas para genes com dominância. Apenas para tornar mais estatísticas essas comparações foram calculados os coeficientes de determinação e de correlação entre produção e os efeitos de variedade (v_j), heterose de variedades (h_j) e heterose específica ($s_{jj'}$) (Tabelas 13 a 16). No ensaio da Caterpillar o único parâmetro importante para explicar os valores de produção dos cruzamentos foi a heterose específica, cujo coeficiente de determinação foi 0,7574. Em Anhembi foi o único local onde, para o grupo de melhores cruzamentos a correlação entre produção e heterose foi baixa. Entretanto, de todos os parâmetros foi o único que apresentou valores positivos em 33 casos (exceção de dois). Talvez isso seja devido às diferenças de adaptação dos sintéticos e seus cruzamentos, ao solo de Anhembi, em relação a condições melhores de fertilidade. Em Guaíra o coeficiente de determinação entre produção e heterose específica foi de 0,5216, com uma correlação de +0,7222. Os resultados ficam ainda mais consistentes quando se considera a Tabela 16, que traz a média dos 3 locais. Novamente o único parâmetro a explicar o nível de produção dos cruzamentos foi a heterose específica, com um coeficiente de determinação de 0,4221 e correlação de +0,6497.

Convém salientar que esses resultados são únicos na literatura em avaliações de populações. Efeitos específicos de heterose apenas são registrados entre dialélicos de linhagens e raramente entre populações, mesmo assim em casos muito específicos e apenas na análise conjunta (VENCOVSKY, 1970).

Em relação aos resultados já obtidos com popu-

lações brasileiras, LIMA (1982) avaliou, em cruzamentos dialélicos, dois grupos de materiais: o grupo I, de grãos dentados, envolvendo as populações de milho do Instituto Agronômico de Campinas derivadas de Asteca, MEB e WP 12; e o grupo II, de grãos duros, derivadas das populações Múltiplos, SRR Duro e Cateto prolífico. Os resultados mostraram apenas efeitos globais significativos para heterose média. Em nenhum caso houve significância estatística da heterose específica, e em apenas um caso, a heterose de variedades foi significativa.

A população ESALQ PB-1 foi obtida a partir da análise do cruzamento dialélicos entre materiais de porte baixo (MIRANDA FILHO, 1974). Nesse trabalho apenas a heterose média mostrou significância estatística, sendo, portanto, não significativos os efeitos de heterose de variedades e heterose específica.

Materiais braquíticos foram avaliados em cruzamentos dialélicos por SOUZA JUNIOR (1981). No ensaio envolvendo a avaliação da produtividade foram significativos, ao nível de 1% de probabilidade, tanto os efeitos de heterose média como de heterose de variedades. A heterose específica foi não significativa para produção de grãos.

Mais recentemente MACHADO (1986) apresenta os resultados da avaliação de 24 populações de milho, subdivididas em dois grupos, um de grãos dentados e outro de grãos duros, com 12 materiais cada. O esquema de dialélicos parciais empregado permitiu uma avaliação conjunta das melhores variedades da ESALQ/USP, do CNPMS/EMBRAPA, do IAPAR, do IAC e da UNICAMP envolve desde os tradicionais compostos brasileiros até populações de porte baixo, introduzidas do CIMMYT (MÔRO *et alii*, 1978). As avaliações foram realizadas em Piracicaba (SP) e Araçatuba (SP) e analisadas pelo modelo de GRIFFING (1956) envolvendo os parâmetros de capacidade geral e específica de

combinação. Nesse trabalho foram obtidos valores de QM para capacidade específicas altamente significativos, tanto nas análises individuais, por locais, como na análise.

Muitas das populações avaliadas por MACHADO (1986) são populações introduzidas do CIMMYT (MÔRO *et alii*, 1981). Dezesesseis populações de milho do CIMMYT haviam sido anteriormente avaliadas em cruzamentos dialélicos juntamente com duas outras populações (total de 18, portanto) envolvendo germoplasma brasileiro (NASPOLINI FILHO *et alii*, 1981). Nesse caso, não houve significância estatística para os efeitos de capacidade específica de combinação. Uma possível explicação para os resultados de MACHADO (1986) é que alguns dos materiais por ele avaliados são sintéticos de linhagens ou populações submetidas a altas intensidades de seleção durante o seu melhoramento.

4.5. Seleção dos melhores cruzamentos e dos melhores sintéticos para uso em programas de melhoramento genético

É conveniente salientar aqui que esse trabalho apresenta os resultados preliminares desse programa de melhoramento genético. Após as 3 gerações de recombinação os sintéticos entraram no programa de obtenção de linhagens, estando, atualmente, na geração S₄. No verão de 1987/88 serão avaliados os "top-cross" com o objetivo de se escolher as melhores linhagens. Durante as gerações de autofecundação alguns fatos ficaram evidentes: (1) A depressão por endogamia nos sintéticos é muito reduzida; (2) A presença de gens deletérios do tipo de alterações de pigmentação, albinismo, enrugamento de folhas e outros defeitos morfológicos é praticamente nula; (3) Os sintéticos 6, 8, 11, 12, 13, 15 e 16 são

de porte elevado e ciclo mais tardio e (4) Na geração S_3 , praticamente as progênies já estavam fenotipicamente uniformes.

Durante as 3 primeiras gerações de autofecundações foi realizada uma intensa seleção para redução do porte da planta e para resistência ao quebramento e acamamento. Além disso, foi feita uma seleção no sentido de se alterar a protandria do material. Atualmente, devido à essa seleção, muitas linhagens apresentam protoginia.

Cada cruzamento F_1 , entre dois sintéticos representa a média dos n possíveis híbridos de linhagens que podem ser obtidos de cada par de sintéticos. Desses resultados é importante identificar quais sintéticos tem mais potencial em cruzamento.

Na Tabela 17 foi feito um resumo dos resultados alcançados, considerando-se apenas os 35 melhores cruzamentos de cada local. Nessa tabela são apresentados alguns cruzamentos e suas respectivas classificações nos três locais e na média dos locais. Embora os efeitos de interações por local tenham sido significativos, muitos cruzamentos tiveram bom comportamento nas quatro classificações. Os sintéticos parentais desses cruzamentos devem ser, portanto, os preferidos como superiores.

Para facilitar a análise dos resultados foram montadas as Tabelas 18, 19, 20 e 21. A Tabela 18 mostra, para cada Sintético, o número de vezes em que ele aparece como parental dos 35 melhores cruzamentos. As Tabelas 19 e 20, um pouco mais detalhadas, apresentam, para cada sintético, os demais parentais com os quais se combina bem, dando os cruzamentos correspondentes. No caso da Tabela 19 são considerados apenas os 20 melhores cruzamentos por local e na média e, na Tabela 20, apenas os 10 melhores cruzamentos. A Tabela 21 é

final, e mostra, para cada sintético, a sua identificação (população de origem) e o número médio de vezes, considerando-se os três locais e a média dos locais, em que participa como formador dos 35, 20 e 10 melhores híbridos.

No cômputo geral, o melhor sintético, no sentido de que está presente como parental maior número de vezes, de cruzamentos com boas capacidades específicas de combinação, é o Sintético 1 e o pior material é o Sintético 5. Analisando-se a Tabela 21, com relação à origem de cada sintético, fica evidente o efeito de uma avaliação para capacidade de combinação prévia das linhagens que entrarão como formadores de sintéticos. Com exceção do Sintético 15, os cinco melhores sintéticos foram formados pela recombinação de linhagens anteriormente avaliadas e selecionadas para capacidade geral ou específica de combinação. No caso dos Sintéticos 1, 3, e 7, formados pela recombinação de híbridos simples de linhagens, parentais de híbridos duplos comerciais, prevalecem efeitos de seleção para capacidade específica. Para o Sintético 14, também originado da recombinação de híbridos simples de linhagens, houve ainda uma posterior seleção para capacidade geral de combinação. Os sintéticos 11 e 13 passaram apenas pela seleção prévia das linhagens para capacidade geral de combinação. Entretanto, mesmo o Sintético 5, que no geral participa em menor número das combinações específicas superiores, entra em algumas combinações excelentes, não podendo assim ser deixado de lado. Além disso, esse sintético apresenta linhagens S₄ muito vigorosas e, provavelmente, devem participar de algumas combinações muito produtivas.

4.6. Melhoramento genético para populações bases em programas de milho híbrido

O esquema de melhoramento genético empregado foge um pouco dos métodos tradicionais de seleção recorrente. Em primeiro lugar ele emprega endogamia, quase até a total homozigose ($S_3 - S_5$, pelo menos). Durante as gerações de obtenção das linhagens é realizada apenas seleção visual, em parcelas de 3 metros. Essa seleção é feita sobretudo para caracteres agronômicos, como altura da planta, inserção da espiga, ciclo, prolificidade, resistência a doenças, acamamento e quebramento do colmo. Uma vez obtida as linhagens elas devem ser avaliadas para capacidade geral ou específica de combinação. As melhores linhagens, em número de 8 - 15 devem ser recombinadas, repetindo-se posteriormente o processo. Trata-se portanto de um esquema de seleção recorrente, onde o controle genealógico é total, não havendo recombinações entre sintéticos, mas apenas entre as melhores linhagens dentro de cada sintético.

Os resultados obtidos parecem comprovar a eficiência dessa metodologia. Contrariamente aos métodos convencionais, a intensidade de seleção é elevada, trabalha-se com um tamanho efetivo reduzido e os sintéticos tendem a ficar pouco produtivos de per si, devido à endogamia que acumulam. Essa endogamia entretanto não parece ser prejudicial, pois é devida a homozigose de genes recessivos, mas não letais ou muito deletérios, os quais foram eliminados durante as gerações sucessivas de autofecundação anteriores.

A não recombinação entre os sintéticos, se corre o risco de reduzir a variabilidade genética a médio e longo prazo, maximiza o controle genético e a diversidade das frequências gênicas, essenciais para que haja heterose especí

fica. Caso haja receio de perda substancial da variabilidade genética, com o correr dos ciclos de seleção, pode se manter as populações base, no banco de germoplasma. É evidente que, em algumas situações pode haver necessidade de recombinações inter-populacionais e nesse caso isso deve ser feito. O ponto central é: durante todos esses anos de melhoramento de milho a preocupação sempre foi a de aumentar a variabilidade genética nas populações, sobretudo pela formação de compostos de variedades. No caso de produção de híbridos essa grande variabilidade traz algumas consequências indesejáveis: as frequências gênicas dos compostos tendem a 1/2, e a alta frequência de genes deletérios, pela recombinação de populações sem melhoramento prévio, dificulta a obtenção de linhas gens. O esquema que estamos propondo apenas objetiva aproveitar essa imensa variabilidade, usando um esquema de endogamia visando a eliminação gradativa dos genes deletérios e a maior diversidade genética.

Uma outra vantagem desse esquema é que ele não envolve ensaios de avaliação. Toda a seleção é feita visualmente pelo próprio melhorista, sobretudo durante as autofecundações manuais e colheita. Com esse esquema há uma melhor familiarização entre o melhorista e suas populações, o que torna o processo ainda mais eficiente.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, as principais conclusões foram:

(1) A metodologia de formação de sintéticos pela recombinação de linhagens elites, foi eficiente para a obtenção de variedades altamente heteróticas em cruzamentos e com elevada produtividade nos cruzamentos F_1 's.

(2) O uso de um número ao redor de 10 linhagens, para a formação de cada sintético, embora tenha causado endogamia nos sintéticos de per si, contribuiu para aumentar a frequência dos genes dominantes, o que resultou em uma participação efetiva da heterose específica como componente da produtividade dos cruzamentos F_1 's.

(3) O controle da genealogia de cada sintético, mantendo-os individualmente, foi eficiente para garantir a elevada heterose nos cruzamentos F_1 's.

(4) O uso de linhagens elites, previamente avaliadas para capacidade de combinação, foi mais eficiente, na obtenção de sintéticos melhores, do que a avaliação das linhagens elites apenas de per si.

6. BIBLIOGRAFIA

- 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.*, 8:97-171.
- GARDNER, C.O., 1965. Teoria de Genética Estatística aplicabe a las medias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. *Fitotecnia Latinoamericana*, 2:11-22.
- GARDNER, C.O. e S.A. EBERHART, 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, 22:439-452.
- GARDNER, C.O. e E. PATERNIANI, 1967. A genetic model used to evaluate the breeding potential of open-pollinated varieties of corn. *Ciência e Cultura*, 19:95-101.
- GERALDI, I.O. e R. VENCOVSKY, 1980. Depressão por endogamia em populações de milho. *Congr. Nac. Milho e Sorgo. Resumos*, p.45.

- GRIFFING, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Jour. Biol. Sci.*, 9:463-493.
- HALLAUER, A.R. e S.A. EBERHART, 1966. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Sci.*, 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.*, 8:448-451.
- LIMA, M., 1982. Análise de cruzamentos intervarietais de milho (*Zea mays* L.) no esquema dialélico parcial. Tese de Doutorado. ESALQ/USP. Piracicaba, 95p.
- LIMA, M.; J.B. MIRANDA FILHO e P. BOLLER GALLO, 1984. Inbreeding depression in Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, 29:203-215.
- MACHADO, A.T., 1986. Avaliação de cruzamentos intervarietais de milho (*Zea mays* L.) utilizando o esquema dialélico parcial incompleto. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba. 121p.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1974. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Tese de Doutorado. ESALQ/USP. 115p.
- MIRANDA FILHO, J.B. e G.P. VIEGAS, 1987. Milho híbrido. in: *Melhoramento e produção de milho* (Eds. E. Paterniani e G.P. Viegas). Vol. I, Cap. VII, Fund. Cargill. 277-340.

- MÔRO, J.R., V. NASPOLINI FILHO, R.T. VIANNA e E.E.G. e GAMA, 1981. Introdução de novos germoplasmas de milho no Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.*, 16(6):867-882.
- NASPOLINI FILHO, V., E.E.G. e GAMA; R.T. VIANNA e J.R. MÔRO, 1981. General and specific combining ability for yield in a diallel cross among 18 maize populations (*Zea mays* L.). *Rev. Bras. de Genética*, IV(4):571-578.
- PATERNIANI, E., 1973. Origem e comportamento de milho Piranão. *Rel. Cient. I. Gen. Piracicaba*, 7:148-155.
- PATERNIANI, E. e J.B. MIRANDA FILHO, 1987. Melhoramento de populações. in: *Melhoramento e produção do milho* (Eds. E. Paterniani e G.P. Viegas). Vol. I, Cap. VI. Fund. Cargill, 217-274.
- ROBINSON, H.F. e C.C. COCKERHAM, 1961. Heterosis and inbreeding depression in populations involving two open-pollinated varieties of maize. *Crop Sci.*, 1:68-71.
- SILVA, J.C., 1969. Estimativa de parâmetros genéticos com especial ênfase à epistasia, em cruzamentos intervarietais de milho. Tese de Mestrado. UF Viçosa. 61p.
- SOUZA JUNIOR, C.L., 1981. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (*Zea mays* L.) braquítico. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba, 102p.

- SMITH, O.S. e J.S.C. SMITH, 1987. Prediction of heterosis using pedigree relationship, biochemical, and morphological data. XXIII Ann. Illinois Corn Breeders School. Un. of Illinois, 1-21.
- TROYER, A.F. e A.R. HALLAUER, 1968. Analysis of a diallel set of early flint varieties of maize. Crop Sci., 8:581-584.
- VENCOVSKY, R., 1970. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Tese de Livre Docente. ESALQ/USP. Piracicaba. 59p.
- VENCOVSKY, R., 1987. Herança quantitativa. in: Melhoramento e produção de milho. (Eds. E. Paterniani e G.P. Viegas). Vol. I, Cap. V. Fund. Cargill. 137-214.
- VIANNA, R.T., E.E.G. GAMA, V. NASPOLINI FILHO, J.R. MÔRO e R. VENCOVSKY, 1982. Inbreeding depression of several introduced populations of maize (*Zea mays* L.). Maydica, 27:151-157.

Tabela 1 - Resumo das análises da variância dos ensaios de avaliação dos quinze sintéticos e seus respectivos cruzamentos F₁'s, em látice 11 x 11, triplo duplicado, realizados em Piracicaba (SP), na Estação Experimental da Caterpillar, em Anhembi (SP), na Estação Experimental de Anhembi e em Guaíra (SP), na Estação Experimental da Agromen. 1983/84.

F a t o r	Produção de grãos (kg/10 m ²) ²			Guaíra - Altura (cm ²)	
	Anhembi	Caterpillar	Guaíra	Planta	Espiga
QM trat. ajustados	3,1358**	5,0311**	2,4378**	1.072,49**	805,10**
QM erro intra-bloco	0,3401	0,8858	0,9331	149,96	95,60
Erro efetivo	0,3786	1,0097	0,9488	155,90	103,65
Eficiência do látice (%)	194,90	164,40	100,19	101,19	107,90
C.V. do látice (%)	13,81	15,72	17,70	5,43	7,71

**Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 2 - Análise da variância dos cruzamentos dialélicos entre 15 sintéticos de milho, pelo modelo de GARDNER e EBERHART (1966). Estação Experimental da Caterpillar¹ e Anhembi², em Piracicaba (SP); da Agromen, em Guaíra³ (SP) e análise conjunta⁴, para produção de grãos (kg/10 m²)². 1983/84.

F.V.	G.L.	QM ¹	QM ²	G.L.	QM ³	QM ⁴
Populações	118	1,2203**	0,6667**	117	0,4113**	0,5152**
Sintéticos	14	0,4490**	1,0620**	14	0,6009**	0,5000**
Heteroses	104	1,3243**	0,6135**	103	0,3856**	0,5172**
Het. média	1	33,6117**	24,4378**	1	9,3641**	25,1760**
Het. varied.	14	1,2242**	0,8617**	14	0,4034**	0,4040**
Het. específ.	89	0,9768**	0,3067**	88	0,2809**	0,2550**
Erro	540	0,1680	0,0631	540	0,1577	0,1247

Tabela 3 - Análise da variância da interação por locais para produção, dos cruzamentos dialélicos entre os quinze sintéticos de milho. 1983/84.

F.V.	G.L.	QM	F
Populações X Locais	236	0,6767	5,42**
Sintéticos X Locais	28	1,0950	8,78**
Heteroses X Locais	208	0,6203	4,98**
Het. Média X Locais	2	10,2191	81,98**
Het. Varied. X Locais	28	1,1190	8,98**
Het. Específ. X Locais	178	0,4339	3,48**
Erro	540	0,1247	-

Tabela 4 - Análise da variância dos cruzamentos dialélicos entre 15 sintéticos de milho, pelo modelo de GARDNER e EBERHART (1966), para altura da planta¹ (cm)² e altura da espiga² (cm)². Estação Experimental da Agromen, em Guaíra (SP). 1983/84.

F.V.	G.L.	QM	F
Populações	117	161,84**	129,00**
Sintéticos	14	678,53**	554,63**
Heteroses	103	91,61**	71,15**
Het. Média	1	925,31**	666,26**
Het. Varied.	14	233,47**	141,21**
Het. Específ.	88	59,57**	53,24**
Erro	540	25,98	17,27

Tabela 5 - Médias ajustadas de produção de grãos (kg/10 m²) de 15 sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores de heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Estação Experimental da Caterpillar, Piracicaba (SP), 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	6,07	7,23	4,96	6,75	7,47	7,27	6,63	6,09	6,49	5,22	5,54	7,88	6,59	7,36	7,78
2	19,1	5,03	7,38	7,61	5,46	4,91	5,18	6,00	6,08	7,59	7,13	8,30	7,06	7,24	-
3	-	45,0	5,09	6,21	6,00	5,83	7,16	6,34	6,11	5,73	7,61	6,00	5,97	6,26	6,83
4	11,1	51,3	22,0	3,26	5,44	5,38	7,49	7,69	5,40	8,06	7,49	6,29	6,36	6,79	6,57
5	5,3	-	-	-	7,09	5,52	7,87	7,12	5,86	6,66	6,43	6,77	6,94	6,29	6,88
6	19,8	-	7,4	-	-	5,43	6,97	7,78	8,42	6,38	7,72	8,76	8,64	5,88	5,86
7	9,2	3,0	40,7	89,1	11,0	28,4	3,96	4,66	5,33	5,63	6,55	3,83	7,02	7,12	8,19
8	-	-	-	17,0	0,4	18,4	-	6,57	6,08	6,43	5,02	5,06	6,52	7,87	6,79
10	6,9	12,1	12,7	-	-	55,1	-	-	5,42	6,47	7,15	7,66	7,04	6,18	5,57
11	-	50,9	12,6	66,9	-	17,5	16,6	-	19,4	4,83	4,83	6,30	6,68	6,66	7,25
12	-	36,9	49,5	43,8	-	42,2	25,7	-	31,9	-	5,21	5,86	7,86	7,20	6,15
13	29,8	65,0	17,9	45,3	-	61,3	-	-	41,3	30,4	12,5	4,33	5,49	6,04	7,15
14	8,6	40,3	17,3	73,3	-	59,1	77,3	-	29,9	38,3	50,9	26,8	3,67	8,02	7,15
15	21,2	43,9	23,0	47,9	-	8,3	55,1	19,8	14,0	37,9	38,2	31,6	74,7	4,59	6,75
16	28,1	-	34,2	47,3	-	7,9	83,6	3,3	2,8	50,1	18,0	60,3	60,3	47,1	4,46

Testemunhas: * IAC 8412 = 6,62
 * Contimax 133 = 6,13
 * Cargill 111 = 6,00

Tabela 6 - Médias ajustadas de produção de grãos (kg/10 m²) de 15 sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores de heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Estação Experimental de Anhembi. Anhembi (SP). 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	2,94	5,40	5,96	4,46	4,92	5,15	5,80	4,82	4,32	5,55	4,80	5,48	5,75	3,45	4,65
2	80,0	3,00	5,58	4,25	3,94	3,18	4,24	4,44	3,76	5,44	4,14	5,61	3,68	3,85	-
3	102,7	86,0	2,54	5,17	4,71	4,24	6,15	5,04	5,44	5,61	5,20	4,88	5,45	5,84	5,07
4	35,2	28,8	56,7	3,30	3,62	3,84	4,32	5,03	4,32	3,66	4,23	4,95	4,59	3,92	3,98
5	31,2	5,1	25,6	-	3,75	4,22	4,73	4,50	4,35	3,21	3,93	5,05	3,89	4,11	4,23
6	37,3	-	13,1	2,4	12,5	3,75	4,32	4,59	4,17	4,92	3,12	4,45	3,68	3,66	4,61
7	92,1	40,4	103,6	30,9	26,1	15,2	3,02	5,20	5,45	4,88	5,23	4,87	4,57	5,20	4,58
8	63,9	48,0	74,4	52,4	20,0	22,4	72,2	2,89	5,39	4,91	4,78	4,39	4,48	6,07	5,34
10	43,5	24,9	80,7	30,9	16,0	11,2	80,5	79,1	3,01	4,36	4,10	4,87	4,70	5,13	4,62
11	72,9	69,5	74,8	10,9	-	31,2	52,0	52,9	35,6	3,21	4,57	4,89	5,70	4,51	4,83
12	63,3	38,0	88,4	28,2	4,8	-	73,2	65,4	36,2	42,4	2,76	4,97	4,10	4,41	4,34
13	36,0	39,2	21,1	22,8	25,3	10,4	20,1	8,9	20,8	21,3	23,3	4,03	4,74	4,49	4,33
14	88,5	20,6	78,7	39,1	3,7	-	49,8	46,9	54,1	77,6	34,4	17,6	3,05	4,93	4,93
15	-	-	45,3	-	2,2	-	29,3	51,0	7,6	12,2	9,7	11,7	-	4,02	2,05
16	22,7	-	33,8	5,0	11,6	21,6	20,8	40,9	21,9	27,4	14,5	7,4	30,1	-	3,79

Testemunhas: • Cargill 111 = 5,03
 • IAC 8412 = 4,98
 • Contimax 133 = 4,69

Tabela 7 - Médias ajustadas de produção de grãos (kg/10 m²) de 15 sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores de heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Estação Experimental da Agromen. Guaíra (SP). 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	4,38	4,75	5,80	5,94	6,22	5,78	5,93	5,54	5,60	6,57	6,22	6,80	5,53	5,44	5,54
2	-	4,82	5,50	5,41	4,82	4,87	5,41	5,63	5,25	4,70	5,73	5,18	6,20	5,65	-
3	10,90	5,20	5,23	5,57	5,48	5,20	6,30	4,71	5,86	6,48	5,57	-	6,65	5,72	6,54
4	35,60	12,20	6,50	3,88	5,06	5,74	5,42	6,02	5,85	6,74	5,13	5,86	5,48	5,51	5,14
5	15,20	-	1,50	-	5,40	5,26	5,70	4,87	5,04	5,36	5,18	5,88	5,78	5,83	5,57
6	25,40	1,00	-	24,50	-	4,61	5,82	6,04	5,46	4,87	4,97	6,17	6,32	5,78	5,81
7	35,40	12,20	20,50	28,70	5,60	26,20	4,21	5,32	6,34	4,91	4,97	5,67	5,93	6,02	5,72
8	0,50	2,20	-	9,20	-	9,60	-	5,51	5,85	6,44	5,68	5,43	6,56	6,77	6,73
10	20,90	8,90	12,00	26,30	-	17,90	3,70	6,20	4,63	5,49	4,91	5,85	6,29	6,35	5,28
11	41,60	-	23,90	45,30	-	4,90	5,80	16,90	18,30	4,64	5,23	5,11	5,64	6,01	6,42
12	42,00	18,90	6,50	22,40	-	7,80	18,00	3,10	6,00	12,70	4,19	4,65	5,10	4,76	4,12
13	35,70	3,40	-	17,00	8,90	23,20	13,20	-	16,80	2,00	-	5,01	5,45	5,81	5,00
14	26,20	28,60	27,20	34,60	7,00	37,10	40,80	19,00	35,80	21,60	21,70	9,40	4,07	6,31	6,31
15	-	1,60	2,90	-	4,90	3,90	8,30	21,80	14,20	8,10	-	4,50	13,50	5,56	4,04
16	-	-	16,40	-	-	3,40	1,80	19,70	-	14,20	-	-	12,30	-	5,62

Testemunhas: • Cargill 111 = 6,01
 • Contimax 133 = 5,72
 • IAC 8412 = 5,41

Tabela 8 - Médias ajustadas de produção de grãos (kg/10 m²) de 15 sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores de heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Média de 3 locais: Guaíra, Anhembi e Piracicaba. 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	4,34	6,12	6,13	5,77	6,29	6,25	6,49	5,70	5,54	6,16	5,72	6,86	6,36	5,22	6,04
2	41,00	4,21	6,45	5,74	4,86	4,30	5,11	5,49	5,02	6,22	5,63	6,62	5,47	5,47	-
3	41,20	53,20	4,07	5,94	5,60	5,22	6,92	5,68	6,14	6,30	6,31	-	6,32	6,37	6,29
4	32,90	36,30	45,90	3,69	4,73	5,01	5,74	6,35	5,32	5,85	5,62	5,76	5,63	5,34	5,25
5	18,40	-	5,50	-	5,31	5,14	6,15	5,61	5,25	4,89	5,19	6,09	5,45	5,42	5,58
6	33,00	-	11,10	6,60	-	4,70	5,71	6,13	5,91	5,66	5,01	6,33	5,91	5,05	5,60
7	49,50	21,40	70,00	55,50	15,80	21,50	3,80	5,50	6,07	5,46	4,21	5,18	5,89	6,30	6,15
8	20,80	16,30	20,30	34,50	5,50	29,90	16,50	4,72	6,10	6,07	5,44	5,17	5,88	7,18	6,48
10	27,60	17,60	43,80	24,60	-	25,70	42,10	29,20	4,27	5,52	5,41	6,21	6,07	6,10	5,39
11	41,90	46,70	48,60	38,00	-	20,40	28,80	28,60	29,30	4,24	5,16	5,69	6,38	5,79	6,23
12	31,80	33,70	55,00	41,90	-	6,60	6,30	15,20	26,70	21,70	3,96	5,50	5,63	5,56	5,08
13	46,90	41,70	-	23,30	14,70	34,70	10,90	9,50	33,00	21,80	17,70	4,67	5,48	5,57	5,56
14	46,50	29,90	55,30	46,90	2,60	25,70	55,00	22,90	42,10	50,50	42,20	17,30	3,71	6,46	6,23
15	7,20	12,30	30,80	11,30	2,10	3,70	29,40	47,70	25,20	18,90	14,20	14,40	32,60	4,87	3,91
16	28,0	-	33,30	11,20	5,10	18,60	30,30	37,30	14,20	32,00	7,60	17,80	32,00	-	4,72

Testemunhas: • Cargill 111 = 5,68
 • Continax 133 = 5,51
 • IAC 8412 = 5,67

Tabela 9 - Médias ajustadas de altura da planta (cm) de quinze sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores de heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Estação Experimental da Agromen, em Guaíra (SP). 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	224	227	229	217	225	231	237	232	241	248	235	237	240	247	241
2	-	233	222	233	227	232	235	232	228	249	223	235	240	236	-
3	-	-	234	208	217	223	227	209	233	228	227	-	231	237	242
4	-	-	-	201	197	213	202	216	225	222	215	226	224	227	235
5	0,4	-	-	-	207	226	227	220	239	235	221	222	243	232	233
6	3,1	-	-	1,4	7,6	210	235	177	231	243	233	235	224	230	226
7	5,8	0,8	-	0,5	9,7	11,9	168	222	242	242	227	235	231	234	234
8	0,9	-	-	-	-	-	-	230	230	237	226	233	233	232	238
10	6,2	-	-	-	5,3	1,8	6,6	-	227	243	232	233	245	238	237
11	1,6	2,0	-	-	-	-	-	-	-	244	247	229	242	252	253
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	235	245	225	234	227
13	3,9	0,8	-	-	-	3,1	3,1	1,3	1,7	-	4,2	228	232	246	235
14	5,3	3,0	-	-	6,6	-	1,3	1,3	7,4	-	-	1,7	228	242	241
15	4,2	-	-	-	-	-	-	-	0,4	3,3	-	3,8	2,1	237	237
16	2,5	-	3,0	-	-	-	-	1,3	0,8	3,7	-	-	2,5	-	235

Tabela 10 - Médias ajustadas de altura da espiga (cm) de quinze sintéticos de milho e seus respectivos cruzamentos F₁'s (parte superior da diagonal) e valores da heterose, em porcentagem do pai maior (na parte inferior da diagonal). Estação Experimental de Agromen, em Guaíra (SP). 1983/84.

Sintéticos	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
1	127	129	137	120	127	136	122	137	138	169	140	137	142	150	141
2	-	136	126	132	132	133	132	135	134	147	127	136	137	136	-
3	1,5	-	135	109	121	125	126	115	135	133	134	-	135	138	142
4	-	-	-	109	104	116	108	119	130	126	123	131	130	130	112
5	-	-	-	-	112	127	131	125	140	137	127	127	140	137	132
6	7,1	-	-	0,9	10,4	115	136	87	130	142	136	129	128	133	131
7	-	-	-	-	17,0	18,3	84	130	145	142	128	138	134	134	137
8	3,8	-	-	-	-	-	-	132	134	137	129	134	135	133	142
10	7,0	-	-	0,8	8,5	0,8	12,4	1,5	129	144	137	137	148	138	137
11	15,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	146	147	131	140	151	149
12	2,9	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7	136	144	132	138	130
13	7,0	-	-	2,3	-	0,8	7,8	1,5	6,2	-	5,9	128	130	143	133
14	11,8	0,7	-	2,3	10,2	0,8	5,5	2,3	14,7	-	-	1,6	127	142	143
15	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	3,6	2,9	138	138
16	2,9	-	3,6	-	-	-	-	3,6	-	2,0	-	-	4,4	-	137

Tabela 11 - Estimativas dos valores de: média (μ), heterose média (\bar{h}), efeito de variedades (v_j), heterose de variedades (h_j), de acordo com o modelo de análise de cruzamentos dialélicos de GARDNER e EBERHART (1966) e da capacidade geral de combinação ($g_j = v_j/2 + h_j$), dos cruzamentos dialélicos entre quinze sintéticos de milho, para o caráter produção de grãos ($\text{kg}/10 \text{ m}^2$). 1983/84.

Sintéticos	Caterpillar (SP)			Anhembí (SP)			Guaíra (SP)			Média dos 3 locais		
	v_j	h_j	g_j	v_j	h_j	g_j	v_j	h_j	g_j	v_j	h_j	g_j
1	+1,071	-0,476	+0,059	-0,332	+0,510	+0,344	-0,401	+0,426	+0,225	-0,008	+0,335	+0,331
2	+0,027	+0,118	+0,131	-0,275	-0,111	-0,248	+0,032	-0,382	-0,366	-0,132	-0,135	-0,201
3	+0,085	-0,356	-0,313	-0,734	+1,095	+0,728	+0,443	-0,004	+0,217	-0,272	+0,571	+0,435
4	-1,746	+0,953	+0,080	+0,027	-0,364	-0,350	-0,907	+0,419	-0,034	-0,653	+0,153	-0,173
5	+2,087	-1,179	-0,135	+0,480	-0,662	-0,422	+0,612	-0,512	-0,206	+0,970	-0,798	-0,313
6	+0,434	+0,003	+0,220	+0,486	-0,760	-0,517	-0,170	+0,017	-0,068	+0,352	-0,414	-0,238
7	-1,041	+0,301	-0,219	-0,246	+0,481	+0,358	-0,576	+0,343	+0,055	-0,544	+0,315	+0,043
8	+1,569	-1,017	-0,232	-0,380	+0,505	+0,315	+0,728	-0,142	+0,222	+0,380	-0,002	+0,188
10	+0,418	-0,412	-0,203	-0,260	+0,136	+0,006	-0,152	+0,130	+0,054	-0,071	+0,013	-0,022
11	-0,166	-0,115	-0,198	-0,064	+0,198	+0,166	-0,143	+0,168	+0,096	-0,107	+0,134	+0,080
12	+0,214	-0,101	+0,006	-0,512	+0,027	-0,229	-0,594	-0,202	-0,499	-0,379	-0,184	-0,373
13	-0,670	+0,252	-0,083	+0,762	-0,143	+0,238	+0,224	-0,164	-0,052	+0,327	-0,008	+0,155
14	-1,326	+1,038	+0,375	-0,220	+0,134	+0,024	-0,710	+0,708	+0,353	-0,636	+0,534	+0,216
15	-0,415	+0,452	+0,244	+0,751	-0,626	-0,250	+0,776	-0,282	+0,106	+0,395	-0,238	-0,040
16	-0,541	+0,539	+0,268	+0,517	-0,420	-0,161	+0,837	-0,523	-0,104	+0,378	-0,276	-0,087
	$\mu = 5,002$			$\mu = 3,271$			$\mu = 4,782$			$\mu = 4,352$		
	$\bar{h} = 1,604$			$\bar{h} = 1,364$			$\bar{h} = 0,378$			$\bar{h} = 1,384$		

Tabela 12 - Estimativa dos valores de: média (μ), heterose média (\bar{h}), efeito de variedades (v_j), heterose de variedades (h_j), de acordo com o modelo de análise de cruzamentos dialélicos de GARDNER e EBERHART (1966) e da capacidade geral de combinação ($g_j = v_j/2 + h_j$), dos cruzamentos dialélicos entre quinze sintéticos de milho, para altura da planta (cm) e altura da espiga (cm). Guaíra (SP). 1983/84.

Sintéticos	Altura da planta (cm)			Altura da espiga (cm)		
	v_j	h_j	g_j	v_j	h_j	g_j
1	+ 1,33	+ 3,08	+ 3,74	+ 0,67	+ 4,30	+ 4,63
2	+10,50	- 3,49	+ 1,76	+ 9,83	- 4,26	+ 0,65
3	+11,33	-11,40	- 5,73	+ 9,00	- 9,05	- 4,55
4	-22,00	- 2,56	-13,56	-16,83	- 4,94	-13,35
5	-15,32	+ 2,35	- 5,31	-14,33	+ 2,79	- 4,37
6	-12,00	+ 0,01	- 5,99	-11,00	- 0,35	- 5,85
7	-54,00	+26,70	- 0,55	-41,83	+19,36	- 1,55
8	+ 7,17	-11,24	- 7,65	+ 6,50	- 8,78	- 5,53
10	+ 4,67	+ 2,31	+ 4,64	+ 3,17	+ 3,20	+ 4,78
11	+21,33	-37,79	-27,12	+19,83	+ 0,10	+10,01
12	+12,17	- 7,72	- 1,63	+ 9,83	- 4,31	+ 0,60
13	+ 5,50	+ 0,08	+ 2,83	+ 2,33	- 0,05	+ 1,11
14	+ 5,50	+ 1,38	+ 4,13	+ 1,50	+ 3,20	+ 3,95
15	+12,16	+ 0,81	+ 6,89	+10,65	+ 1,04	+ 6,36
16	+12,16	+34,45	+43,53	+10,67	-11,39	- 3,08
		$\mu = 222,94$			$\mu = 126,11$	
		$\bar{h} = 8,38$			$\bar{h} = 7,11$	

Tabela 13 - Decomposição dos valores de produção dos 36 melhores F_1 's, em efeitos de $(\mu + \bar{h})$, $\frac{1}{2} v_j$ e $s_{jj'}$, para o ensaio de avaliação de cruzamentos dialélicos realizado na Estação Experimental da Caterpillar, em Piracicaba (SP). 1983/84.

	Cruzamento	Produção	$\mu + \bar{h}$	$\frac{1}{2} v_j$	$\frac{1}{2} v_{j'}$	h_j	$h_{j'}$	$s_{jj'}$
1	6 x 13	8.760	6.606	+ 217	- 335	+ 3	+ 252	+2017
2	6 x 14	8.640	6.606	+ 217	- 663	+ 3	+1038	+1439
3	6 x 10	8.420	6.606	+ 217	+ 209	+ 3	- 412	+1797
4	2 x 13	8.300	6.606	+ 13	- 335	+ 118	+ 252	+1645
5	7 x 16	8.190	6.606	- 520	- 270	+ 301	+ 539	+1535
6	4 x 11	8.060	6.606	- 873	- 83	- 953	- 115	+1572
7	14 x 15	8.020	6.606	- 663	- 207	+1038	+ 452	+ 794
8	1 x 13	7.880	6.606	+ 535	- 335	- 476	+ 252	+1297
9	5 x 7	7.870	6.606	+1043	- 520	-1179	+ 301	+1619
10	8 x 15	7.870	6.606	+ 784	- 207	-1017	+ 452	+1252
11	12 x 14	7.860	6.606	+ 107	- 663	- 101	+1038	+ 873
12	1 x 16	7.780	6.606	+ 535	- 270	- 476	+ 539	+ 846
13	6 x 8	7.780	6.606	+ 217	+ 784	+ 3	-1017	+1186
14	6 x 12	7.720	6.606	+ 217	+ 107	+ 3	- 101	+ 888
15	4 x 8	7.690	6.606	- 873	+ 784	+ 953	-1017	+1236
16	10 x 13	7.660	6.606	+ 209	- 335	- 412	+ 252	+1340
17	2 x 4	7.610	6.606	+ 13	- 873	+ 118	+ 953	+ 792
18	3 x 12	7.610	6.606	+ 42	+ 107	- 356	- 101	+1311
19	2 x 11	7.590	6.606	+ 13	- 83	+ 118	- 115	+1050
20	4 x 12	7.490	6.606	- 873	+ 107	+ 953	- 101	+ 798
21	4 x 7	7.490	6.606	- 873	- 520	+ 953	+ 301	+1023
22	1 x 5	7.470	6.606	+ 535	+1043	- 476	-1179	+ 940
23	2 x 3	7.380	6.606	+ 13	+ 42	+ 118	- 356	+ 956
24	1 x 15	7.360	6.606	+ 535	- 207	- 476	+ 452	+ 450
25	1 x 6	7.270	6.606	+ 535	+ 217	- 476	+ 3	+ 384
26	11 x 16	7.250	6.606	- 83	- 270	- 115	+ 539	+ 573
27	2 x 15	7.240	6.606	+ 13	- 207	+ 118	+ 452	+ 258
28	1 x 2	7.230	6.606	+ 535	+ 13	- 476	+ 118	+ 433
29	12 x 15	7.200	6.606	+ 107	- 207	- 101	+ 452	+ 343
30	3 x 7	7.160	6.606	+ 42	- 520	- 356	-1179	+2567
31	14 x 16	7.150	6.606	- 663	- 270	+1038	+ 539	- 99
32	13 x 16	7.150	6.606	- 335	- 270	+ 252	+ 539	+ 358
33	10 x 12	7.150	6.606	+ 209	+ 107	- 412	- 101	+ 741
34	2 x 12	7.130	6.606	+ 13	+ 107	+ 118	- 101	+ 386
35	5 x 8	7.120	6.606	+1043	+ 784	-1179	-1017	+ 882
36	7 x 15	7.120	6.606	- 520	- 207	+ 301	+ 452	+ 489
Coeficiente de correlação entre produção e:				+0,0366	-0,0647	+0,0800	+0,0299	+0,8703
Coef. de determinação (r^2):				0,0013	0,0042	0,0064	0,0009	0,7574

Tabela 14 - Decomposição dos valores de produção dos 35 melhores F₁'s, em efeitos de $(\mu + \bar{h})$, $\frac{1}{2} v_j$ e $s_{jj'}$, para o ensaio de avaliação de cruzamentos dialélicos realizado na Estação Experimental de Anhembi, em Anhembi (SP). 1983/84.

	Cruzamento	Produção	$\mu + \bar{h}$	$\frac{1}{2} v_j$	$\frac{1}{2} v_{j'}$	h_j	$h_{j'}$	$s_{jj'}$
1	3 x 7	6.150	4.635	- 367	- 123	+1095	+ 481	+ 429
2	8 x 15	6.070	4.635	- 190	+ 375	+ 505	- 626	+1350
3	1 x 3	5.960	4.635	- 166	- 367	+ 510	+1095	+ 253
4	3 x 15	5.840	4.635	- 367	+ 375	+1095	- 626	+ 727
5	1 x 7	5.800	4.635	- 166	- 123	+ 510	+ 481	+ 463
6	1 x 14	5.750	4.635	- 166	- 110	+ 510	+ 134	+ 747
7	11 x 14	5.700	4.635	- 32	- 110	+ 198	+ 134	+ 875
8	3 x 11	5.610	4.635	- 367	- 32	+1095	+ 198	+ 81
9	2 x 13	5.610	4.635	- 137	+ 381	- 111	- 143	+ 985
10	2 x 3	5.580	4.635	- 137	- 367	- 111	+1095	+ 464
11	1 x 11	5.550	4.635	- 166	- 32	+ 510	+ 198	+ 405
12	1 x 13	5.480	4.635	- 166	+ 381	+ 510	- 143	+ 263
13	7 x 10	5.450	4.635	- 123	- 130	+ 481	+ 505	+ 451
14	3 x 14	5.450	4.635	- 367	- 111	+1095	+ 134	+ 63
15	2 x 11	5.440	4.635	- 137	- 32	- 111	+ 198	+ 886
16	3 x 10	5.440	4.635	- 367	- 130	+1095	+ 136	+ 71
17	1 x 2	5.400	4.635	- 166	- 137	+ 510	- 111	+ 669
18	8 x 10	5.390	4.635	- 190	- 130	+ 505	+ 136	+ 434
19	6 x 16	5.340	4.635	- 190	+ 258	+ 505	- 420	+ 551
20	7 x 12	5.230	4.635	- 123	- 256	+ 481	+ 27	+ 466
21	3 x 12	5.200	4.635	- 367	- 256	+1095	+ 27	+ 66
22	7 x 8	5.200	4.635	- 123	- 190	+ 481	+ 505	- 108
23	7 x 15	5.200	4.635	- 123	+ 375	+ 481	- 626	+ 457
24	3 x 4	5.170	4.635	- 367	+ 13	+1095	- 364	+ 157
25	1 x 6	5.150	4.635	- 166	+ 243	+ 510	- 760	+ 688
26	10 x 15	5.130	4.635	- 130	+ 375	+ 136	- 626	+ 739
27	5 x 13	5.050	4.635	+ 240	+ 381	- 662	- 143	+ 599
28	3 x 8	5.040	4.635	- 137	- 190	+1095	+ 505	- 867
29	4 x 8	5.030	4.635	+ 13	- 190	- 364	+ 505	+ 430
30	12 x 13	4.970	4.635	- 256	+ 381	+ 27	- 143	+ 326
31	4 x 12	4.950	4.635	+ 13	- 256	- 364	+ 27	+ 894
32	14 x 15	4.930	4.635	- 111	+ 375	+ 134	- 626	+ 521
33	14 x 16	4.930	4.635	- 111	+ 258	+ 134	- 420	+ 432
34	1 x 5	4.920	4.635	- 166	+ 240	+ 510	- 662	+ 362
35	6 x 11	4.920	4.635	+ 243	- 32	- 760	+ 198	+ 636
Coeficiente de correlação entre produção e:				-0,4155	-0,1746	+0,3958	+0,3166	+0,2611
Coef. de determinação (r ²):				0,1726	0,0305	0,1567	0,1002	0,0682

Tabela 15 - Decomposição dos valores de produção dos 36 melhores F₁'s, em efeitos de $(\mu + \bar{h})$, $\frac{1}{2} v_j$ e s_{jj} , para o ensaio de avaliação de cruzamentos dialélicos realizados na Estação Experimental da Agromen, em Guaíra (SP). 1983/84.

	Cruzamento	Produção	$\mu + \bar{h}$	$\frac{1}{2} v_j$	$\frac{1}{2} v_j'$	h_j	h_j'	s_{jj}
1	1 x 13	6.800	5.160	- 200	+ 112	+ 426	- 164	+1466
2	4 x 11	6.740	5.160	- 453	- 71	+ 419	+ 168	+1518
3	3 x 14	6.650	5.160	+ 221	- 355	- 4	+ 708	+ 919
4	1 x 11	6.570	5.160	- 200	- 71	+ 426	+ 168	+1088
5	3 x 16	6.540	5.160	+ 221	+ 258	- 4	- 523	+1427
6	3 x 11	6.480	5.160	+ 221	- 71	- 4	+ 168	+1006
7	11 x 16	6.420	5.160	- 71	+ 258	+ 168	- 523	+1428
8	10 x 15	6.350	5.160	- 76	+ 388	+ 130	- 282	+1030
9	7 x 10	6.340	5.160	- 288	- 76	+ 343	+ 130	+1071
10	6 x 14	6.320	5.160	- 85	- 355	+ 17	+ 708	+ 875
11	14 x 15	6.310	5.160	- 355	+ 388	+ 708	- 164	+ 573
12	14 x 16	6.310	5.160	- 355	+ 258	+ 708	- 523	+1061
13	3 x 7	6.300	5.160	+ 221	- 288	- 4	+ 343	+ 867
14	10 x 14	6.290	5.160	- 76	- 355	+ 130	+ 708	+ 723
15	1 x 5	6.220	5.160	- 200	+ 306	+ 426	- 512	+1040
16	1 x 12	6.220	5.160	- 200	- 297	+ 426	- 202	+1335
17	2 x 14	6.200	5.160	+ 16	- 355	- 382	+ 708	+1053
18	6 x 13	6.170	5.160	- 85	+ 112	+ 17	- 164	+1130
19	6 x 8	6.040	5.160	- 85	+ 364	+ 17	- 142	+ 726
20	7 x 15	6.020	5.160	- 288	+ 388	+ 343	- 282	+ 699
21	4 x 8	6.020	5.160	- 453	+ 364	+ 419	- 142	+ 672
22	11 x 15	6.010	5.160	- 71	+ 388	+ 168	- 164	+ 529
23	1 x 4	5.940	5.160	- 200	- 453	+ 426	+ 419	+ 589
24	1 x 7	5.930	5.160	- 288	- 355	+ 343	+ 708	+ 360
25	5 x 13	5.880	5.160	+ 306	+ 112	- 512	- 164	+ 978
26	4 x 13	5.860	5.160	- 453	+ 112	+ 419	- 164	+ 786
27	10 x 13	5.850	5.160	- 76	+ 112	+ 130	- 164	+ 688
28	4 x 10	5.850	5.160	- 453	- 76	+ 419	+ 130	+ 670
29	5 x 15	5.830	5.160	+ 306	+ 388	- 512	- 282	+ 770
30	6 x 7	5.820	5.160	- 85	- 288	+ 17	+ 343	+ 673
31	13 x 15	5.810	5.160	+ 112	+ 388	- 164	- 164	+ 478
32	6 x 16	5.810	5.160	- 85	+ 258	+ 17	- 523	+ 982
33	1 x 3	5.800	5.160	- 200	+ 221	+ 426	- 4	+ 197
34	5 x 14	5.780	5.160	+ 306	- 355	- 512	+ 708	+ 473
35	1 x 6	5.780	5.160	- 200	- 85	+ 426	+ 17	+ 462
36	4 x 6	5.740	5.160	- 453	- 85	+ 419	+ 17	+ 682
Coeficiente de correlação entre produção é:				0,0787	-0,0860	+0,1912	+0,0428	+0,7222
Coef. de determinação (r ²):				0,0062	0,0074	0,0365	0,0018	0,5216

Tabela 16 - Decomposição dos valores de produção dos 37 melhores F₁'s, em efeitos de $(\mu + \bar{h})$, $\frac{1}{2} v_j$ e $s_{jj'}$, para média de produção dos 3 locais. 1983/84.

	Cruzamento	Produção	$\mu + \bar{h}$	$\frac{1}{2} v_j$	$\frac{1}{2} v_{j'}$	h_j	$h_{j'}$	$s_{jj'}$
1	8 x 15	7.180	5.736	+ 190	+ 197	- 2	- 238	+1296
2	3 x 7	6.920	5.736	- 136	- 272	+ 571	+ 315	+ 706
3	1 x 13	6.860	5.736	- 4	+ 163	+ 335	- 8	+ 637
4	2 x 13	6.620	5.736	- 66	+ 163	- 135	- 8	+ 929
5	1 x 7	6.490	5.736	- 4	- 272	+ 335	+ 315	+ 380
6	8 x 16	6.480	5.736	+ 190	+ 189	- 2	- 276	+ 643
7	14 x 15	6.460	5.736	- 318	+ 197	+ 534	- 238	+ 548
8	2 x 3	6.450	5.736	- 66	- 136	- 135	+ 571	+ 480
9	11 x 14	6.380	5.736	- 53	- 318	+ 134	+ 534	+ 347
10	3 x 15	6.370	5.736	- 136	+ 197	+ 571	- 238	+ 239
11	1 x 14	6.360	5.736	- 4	- 318	+ 335	+ 534	+ 77
12	4 x 8	6.350	5.736	- 326	+ 190	+ 153	- 2	+ 599
13	6 x 13	6.330	5.736	+ 176	+ 163	- 414	+ 134	+ 534
14	3 x 14	6.320	5.736	- 136	- 318	+ 571	+ 534	- 67
15	3 x 12	6.310	5.736	- 136	- 189	+ 571	- 184	+ 512
16	3 x 11	6.300	5.736	- 136	- 53	+ 571	+ 134	+ 48
17	7 x 15	6.300	5.736	- 272	+ 197	+ 315	- 238	+ 561
18	1 x 5	6.290	5.736	- 4	+ 485	+ 335	- 798	+ 539
19	3 x 16	6.290	5.736	- 136	+ 189	+ 571	- 276	+ 206
20	1 x 6	6.250	5.736	- 4	+ 176	+ 335	- 414	+ 421
21	11 x 16	6.230	5.736	- 53	+ 189	+ 134	- 276	+ 500
22	14 x 16	6.230	5.736	- 318	+ 189	+ 534	- 276	+ 365
23	2 x 11	6.220	5.736	- 66	- 53	- 135	+ 134	+ 604
24	10 x 13	6.210	5.736	- 35	+ 163	+ 13	+ 134	+ 199
25	1 x 11	6.160	5.736	- 4	- 53	+ 335	+ 134	+ 12
26	5 x 7	6.150	5.736	+ 485	- 272	- 798	+ 315	+ 684
27	7 x 16	6.150	5.736	- 272	+ 189	+ 315	- 276	+ 458
28	3 x 10	6.140	5.736	- 136	- 35	+ 571	+ 13	- 8
29	6 x 8	6.130	5.736	+ 176	+ 190	- 414	- 2	+ 444
30	1 x 3	6.130	5.736	- 4	- 136	+ 335	+ 571	- 372
31	1 x 2	6.120	5.736	- 4	- 66	+ 335	- 135	+ 254
32	10 x 15	6.100	5.736	- 35	+ 197	+ 13	- 238	+ 427
33	8 x 10	6.100	5.736	+ 190	- 35	- 2	+ 13	+ 198
34	5 x 13	6.090	5.736	+ 485	+ 163	- 798	- 8	+ 511
35	10 x 14	6.070	5.736	- 35	- 318	+ 13	+ 534	+ 140
36	8 x 11	6.070	5.736	+ 190	- 53	- 2	+ 134	+ 65
37	7 x 10	6.070	5.736	- 272	- 35	+ 315	+ 13	+ 313
Coeficiente de correlação entre produção e:				-0,0546	+0,0327	+0,1467	+0,0038	+0,6497
Coef. de determinação (r ²):				0,0030	0,0011	0,0215	0,0000	0,4221

Tabela 17 - Classificação relativa dos melhores cruzamentos F₁'s entre os quinze sintéticos de milho nos ensaios realizados na Estação Experimental da Caterpillar, Anhembi e Guaíra (em Guaíra - SP). 1983/84.

Cruzamentos	Caterpillar	Anhembi	Guaíra	Média dos 3 locais
1 x 2	28	17	-	31
1 x 3	-	3	33	30
1 x 5	22	34	15	18
1 x 6	25	25	35	20
1 x 7	-	5	24	5
1 x 11	-	11	4	25
1 x 13	8	12	1	3
1 x 14	-	6	-	11
2 x 3	23	10	-	8
2 x 11	19	15	-	23
2 x 13	4	9	-	4
3 x 7	30	1	13	2
3 x 10	-	16	-	28
3 x 11	-	8	6	16
3 x 12	18	21	-	15
3 x 14	-	14	3	14
3 x 15	-	4	-	10
3 x 16	-	-	5	19
4 x 8	15	-	21	12
5 x 7	9	-	-	26
5 x 13	-	27	25	34
6 x 8	13	-	19	29
6 x 13	1	-	18	13
7 x 10	-	13	9	37
7 x 15	36	23	20	17
7 x 16	5	-	-	27
8 x 10	-	18	-	33
8 x 11	-	-	-	36
8 x 15	10	2	-	1
8 x 16	-	19	-	6
10 x 13	16	-	27	24
10 x 14	38	-	14	35
10 x 15	-	26	8	32
11 x 14	-	7	-	9
11 x 16	26	-	7	21
14 x 15	7	32	11	7
14 x 16	31	33	12	22

Tabela 18 - Número de vezes que cada sintético participa como parental dos 35 melhores cruzamentos F₁'s, nos ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar (Piracicaba-SP), Anhembi (Anhembi-SP), Agromen (Guaíra-SP) e na média dos 3 locais. 1983/84.

Sintéticos	Caterpillar	Anhembi	Guaíra	Média dos 3 locais	\bar{X}
1	6	8	8	8	7,5
2	7	4	1	4	4,0
3	3	10	5	9	6,75
4	4	3	5	1	3,25
5	3	1	4	3	2,75
6	6	2	6	3	4,25
7	5	6	6	6	5,75
8	4	7	2	6	4,75
10	3	3	5	6	4,25
11	3	6	5	6	5,0
12	7	4	1	1	3,25
13	5	4	6	5	5,0
14	5	5	8	6	6,0
15	6	4	6	5	5,25

Tabela 19 - Número de vezes que cada sintético participa como parental (n) e os respectivos cruzamentos dos 20 melhores F₁'s, nos ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar (Piracicaba-SP), Anhembi (Anhembi-SP) e Agromen (Guaíra-SP) e média dos 3 locais.

Sintéticos	Caterpillar	Anhembi	Guaíra	Média dos 3 locais	\bar{X}
1x	13;16 (2)	3;7;14;11;2; 13 (6)	13;11;5; 12 (4)	13;7;14;5; 6 (5)	4,25
2x	13;4;11 (3)	13;3;11;1 (4)	14 (1)	13;3 (2)	2,5
3x	12 (1)	7;1;15;11;2; 14;10 (7)	14;16;11; 7 (4)	7;2;15;14;12; 11;16 (7)	4,5
4x	11;8;2;12 (4)	-	11 (1)	8 (1)	1,5
5x	7 (1)	-	1 (1)	1 (1)	0,75
6x	13;14;10;8; 12 (5)	-	14;13;8 (3)	13;1 (2)	2,5
7x	16;5 (2)	3;1;10;12 (4)	10;3;15 (3)	3;1;15 (3)	3,0
8x	15;6;4 (3)	15;10;16 (3)	6 (1)	15;16;4 (3)	2,5
10x	6;13 (2)	7;3;8 (3)	15;7;14 (3)	-	2,0
11x	4;2 (2)	14;3;1;2 (4)	4;1;3;16 (4)	14;3 (2)	2,75
12x	14;6;3;4 (4)	7 (1)	1 (1)	3 (1)	1,75
13x	6;2;1;10 (4)	2;1 (2)	1;6 (2)	1;2;6 (3)	2,75
14x	6;15;12 (3)	1;11;3 (3)	3;6;15;16; 10;2 (6)	15;11;1;3 (4)	4,0
15x	14;8 (2)	8;3 (2)	10;14;7 (3)	8;14;3;7 (4)	2,75
16x	7;1 (2)	8 (1)	3;11;14 (3)	8;3 (2)	2,0

Tabela 20 - Número de vezes que cada sintético participa como parental e os respectivos cruzamentos, com a sua classificação (n) entre os 10 melhores F₁'s, nos ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar (Piracicaba-SP), Anhembi (Anhembi-SP) e Agromen (Guaíra-SP) e média dos 3 locais. 1983/84.

Sintéticos	Caterpillar	Anhembi	Guaíra	Média dos 3 locais	\bar{X}
1x	13 (8)	3(3);7(5);14(6)	13(1);11(4)	13(3);7(5)	2,0
2x	13(4)	13(9);3(10)	-	13(4);3(8)	1,25
3x	-	7(1);1(3);15(4); 11(8);2(10)	14(3);16(5); 11(6)	7(2);2(8);15(10)	2,75
4x	11(6)	-	11(2)	-	0,5
5x	7(9)	-	-	-	0,25
6x	13(1);14(2); 10(3)	-	14(10)	-	0,75
7x	16(5);5(9)	3(1);1(5)	10(9)	3(2);1(5)	1,75
8x	15(10)	15(2)	-	15(1);16(6)	1,0
10x	6(3)	-	15(8);7(9)	-	0,75
11x	4(6)	14(7);3(8)	4(2);1(4); 3(6);16(7)	14(9)	2,0
12x	-	-	-	-	-
13x	6(1);2(4);1(8)	2(9)	1(1)	1(3)	1,5
14x	6(2);15(7)	1(6);4(7)	3(3);6(10)	15(7);11(9)	2,0
15x	14(7);8(10)	8(2);3(4)	10(8)	8(1);14(7);3(10)	2,0
16x	7(5)	-	3(5);11(7)	8(6)	1,0

Tabela 21 - Número médio de vezes que cada sintético participa, como parental, dos 35, 20 e 10 melhores F₁'s nos ensaios realizados nas Estações Experimentais da Caterpillar (Piracicaba-SP), Anhembi (Anhembi-SP) e Agromen (Guaíra-SP) e na média dos 3 locais. 1983/84.

Sintéticos	Identificação da população de origem	35 melhores cruzamentos	20 melhores cruzamentos	10 melhores cruzamentos
1	Composto HS-1	7,5	4,25	2,0
3	Composto Híbrido Simples Dentado (CHSD)	6,75	4,5	2,75
14	CHSF selecionado para CGC com CHSD	6,00	4,0	2,0
7	CHSD braquítico	5,75	3,0	1,75
15	Composto ESALQ VF-1	5,25	2,75	2,0
11	Composto A selecionado para CGC com CHSD	5,00	2,75	2,0
13	Composto A selecionado para CGC com CHSF	5,00	2,75	1,5
8	Composto A	4,75	2,5	1,0
2	Centralmex	4,0	2,5	1,25
6	Composto B	4,25	2,5	0,75
10	CHSD selecionado para CGC com CHSF	4,25	2,0	0,75
16	Composto ESALQ VD-2	4,0	2,0	1,0
4	Composto Híbrido Simples Flint (CHSF)	3,25	1,5	0,5
12	Composto selecionado para CGC com CHSD	3,25	1,75	-
5	Composto ESALQ PB-1	2,75	0,75	0,25
Média		4,78	2,63	1,3