

**AFONSO CELSO CANDEIRA VALOIS**  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO  
Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental.

**EFEITO DA SELEÇÃO MASSAL ESTRATIFICADA EM DUAS  
POPULAÇÕES DE MILHO [*Zea mays*, L.] E NA HETEROSE  
DOS SEUS CRUZAMENTOS.**

Orientador : Prof. Dr. Roland Vencovsky

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

**P I R A C I C A B A**  
Est. de São Paulo - Brasil  
1 9 7 3

Aos meus

pais,

tias

e

irmãos

O F E R E Ç O

À memória de minha avó

D E D I C O

## A G R A D E C I M E N T O S

Nesta oportunidade o autor expressa os seus agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do presente trabalho, e mais as seguintes pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky, pela orientação segura, incentivo e amizade, que foram decisivos no êxito desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Almiro Blumenschein, pelas facilidades concedidas como Diretor do Instituto de Genética da E. S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. João Rubens Zinsly, como responsável pelos trabalhos iniciais de melhoramento e experimentação que serviram de suporte para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pelas sugestões e críticas construtivas na realização do trabalho.

A direção do Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental (IPEAAOc), com sede em Manaus - AM, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

Ao Prof. Dr. Vivaldo Francisco da Cruz, pela direção da computação eletrônica dos dados experimentais.

Ao Prof. José Branco de Miranda Filho (M.S.), e ao Sr. Ayrton Razera, pelo auxílio na coleta de dados experimentais e nos cálculos estatísticos, respectivamente.

E finalmente, aos Srs. Antônio Neves da Silva e José Broglio pela colaboração na datilografia e impressão do trabalho.

# Í N D I C E

	Página
. LISTA DAS TABELAS . . . . .	VI
. LISTA DOS GRÁFICOS E FIGURA . . . . .	VIII
. LISTA DO APÊNDICE . . . . .	IX
1. INTRODUÇÃO . . . . .	1
2. REVISÃO DE LITERATURA . . . . .	3
2.1. <u>Seleção Recorrente</u> . . . . .	3
2.2. <u>Heterose e Seleção</u> . . . . .	10
3. MATERIAL . . . . .	14
4. MÉTODOS . . . . .	21
4.1. <u>Instalação de Experimentos</u> . . . . .	21
4.2. <u>Obtenção dos dados</u> . . . . .	22
4.3. <u>Estatísticas</u> . . . . .	22
4.3.1. Correção da unidade dos grãos . . . . .	23
4.3.2. Correção da produção para número de plantas . . . . .	23
4.3.3. Análise preliminar . . . . .	24
4.3.3.1. Individual . . . . .	24
4.3.3.2. Conjunta . . . . .	24
4.3.4. Análise Genética . . . . .	25
4.3.4.1. Modelos Estatístico-Genéticos . . . . .	25
4.3.4.2. Análise Fatorial . . . . .	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .	34
5.1. <u>Progresso dentro de cada população</u> . . . . .	34
5.2. <u>Efeito da seleção sobre as heteroses</u> . . . . .	35
5.3. <u>Efeito da seleção sobre a produção dos híbridos</u> . . . . .	37
5.4. <u>Discussão Geral</u> . . . . .	38

	Página
6. RESUMO E CONCLUSÕES . . . . .	42
7. SUMMARY AND CONCLUSIONS . . . . .	44
8. BIBLIOGRAFIA . . . . .	46
• REPRESENTAÇÃO DOS SÍMBOLOS . . . . .	54

LISTA DAS TABELAS

pag.

- 1 . Análise da variância da produção média em kg/10 m<sup>2</sup> das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais e seus cruzamentos em vários ciclos de seleção massal estratificada. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . . 55
  
- 2 . Análise da variância da produção média em kg/10 m<sup>2</sup>, dos cruzamentos entre as populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais nos vários ciclos de seleção. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . . 56
  
- 2.1. Produção média dos híbridos em kg/ha e respectivos valores da heterose, resultantes dos intercruzamentos dos vários ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista (DP) e Minas Gerais (MG). Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições). 0, 1, 3, 5 correspondem aos ciclos de seleção massal. . . . . 57
  
- 3 . Produção em kg/ha das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . . 58
  
- 4 . Produção em kg das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção, expressando os totais

	pag.
de tratamentos por experimento, corrigidos para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas por parcela. Piracicaba 1970 (20 repetições); São Si- mão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repe- tições) . . . . .	59
4.1. Análise conjunta da variância dos dados mencionados na Tabela 4. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . .	60
4.2. Análise conjunta da variância com médias dos dados mencionados na Tabela 4. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboti- cabal 1973 (6 repetições) . . . . .	60

LISTA DOS GRÁFICOS E FIGURA

pag.

- GRÁFICO 1 . Produção de grãos em ton./ha das populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais, e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção massal estratificada. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . . 61
- GRÁFICO 2 . Efeitos heteróticos para produção de grãos em kg/ha dos intercruzamentos nos diversos ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . 62
- FIGURA 1 . Representação dos progressos para produção de grãos em ton./ha nos vários ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições) . . . . . 63



LISTA DO APÊNDICE

	pag.
5 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1970. . .	64
6 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1970. . .	65
7 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice simples 5 x 5. Piracicaba 1970 . . . .	66
8 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1973 . .	67
9 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. São Simão 1970 . .	68
10 . Pêso dos grãos, expresso em $\text{kg}/10 \text{ m}^2$ , corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Jaboticabal 1973 .	69

## 1. INTRODUÇÃO

No processo de melhoramento em que são utilizadas as duas populações simultaneamente, uma das finalidades consiste na obtenção do cruzamento entre elas com o objetivo de se aproveitar os efeitos heteróticos. Existem evidências de que, à medida que as populações vão sendo melhoradas, seus híbridos tendem também a ser cada vez mais produtivos e agronomicamente melhores. Mas, estes resultados podem apresentar limitações, desde que as populações inicialmente escolhidas não apresentem médias de produções elevadas, bem como, uma estrutura genética adequada para que um progresso considerável possa ser alcançado por ocasião da seleção. Outra limitação pode advir do esquema de seleção adotado.

O esquema de seleção recorrente é um procedimento comumente utilizado em programas de melhoramento de milho onde genótipos selecionados a partir de populações heterogêneas são inter cruzados para produzirem novas populações segregantes, a serem utilizadas no próximo ciclo de seleção.

Vários têm sido os casos em que o melhorista produz híbridos de variedades melhoradas de milho, cujas características são superiores ao híbrido das respectivas variedades originais, isto porque a seleção intrapopulacional tende a se refletir na média do cruzamento ou híbrido das populações. Tais resultados, porém, não devem ser generalizados pois a seleção intrapopulacional não exerce controle sobre a heterose. Esse controle, no entanto, é exercido pelas seleções do tipo recíproco.

Desse modo, o presente trabalho procura mostrar como uma seleção intrapopulacional praticada em duas populações de milho pode afetar o comportamento dos híbridos interpopulacionais ao longo dos ciclos de seleção. A seleção aplicada foi do tipo massal estratificada, tendo sido realizados cinco ciclos na variedade de milho Dente Paulista e tres no Cateto Minas Gerais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de uma melhor compreensão a presente revisão foi desmembrada nos seguintes tópicos: Seleção Recorrente e Heterose e Seleção.

### 2.1. Seleção Recorrente

A seleção recorrente, sugerida por JENKINS (1940), tem sido empregada em programas de melhoramento do milho e baseia-se no fato de que as populações são reconstituídas após cada ciclo de seleção, por meio de recombinação. SPRAGUE (1956), cita quatro sub-divisões do método acima, referindo-se a:

- a) . Seleção Recorrente Fenotípica ou Simples ;
- b) . Seleção Recorrente para Capacidade Geral de Combinação ;
- c) . Seleção Recorrente para Capacidade Específica de Combinação ;
- d) . Seleção Recorrente Recíproca.

As tres primeiras são intrapopulacionais, enquanto que a seleção recorrente recíproca é uma forma interpopulacional de seleção.

A seleção recorrente fenotípica pode ser empregada no estudo de caracteres com alta herdabilidade, e que por isso mesmo, sofram pouca influência ambiental e sejam em grande parte, devidos a efeitos gênicos aditivos. Os primeiros dados deste método de melhoramento foram apresentados por SPRAGUE e BRIMHALL (1950) e SPRAGUE, MILLER e BRIMHALL (1952), citados por SPRAGUE (1956), onde ambos os estudos referem-se à percentagem de óleo em grãos de milho. Após o emprego de vários ciclos de seleção recorrente uma considerável porção de variabilidade original ainda persistia indicando que uma continuada seleção pode ser efetiva.

A seleção massal é também uma forma de seleção recorrente fenotípica onde há o controle de apenas um dos progenitores. Na seleção recorrente fenotípica, da maneira como é feita, os paternais são controlados. A seleção massal tem se mostrado efetiva em modificar caracteres de alta herdabilidade em milho conforme SMITH (1909), citado por LONNQUIST (1967). No início do presente século ela foi tida como vantajosa no melhoramento da produção de variedades adaptadas, de acordo com SPRAGUE (1955).

A efetividade de uma seleção no melhoramento

da produção de uma população de milho depende da presença da variância genética aditiva para produção. HULL (1945), referindo-se a trabalhos anteriores, atribuiu as falhas das seleções massal e espiga por fileira para a produção de milho, como sendo falta da variância genética aditiva nas populações. Ele concluiu que naqueles trabalhos as variâncias genéticas não aditivas (dominantes e epistáticas), foram mais largamente utilizadas e que o processamento empregado nas práticas de seleção não era o ideal, justificando assim, o não aproveitamento do método com relação à produção.

PATERNIANI (1967), referindo-se à seleção massal, afirmou que este método, como foi praticado no início deste século, era completamente ineficiente para aumentar a produção de grãos, embora o tenha sido para caracteres pouco influenciados pelo meio ambiente. Mencionou que as causas da não eficácia para o caráter citado podem ser às seguintes:

- a) . dificuldade na identificação de genótipos superiores;
- b) . rigorosa seleção em populações pequenas;
- c) . polinização completamente não controlada;
- d) . falta da variância genética aditiva. (HULL, 1945)

COMSTOCK e ROBINSON (1948), mostraram o uso de certos sistemas de cruzamento em milho, importantes na derivação dos componentes da variância genética. Um número de estudos, usando estes sistemas de cruzamento, tem sido reportado

em trabalhos de ROBINSON et al (1955), LINDSEY et al (1962), LONNQUIST et al (1966), WILLIAMS et al (1965), COMPTON et al (1965) e GOODMAN (1965). Estes estudos geralmente revelam a presença de uma considerável quantidade de variância genética aditiva para produção.

LONNQUIST e MCGILL (1956), utilizando o método de seleção massal em quatro variedades sintéticas de milho, obtiveram um ganho médio de 9% em quatro ciclos de seleção. LONNQUIST (1960 e 1964), com objetivo de tornar o método mais eficiente para estudos de caracteres quantitativos como produção, modificou-o, sendo que o mesmo passou a ser chamado de seleção massal "estratificada", cujo processamento foi citado por ZINSLY (1968).

GARDNER (1961), relatou os resultados obtidos por meio da seleção massal estratificada na variedade de milho "Hays Golden". O estudo foi desenvolvido em duas amostras, sendo uma irradiada com neutrons térmicos e a outra não irradiada. Para a amostra não irradiada os dados refletem um ganho no rendimento do grão de 22,8% em quatro ciclos de seleção, apresentando um ganho médio de 3,9% por geração. A amostra irradiada apresentou um aumento no rendimento do grão de 7,8% do primeiro para o segundo ciclo, e 16,6% do terceiro para o quarto, sendo que este último ciclo apresentou uma superioridade de 20,2% em comparação com a variedade original, com relação à produção de grãos.

LONNQUIST (1967), realizando cinco gerações de seleção massal para produtividade e baseando-se em prolificidade (mais de uma espiga por planta), na variedade "Hays Golden", encontrou um ganho médio de produção por ciclo igual a 6,28%. O autor comentou que a grande efetividade da seleção onde o principal fator foi a prolificidade, deveu-se à alta intensidade de seleção praticada, como também, à alta herdabilidade do caráter acima mencionado.

ZINSLY (1968), empregando a seleção massal estratificada, em quatro populações de milho, mostrou a eficiência do método para aumentar a produtividade do grão, e que em populações bastante variáveis esse método pode ser de certa validade, pelo menos nos primeiros ciclos de seleção.

ZUBER et al (1971), trabalhando com dois sintéticos de milho que eles denominaram de C e S, e realizando dez ciclos de seleção massal estratificada visando resistência à lagarta da espiga (Heliothis zea), encontraram efetividade do processo de melhoramento empregado. O sintético C apresentou uma percentagem de redução do ataque da lagarta que variou de 80,8% na 2ª geração a 58,7% na 10ª, mostrando uma percentagem de redução de espigas atacadas na base de 2,76% por geração. Já no sintético S o ataque oscilou de 64,5% na 1ª geração a 35,9% na 10ª, apresentando uma média de redução de ataque de 2,81% por geração. Apesar das percentagens de redução serem quase as mesmas por geração, os autores



ênfâtizaram que o sintético S apresentou um maior nível de resistência.

A seleção recorrente para capacidade geral de combinação está relacionada com efeitos gênicos aditivos. Envolve um contínuo uso de populações heterozigóticas relativamente estáveis. Resultados deste processo de seleção foram apresentados por SPRAGUE e BRIMHALL (1950) e LONNQUIST (1951). Os dados dos primeiros autores mostram que um ciclo de seleção foi efetivo no aumento da produção de grãos de milho em aproximadamente 7 bushels\* por acre. O segundo autor apresentou dados de um ciclo de seleção de dois sintéticos de baixa e alta produções, que foram provenientes de linhagens S<sub>1</sub> da variedade de milho Krug, conforme LONNQUIST (1949). Já a seleção recorrente para capacidade específica de combinação que foi sugerida por HULL (1945), visa o aproveitamento de efeitos gênicos não aditivos. SPRAGUE e TATUM (1942), referindo-se a estes dois esquemas de seleção, demonstraram suas importâncias como fontes de variação entre cruzamentos simples, onde as ações gênicas podem ser responsáveis pela heterose.

COMSTOCK, ROBINSON e HARVEY (1949), com o objetivo de utilizar ao máximo as capacidades geral e específica de combinações, propuzeram uma forma interpopulacional de sele

\* Um bushel corresponde a 27, 215 kg.

ção que eles denominaram de seleção recorrente recíproca, onde são utilizadas duas populações. Este método de melhoramento apresenta uma grande vantagem para o melhorista que é a de possibilitar o controle sobre a heterose do cruzamento inter-varietal, fato este que não pode ser observado nos tipos de seleção intrapopulacionais existentes.

PATERMIANI (1970), comentou que o método proposto acima era geneticamente correto, pois, permitia aproveitar ao máximo as ações gênicas envolvidas na produtividade, isto é, as ações aditiva, dominante e sobredominante, mas, que o mesmo não teve grande aceitação devido às dificuldades práticas na execução. Comentou ainda que COLLIER (1959) e PENNY et al (1963), indicaram ser o método eficiente, muito embora o progresso não tenha sido tão grande como o esperado. O mesmo autor, após as considerações acima, apresentou dois esquemas modificados de seleção recorrente recíproca que foram: seleção recorrente recíproca baseada em famílias de meios irmãos e seleção recorrente recíproca com plantas prolíficas; no sentido de tornar o método mais eficiente.

Entretanto, SPRAGUE (1967) comentou que a seleção recorrente recíproca poderia ser tida como de máxima eficiência se a sobredominância ou o tipo de epístase dominante x dominante fossem de considerável importância.

SCHWELL (1961) apresentou algumas críticas ao

uso da seleção recorrente recíproca dizendo que ao contrário da proposição original, o método só utilizava a capacidade geral de combinação.

CRESS (1966) apresentou um estudo teórico de um conjunto de comparações em que examinou os possíveis sistemas de cruzamentos, utilizando duas populações de milho. Este autor tomou a seleção recorrente recíproca como base, porque esta, segundo outros trabalhos, apresentava um potencial máximo de progresso. Verificou que este método é tão eficiente quanto a seleção intrapopulacional, mas, apresenta um progresso de seleção mais lento. CRESS (1967), utilizando o método Monte Carlo citado por GILL (1965), estudou o efeito da seleção recorrente recíproca em populações simuladas. Concluiu que para um máximo de progresso, a diversidade genética entre as populações paternas não é necessária, e que não deve ser levada muito em consideração, pois, devido a esta diversidade um alelo pode ter uma frequência igual a um em uma população e igual a zero na outra. Com isto, não haverá progresso na seleção recorrente recíproca, neste loco.

## 2.2. Heterose e Seleção

EAST (1936) postulou que o mecanismo da hereditabilidade em milho envolvia um conjunto de alelos múltiplos em que os genótipos heterozigóticos possíveis em um loco dado

eram superiores a quaisquer dos genótipos homozigóticos. HULL (1945) postulou que os genes condicionadores da produção de grãos em milho exibiam sobredominância. Enquanto estas duas propostas não são idênticas, elas têm em comum o conceito da superioridade do heterozigoto em relação ao homozigoto dos melhores genótipos de uma população.

ROBINSON et al (1955) trabalhando com as variedades Jarvis, Weekley e Indian Chief, mostraram a existência de considerável variância genética aditiva para produção nas variedades estudadas.

DOUGLAS et al (1961) apresentaram uma avaliação de tres ciclos de seleção recorrente recíproca em um programa de melhoramento de milho no Texas (Estados Unidos), onde foram usadas as variedades Ferguson's Yellow Dent e Yellow Surecropper. Os resultados indicaram a eficiência do método de seleção utilizado, e mostraram teoricamente, que teria sido possível melhorar ainda mais o rendimento, bem como, outros caracteres das variedades estudadas, em ciclos mais avançados.

LONNQUIST (1961) trabalhando com cinco populações de milho e realizando tres ciclos de seleção recorrente para capacidade geral de combinação e efetuando os respectivos intercruzamentos, não encontrou variação da heterose. Igualmente, MOLL e ROBINSON (1967) utilizando as variedades

Jarvis e Indian Chief e desenvolvendo vários cruzamentos em gerações avançadas, também encontraram uma heterose constante.

THOMAS e GRISSON (1961) reportaram os resultados de dois ciclos de seleção recorrente recíproca em milho pipoca. Os dados indicam que a seleção foi eficiente no melhoramento simultâneo do rendimento médio em grãos das populações, do nível de expansão dos grãos e da resistência ao acamamento.

MOLL e ROBINSON (1966) aplicando o método de seleção recorrente recíproca nas populações de milho Indian Chief e Jarvis por tres ciclos, verificaram ser o mesmo relativamente eficiente. Após a realização dos cruzamentos entre os respectivos ciclos, verificaram que a heterose aumentou do primeiro para o segundo ciclo e decaiu no terceiro. Os autores atribuíram esta inconsistência à interação genótipo x ambiente, apresentada.

PATERNIANI (1969) utilizou as populações de milho Dente Paulista e Piramex, realizando tres ciclos de seleção pelo método "seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos". Efetuando os cruzamentos entre as duas populações, em cada ciclo de seleção, este autor verificou que a heterose aumentou com a seleção. A heterose em relação à media dos pais variou de 106,3% a 119,6% , enquanto que em relação ao pai mais produtivo foi de 103,2% a 115,5%. Os maiores valo-

res alcançados foram oriundos dos cruzamentos provenientes do terceiro ciclo de seleção.

PATERNIANI (1971) empregando a seleção recorrente recíproca com plantas prolíficas, e trabalhando com as populações de milho Dentado Composto e Flint Composto originais e de primeiro ciclo de seleção juntamente com os respectivos cruzamentos, encontrou pouca variação da heterose; em relação à média dos pais esta foi de 103,1% nos cruzamentos originais, e de 103,8% nos correspondentes ao primeiro ciclo. Em relação ao pai mais produtivo os valores apresentados foram de 100,2% e 96,9%, respectivamente.

### 3. MATERIAL

O material utilizado para o desenvolvimento do presente estudo foi o que se segue:

#### Dente Paulista

É uma população sintética, formada pelo cruzamento natural do Cateto com milho dentado amarelo introduzido dos Estados Unidos há cerca de 50 a 100 anos atrás. Foi cultivado pelos lavradores do Estado de São Paulo até a difusão do milho híbrido. Possui grande variabilidade quanto à produção e características da planta, (ZINSLY, 1968).

#### Dente Paulista SM I

Correspondente ao 1º ciclo de seleção massal estratificada.

#### Dente Paulista SM II

Correspondente ao 2º ciclo de seleção massal estratificada.

Dente Paulista SM III

Correspondente ao 3º ciclo de seleção massal estratificada.

Dente Paulista SM IV

Correspondente ao 4º ciclo de seleção massal estratificada.

Dente Paulista SM V

Correspondente ao 5º ciclo de seleção massal estratificada.

Minas Gerais

É representante da raça Cateto, e como tal, possui grãos duros de coloração laranja-intensa. Foi cultivado pelos Índios Tupis antes do descobrimento do Brasil. Como o Dente Paulista, foi muito cultivado pelos lavradores até a difusão do milho híbrido. É um milho de interesse imediato para o melhoramento, pois, a maioria dos híbridos existentes atualmente no mercado brasileiro possui na sua constituição, linhagens de Cateto, (ZINSLY, 1968).

Minas Gerais SM I

Correspondente ao 1º ciclo de seleção massal estratificada.



Minas Gerais SM II

Correspondente ao 2º ciclo de seleção massal estratificada.

Minas Gerais SM III

Correspondente ao 3º ciclo de seleção massal estratificada.

Dente Paulista O. x Minas Gerais O.

Cruzamento do Dente Paulista Original com Minas Gerais Original.

Dente Paulista SM I x Minas Gerais O.

Cruzamento do Dente Paulista do 1º ciclo de seleção massal com Minas Gerais Original.

Dente Paulista SM III x Minas Gerais O.

Cruzamento do Dente Paulista do 3º ciclo de seleção massal com Minas Gerais Original.

Dente Paulista SM V x Minas Gerais O.

Cruzamento do Dente Paulista do 5º ciclo de seleção massal com Minas Gerais Original.

Dente Paulista O. x Minas Gerais SM I

Cruzamento do Dente Paulista Original com Minas Gerais do 1º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM I x Minas Gerais SM I

Cruzamento do Dente Paulista do 1º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 1º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM III x Minas Gerais SM I

Cruzamento do Dente Paulista do 3º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 1º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM V x Minas Gerais SM I

Cruzamento do Dente Paulista do 5º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 1º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista O. x Minas Gerais SM III

Cruzamento do Dente Paulista Original com Minas Gerais do 3º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM I x Minas Gerais SM III

Cruzamento do Dente Paulista do 1º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 3º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM III x Minas Gerais SM III

Cruzamento do Dente Paulista do 3º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 3º ciclo de seleção massal.

Dente Paulista SM V x Minas Gerais SM III

Cruzamento do Dente Paulista do 5º ciclo de seleção massal com Minas Gerais do 3º ciclo de seleção massal.

O processo de seleção massal estratificada utilizado no presente estudo foi iniciado no ano agrícola 1963/64, conforme ZINSLY (1968), quando foi seguido o método sugerido por LONNQUIST (1960 e 1964).

Naquele ano, as populações Dente Paulista e Minas Gerais sofreram o primeiro ciclo de seleção, trabalho este que teve sequência nos anos subsequentes. Na população Minas Gerais o último ciclo conseguido foi no ano de 1966, enquanto que no Dente Paulista, por terem sido realizados cinco ciclos de seleção, os estudos prolongaram-se até 1968. A intensidade de seleção aplicada nas duas populações foi de 20% por ciclo.

No ano de 1969 as populações, nos seus diferentes estágios de seleção foram intercruzadas em um sistema dialélico parcial, originando os híbridos interpopulacionais já descritos. A Tabela A mostra o esquema dos cruzamentos efetuados.

TABELA A - Esquema dos cruzamentos utilizados para a obtenção dos vários híbridos entre as variedades DP (Dente Paulista) e MG (Minas Gerais). 0, 1, 2, 3, 4, 5 referem-se aos ciclos de seleção massal.

DP \ MG	0	1	2	3
0	*	*		*
1	*	*		*
2				
3	*	*		*
4				
5	*	*		*

Este sistema parcial de intercruzamento foi escolhido por ter sido julgado suficiente para investigar as variações da heterose e do comportamento dos híbridos com a seleção. Dessa maneira, os híbridos oriundos dos segundo e quarto ciclos no Dente Paulista e segundo ciclo de seleção no Minas Gerais, não foram incluídos no estudo das heteroses, o que possibilitou a presença dos vinte e dois tratamentos que fazem parte do trabalho. Deve-se ressaltar que os ciclos de seleção massal estratificada processados nas duas populações, bem como, os vários intercruzamentos efetuados foram conduzidos pelo Dr. J.R. Zinsly (Departamento de Genética, E.S.A. "Luiz de Queiroz"-Universidade de São Paulo).

No ano agrícola 1969/1970, os vinte e dois tratamentos juntamente com tres testemunhas (Dente Paulista Original, Híbrido Ag - 17, Híbrido H 6999 - B), foram ensaiados da seguinte maneira:

Na região de Piracicaba, Estado de São Paulo, foram instalados tres látices 5 x 5, sendo dois balanceados (seis repetições cada), e um simples. Em São Simão, também no Estado de São Paulo, um outro látice balanceado 5 x 5 foi instalado. Os ensaios deste ano foram conduzidos pelo Doutor R. Vencovsky (Departamento de Genética, ESALQ-USP).

O material utilizado no presente trabalho consistiu dos dados obtidos dos ensaios descritos no ítem anterior, bem como, de dados adicionais coletados conforme exposto a seguir.

## 4. MÉTODOS

### 4.1. Instalação de Experimentos

No ano agrícola 1972/1973, dois látices balanceados 5 x 5 foram conduzidos, sendo um em Piracicaba e outro em Jaboticabal, Estado de São Paulo. Estes, somados ao trabalho efetuado em 1969/1970, perfazem um total de trinta e duas repetições.

Em todos os seis experimentos cada linha de plantio com 10 metros de comprimento serviu como parcela. O espaçamento utilizado foi de 0,40 metros entre covas dentro de cada linha por 1 metro entre linhas, o que condicionou a utilização em condições normais de 50 plantas úteis por parcela, logo, 50.000 plantas por hectare. Por ocasião do semeio foram colocadas tres sementes por cova de aproximadamente 10 centímetros de profundidade. Após o desbaste que foi feito aos vinte e cinco dias depois do plantio, foram deixadas duas plantas por cova. Como bordadura, foram plantadas tres fileiras do milho Centralmex ao redor dos experimentos. Deve-se

ressaltar que os dados colhidos no ano agrícola 1972/1973, foram bastante prejudicados pelas condições ecológicas adversas ocorridas, principalmente, os advindos de Jaboticabal.

#### 4.2. Obtenção dos dados

Para o estudo do caráter produção de grãos, todos os experimento aqui descritos foram utilizados. Antes da colheita, foram feitas as contagens da sobrevivência final de plantas em todas as parcelas, para fins de correção das produções de campo. Na colheita, as espigas de cada tratamento dentro de cada repetição por experimento foram reunidas e pesadas separadamente, sendo utilizadas todas as plantas úteis por parcela. Nesta ocasião, de cada tratamento foram retiradas amostras dos grãos que serviram para o conhecimento da umidade por ocasião da colheita; para isto, foi utilizado um aparelho Steinlite modelo 400 G.

#### 4.3. Estatísticas

Os esquemas da variância empregados nos estudos do caráter acham-se nas Tabelas 1, 2, 4.1 e 4.2.

## 4.3.1. Correção da umidade dos grãos

Com conhecimento da umidade por ocasião da colheita, as produções foram corrigidas para uma umidade constante de 15,5% para todos os tratamentos, utilizando-se a fórmula:

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

onde: P = peso ~~de campo~~ corrigido para 15,5% de umidade.

P<sub>c</sub> = peso de campo observado.

U = umidade observada.

(1-0,155) = fator relativo à matéria seca quando a umidade é de 15,5%.

## 4.3.2. Correção da produção para número de plantas

Todas às análises foram feitas considerando-se o "stand" ideal de 50 plantas por parcela cujas correções foram efetuadas com o emprego da fórmula de ZUBER (1942), que pode ser empregada para tal fim quando o número de falhas por parcela não ultrapasse a 20%. A fórmula é:

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



onde: PCC = pêsos de campo corrigido.  
Pc = pêsos de campo observado.  
H = número ideal de plantas por parcela.  
F = número de falhas.

Esta fórmula leva em consideração que 0,7 da produção média para cada planta falhada é adicionado à produção, e que 0,3 da sua produção é recuperado pelo aumento de produtividade das plantas vizinhas.

#### 4.3.3. Análise preliminar

##### 4.3.3.1. Individual

Cada experimento foi analisado individualmente seguindo-se os esquemas em látice para o caráter em estudo (produção de grãos). As médias oriundas dos ensaios cuja eficiência do látice não ultrapassou de 110%, ~~foram~~ foram ajustadas para efeitos do terreno.

##### 4.3.3.2. Conjunta

Para o caráter em estudo, foi realizada a análise conjunta dos dados coletados, segundo os métodos apresentados por COCHRAN e COX (1957).

#### 4.3.4. Análise Genética

Após a análise da variância dos dados segundo o esquema dos experimentos (em látice), procurou-se investigar melhor a variação ocorrida entre os tratamentos (populações e híbridos interpopulacionais). Isto foi feito desdobrando-se a soma de quadrados de tratamentos. Procurou-se também estudar os parâmetros genéticos envolvidos.

##### 4.3.4.1. Modelos Estatístico-Genéticos

O desdobramento da soma de quadrados de tratamentos foi realizado inicialmente segundo modelos estatístico-genéticos representativos dos estudos aqui realizados. Para tanto, foram usados os seguintes modelos descritivos das médias de cada tratamento, com excessão das testemunhas:

$$\begin{aligned}
 A_0 &= \mu_A \\
 A_1 &= \mu_A + GA \\
 A_2 &= \mu_A + 2 GA \\
 A_3 &= \mu_A + 3 GA \\
 A_4 &= \mu_A + 4 GA \\
 A_5 &= \mu_A + 5 GA \\
 B_0 &= \mu_B \\
 B_1 &= \mu_B + GB \\
 B_2 &= \mu_B + 2 GB
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B_3 &= u_B + 3 G_B \\
A_0 B_0 &= 1/2 (u_A + u_B) + h_{00} \\
A_1 B_0 &= 1/2 (u_A + u_B) + 1/2 G_A + h_{10} \\
A_3 B_0 &= 1/2 (u_A + u_B) + 3/2 G_A + h_{30} \\
A_5 B_0 &= 1/2 (u_A + u_B) + 5/2 G_A + h_{50} \\
A_0 B_1 &= 1/2 (u_A + u_B) + 1/2 G_B + h_{01} \\
A_1 B_1 &= 1/2 (u_A + u_B) + 1/2 G_A + 1/2 G_B + h_{11} \\
A_3 B_1 &= 1/2 (u_A + u_B) + 3/2 G_A + 1/2 G_B + h_{31} \\
A_5 B_1 &= 1/2 (u_A + u_B) + 5/2 G_A + 1/2 G_B + h_{51} \\
A_0 B_3 &= 1/2 (u_A + u_B) + 3/2 G_B + h_{03} \\
A_1 B_3 &= 1/2 (u_A + u_B) + 1/2 G_A + 3/2 G_B + h_{13} \\
A_3 B_3 &= 1/2 (u_A + u_B) + 3/2 G_A + 3/2 G_B + h_{33} \\
A_5 B_3 &= 1/2 (u_A + u_B) + 5/2 G_A + 3/2 G_B + h_{53}
\end{aligned}$$

Nestes modelos tem-se que:

$A_0 = u_A$  : representa a média esperada da população original  
Dente Paulista

$A_n$  : representa a média esperada desta população após  
 $n$  ciclos de seleção massal.

$B_0 = u_B$  : representa a média esperada da população original  
Minas Gerais.

$B_n$  : representa a média esperada desta população após  
 $n$  ciclos de seleção massal.

- $G_A$  : representa o progresso médio por ciclo de seleção no Dente Paulista.
- $G_B$  : representa o progresso médio por ciclo de seleção no Minas Gerais.
- Hoo : representa a heterose inicial manifestada pelo híbrido Dente Paulista Original x Minas Gerais Original.
- hij : representa a heterose manifestada pelo híbrido oriundo do cruzamento entre Dente Paulista (após i ciclos de seleção massal) e Minas Gerais (após j ciclos de seleção Massal).

Com o emprego do método dos quadrados mínimos (STEEL e TORRIE, 1960), foram estimados os progressos médios da seleção nas duas populações, bem como, investigada a variação das heteroses oriundas dos cruzamentos efetuados.

O teste de validade do modelo foi feito através da soma de quadrados (SQ) dos desvios que possuem seis graus de liberdade, e foi obtido por:

$$\sum Y^2 = \text{SQ (parâmetros, modelo completo)}$$

sendo:

$$\sum Y^2 = \hat{A}_0^2 + \hat{A}_1^2 + \dots + \hat{B}_0^2 + \hat{B}_1^2 + \dots + \hat{A}_0\hat{B}_0^2 + \hat{A}_1\hat{B}_0^2 + \dots + \hat{A}_5\hat{B}_3^2,$$

ou seja, igual a soma das 22 médias observadas, elevadas ao quadrado.

Os testes da significância dos parâmetros obedeceram ao sistema dos modelos reduzidos. Assim, para testar o efeito linear da seleção sobre o Dente Paulista, obteve-se:

$$SQ(G_A) = SQ(\text{parâmetros, modelo completo}) - SQ(\text{parâmetros, modelo reduzido em que } G_A = 0).$$

No teste do efeito linear da seleção sobre o Minas Gerais, empregou-se:

$$SQ(G_B) = SQ(\text{parâmetros, modelo completo}) - SQ(\text{parâmetros, modelo reduzido em que } G_B = 0).$$

Para o estudo das heteroses, obteve-se:

$$SQ(\text{heterose média}) = SQ(u_A, G_A, u_B, G_B, \bar{h}) - SQ(u_A, G_A, u_B, G_B).$$

$$SQ(\text{variação total das heteroses}) = SQ(\text{parâmetros, modelo completo}) - SQ(u_A, G_A, u_B, G_B, \bar{h}).$$

No modelo que inclui a heterose média consideraram-se constantes as heteroses, ou seja, tomou-se  $h_{ij} = \bar{h}$ .

Como a intenção desta pesquisa foi de estudar

a variação da heterose devida a seleção, adotou-se ainda um modelo adicional. Este, mostrado a seguir, procura explicar as variações linear e quadrática das heteroses, em função dos ciclos de seleção nas duas populações, em um sistema de regressão múltipla. Desse modo, os valores esperados das heteroses ( $h_{ij}$ ) foram representados como segue:

$$h_{ij} = h_0 + i(l_A) + j(l_B) + i^2(q_A) + j^2(q_B)$$

$$h_{00} = h_0$$

$$h_{10} = h_0 + 1 l_A + q_A$$

$$h_{30} = h_0 + 3 l_A + 9 q_A$$

$$h_{50} = h_0 + 5 l_A + 25 q_A$$

$$h_{01} = h_0 + 1 l_B + q_B$$

$$h_{11} = h_0 + 1 l_A + 1 l_B + q_A + q_B$$

$$h_{31} = h_0 + 3 l_A + 1 l_B + 9 q_A + q_B$$

$$h_{51} = h_0 + 5 l_A + 1 l_B + 25 q_A + q_B$$

$$h_{03} = h_0 + 3 l_B + 9 q_B$$

$$h_{13} = h_0 + 1 l_A + 3 l_B + q_A + 9 q_B$$

$$h_{33} = h_0 + 3 l_A + 3 l_B + 9 q_A + 9 q_B$$

$$h_{53} = h_0 + 5 l_A + 3 l_B + 25 q_A + 9 q_B$$

Nestes modelos, tem-se que:

$h_{ij}$  : representa a heterose manifestada pelos cruzamentos entre as populações nos diversos ciclos de seleção, conforme já descrito.

$h_0$  : heterose inicial.

- $l_A$  : efeito linear da seleção no Dente Paulista, sobre a heterose dos cruzamentos.
- $l_B$  : efeito linear da seleção no Minas Gerais, sobre a heterose dos cruzamentos.
- $q_A$  : efeito quadrático da seleção no Dente Paulista, sobre a heterose dos cruzamentos.
- $q_B$  : efeito quadrático da seleção no Minas Gerais, sobre a heterose dos cruzamentos.

As somas de quadrados referentes aos parâmetros deste modelo adicional foram obtidas pelo processo dos quadrados mínimos, obedecendo o sistema dos modelos reduzidos de modo semelhante ao exposto anteriormente. Na Tabela B encontra-se o esquema de análise empregado com base nestes modelos.

A fim de melhor avaliar a adequação dos modelos reduzidos para explicar o comportamento dos híbridos, as médias destes foram estimadas com o emprego dos seguintes modelos:

$$\begin{aligned}\hat{H}_{00} &= 1/2 (\hat{A}_0 + \hat{B}_0) + \hat{h} \\ \hat{H}_{01} &= 1/2 (\hat{A}_0 + \hat{B}_1) + \hat{h} \\ \hat{H}_{03} &= 1/2 (\hat{A}_0 + \hat{B}_3) + \hat{h} \\ \hat{H}_{10} &= 1/2 (\hat{A}_1 + \hat{B}_0) + \hat{h}\end{aligned}$$

TABELA B - Modelo ou Esquema da análise da variância indicativa dos efeitos da seleção sobre as duas populações estudadas e sobre a heterose dos seus cruzamentos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Efeito da seleção no Dente				
Faulista:				
Regressão Linear	1	S <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> /Q <sub>8</sub>
Efeito da seleção no Minas				
Gerais:				
Regressão Linear	1	S <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>8</sub>
Heterose média dos cruzamentos	1	S <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> /Q <sub>8</sub>
Variação total das heteroses	11	S <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub> /Q <sub>8</sub>
Variação linear das heteroses	2	S <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub> /Q <sub>8</sub>
Variação quadrática das heteroses	2	S <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub> /Q <sub>8</sub>
Desvios do modelo	6	S <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub> /Q <sub>8</sub>
Resíduo	568	S <sub>8</sub>	Q <sub>8</sub>	

$$\hat{H}_{11} = 1/2 (\hat{A}_1 + \hat{B}_1) + \hat{h}$$

$$\hat{H}_{13} = 1/2 (\hat{A}_1 + \hat{B}_3) + \hat{h}$$

$$\hat{H}_{30} = 1/2 (\hat{A}_3 + \hat{B}_0) + \hat{h}$$

$$\hat{H}_{31} = 1/2 (\hat{A}_3 + \hat{B}_1) + \hat{h}$$

$$\hat{H}_{33} = 1/2 (\hat{A}_3 + \hat{B}_3) + \hat{h}$$



$$\begin{aligned}
 H_{50} &= 1/2 (\hat{A}_5 + \hat{B}_0) + \hat{h} \\
 H_{51} &= 1/2 (\hat{A}_5 + \hat{B}_1) + \hat{h} \\
 H_{53} &= 1/2 (\hat{A}_5 + \hat{B}_3) + \hat{h}
 \end{aligned}$$

Em seguida, os valores estimados foram correlacionados com os observados. Obteve-se desse modo a estimativa de  $R$  e do coeficiente de determinação  $R^2$ .

#### 4.3.4.2. Análise Fatorial

Além dos modelos aqui apresentados, foi ainda empregada uma outra análise a fim de se avaliar, não a variação da heterose, mas, a variação entre as médias dos cruzamentos. Desse modo, a Tabela C apresenta a decomposição efetuada, seguindo um esquema fatorial comum.

O resíduo usado em todas estas análises (quadrado médio  $Q_8$  e  $Q_9$  nas Tabelas B e C, respectivamente), corresponde à variância residual das médias dos tratamentos, ou seja, foi igual ao quadrado médio residual da análise conjunta dividido pelo número total de repetições envolvidas.

TABELA C - Modelo ou esquema da análise da variância indicativa da variação observada entre os híbridos interpupulacionais, como consequência da seleção nas duas populações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Entre Híbridos	11	$S_1$	$Q_1$	$Q_1/Q_9$
Variação nos híbridos devida à seleção em:				
D. Paulista	3	$S_2$	$Q_2$	$Q_2/Q_9$
R. Linear	1	$S_3$	$Q_3$	$Q_3/Q_9$
D. Regressão	2	$S_4$	$Q_4$	$Q_4/Q_9$
M. Gerais	2	$S_5$	$Q_5$	$Q_5/Q_9$
R. Linear	1	$S_6$	$Q_6$	$Q_6/Q_9$
D. Regressão	1	$S_7$	$Q_7$	$Q_7/Q_9$
Interação DP x MG	6	$S_8$	$Q_8$	$Q_8/Q_9$
Resíduo	568	$S_9$	$Q_9$	

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Progresso dentro de cada população

Nas Tabelas 1, 2, 2.1, 3, 4, 4.1 e 4.2 estão representadas as análises e as médias referentes a produção de grãos, cujos dados originais encontram-se nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 do apêndice. Fazendo-se primeiramente uma análise dos progressos obtidos dentro de cada população em decorrência do processo de seleção massal estratificada aplicado, podemos notar que a população Dente Paulista apresentou um ganho linear significativo nos cinco ciclos de seleção, e que o mesmo não ocorreu com a população do Cateto Minas Gerais nos três ciclos de seleção. A não significância dos desvios em relação ao modelo ( $F = 1,07$  n.s., Tabela 1) por sua vez, mostra que os progressos havidos foram principalmente lineares. Isto mostra que a população Dente Paulista apresentou suficiente variação genética aditiva para responder à seleção massal e que possivelmente outros progressos poderão ser conseguidos em ciclos futuros de seleção. O mesmo não ocorreu com a população Cateto Minas Gerais, a qual deve ter uma quantida

de menor de variação genética aditiva. Estes resultados inclusive, concordam com os apresentados por ZINSLY (1968) quando este autor aplicou dois ciclos de seleção massal estratificada nas populações acima referidas.

Os progressos estimados foram de 4,61% e 2,22% por ciclo de seleção no Dente Paulista e Cateto Minas Gerais, respectivamente. A Tabela 1 mostra a significância do progresso alcançado com o Dente Paulista, e a não significância do progresso no Cateto Minas Gerais. A Figura 1 apresenta os ganhos alcançados pelas duas populações, e ilustra a linearidade dos progressos na população Dente Paulista.

Através destes resultados, é de se esperar que a produção dos híbridos também tenha se alterado com a seleção. Se a seleção no Dente Paulista atuou mais intensamente no sentido de aumentar a frequência dos genes sem dominância, a produção dos híbridos também aumentará linearmente com a seleção e a heterose permanecerá inalterada.

## 5.2. Efeito da seleção sobre as heteroses

Conforme também pode ser visto na Tabela 1, os doze híbridos interpopulacionais estudados neste trabalho foram, em média, mais produtivos do que as respectivas popula-

ções paternas (valor F para a heterose média igual a 21,54\*\*). De fato, a produção média de todos os híbridos foi de 3.974 kg/ha, e das populações parentais de 3.738 kg/ha. As doze expressões de heterose, no entanto, não apresentaram uma variação que fosse significativa ( $F = 1,51$  n.s.). Estes resultados vêm indicar que, nas condições de precisão do presente trabalho, não pôde ser constatada uma influência estatística significativa da seleção massal sobre a heterose dos cruzamentos, exibida ao longo dos ciclos seletivos. Mesmo assim, convém visualizar as respostas heteróticas aqui observadas. Tomando como ponto de referência a média dos pais ( $\overline{MP}$ , na Tabela 3), nota-se que antes da seleção o híbrido Dente Paulista Original x Minas Gerais Original, apresentou uma produção relativa de 109,8% ou uma heterose de 9,8%. Em seguida pode-se observar uma amplitude de variação da heterose que foi de 15,7% exibida pelo híbrido Dente Paulista III x Minas Gerais I, a 0,58% do híbrido Dente Paulista V x Minas Gerais III.

A Tabela 2.1 e o Gráfico 2, da mesma forma, ilustram que os híbridos intervarietais mais heteróticos foram os obtidos com o Dente Paulista no terceiro ciclo de seleção. Apesar da não significância da variação entre as heteroses, tais resultados indicam que a seleção pode ter refletido negativamente sobre a heterose, diminuindo-a. O coeficiente de

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

determinação calculado que foi  $R^2 = 0,47$ , além disso, mostra que a suposição de uma heterose constante não explica muito bem a produção de grãos dos doze híbridos interpopulacionais estudados. Contudo, seriam necessárias mais repetições de ensaios, no espaço e no tempo, para confirmação deste fato.

### 5.3. Efeito da seleção sobre a produção dos híbridos

A análise da Tabela 2 mostra que a produção de grãos dos híbridos foi influenciada pela seleção realizada nas populações ( $F = 2,22^*$ ). Realmente, os valores  $F = 6,78^{**}$  e  $F = 3,76^*$  mostram que a variação na produção dos híbridos foi devida principalmente às modificações genéticas causadas pela seleção na população Dente Paulista. Nestes resultados deve-se ressaltar a significância dos desvios da regressão ( $F = 3,76^*$ ). Esta indica que a produção dos híbridos não variou de forma linear, em função da seleção efetuada na população Dente Paulista. As médias de produção dos híbridos apresentadas na Tabela 2.1 ilustram tais afirmativas. Através delas confirma-se que os híbridos mais produtivos foram os derivados do Dente Paulista no 3º ciclo de seleção, e não os do 5º ciclo; esta conclusão é reforçada pela não significância

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

da interação Seleção DP x Seleção MG ( $F = 1,54$  n.s., na Tabela 2). Assim, o híbrido intervarietal que mais produziu foi o Dente Paulista III x Cateto Minas Gerais I, e não o Dente Paulista V x Cateto Minas Gerais III (Tabela 3). Estes resultados vêm corroborar as discussões apresentadas no item anterior.

A presença de interação com ambientes não permite uma generalização dos resultados. No entanto, esta interação surgiu devido às condições desfavoráveis do ensaio de Jaboticabal. Excluindo esta localidade, a interação tratamentos x experimentos foi não significativa ( $F = 1,20$  n.s., Tabela 4.1). Desse modo, a generalização das conclusões podem ser feitas para os demais experimentos, pois, transcorreram de maneira aceitável.

#### 5.4. Discussão Geral

Neste ponto, poderíamos fazer algumas considerações sobre a influência da seleção no comportamento de híbridos intervarietais.

A seleção intrapopulacional tende a se refletir na média do cruzamento ou híbrido das populações. A produção de grãos de híbridos de variedades melhoradas pode ser superior a do híbrido das respectivas variedades originais.

Este efeito da seleção sobre o híbrido de populações pode ser visualizado da seguinte forma:

Tomando-se  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$  e  $\bar{F}_1$  como sendo, respectivamente, as médias das duas populações originais e do híbrido entre elas, e  $\bar{P}'_1$ ,  $\bar{P}'_2$  e  $\bar{F}'_1$  como as médias das duas populações após seleção e do híbrido entre elas, o efeito da seleção sobre o híbrido será:

$$\left[ \begin{array}{l} \bar{F}_1 = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2} + h \\ \bar{F}'_1 = \frac{\bar{P}_1 + G_1 + \bar{P}_2 + G_2}{2} + h + G_h \end{array} \right.$$

$$\bar{F}'_1 - \bar{F}_1 = \frac{G_1 + G_2}{2} + G_h$$

sendo  $G_1$  e  $G_2$  os progressos obtidos com a seleção nas populações 1 e 2, e  $G_h$  a modificação causada pela seleção na heterose, ou seja:

$$G_h = \left( \bar{F}'_1 - \frac{\bar{P}'_1 + \bar{P}'_2}{2} \right) - \left( \bar{F}_1 - \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2} \right) = h' - h$$

em que  $h'$  é a heterose exibida pelo híbrido após à seleção.

A influência da seleção intrapopulacional no cruzamento das populações é, pois, devida a dois fatores: ao aumento na média das populações e à modificação na heterose. Se a heterose aumentar ou permanecer constante, a média do



cruzamento aumentará com a seleção. Veja-se por exemplo PATERNIANI (1969), LONNQUIST (1961) e MOLL e ROBINSON (1967). Nos cruzamentos do primeiro autor a heterose aumentou com a seleção, o que resultou em bom comportamento do cruzamento entre Dente Paulista III e Piramex III; nos experimentos dos demais autores a heterose permaneceu constante durante os ciclos de seleção. A heterose pode, porém, diminuir, bastando para tanto que a seleção nas populações reduza a diversidade genética existente entre elas conforme apontaram PATERNIANI (1961), MOLL et al (1962), PATERNIANI e LONNQUIST (1963), MOLL et al (1965) e ROBINSON e MOLL (1965). Isto pode ser esperado, pelo menos teoricamente, em programas de seleção a longo prazo, se tal fato ocorrer, o híbrido das populações melhoradas poderá perder a sua superioridade em relação a pelo menos uma das populações.

Uma redução da diversidade genética com consequente redução da heterose pode ocorrer se a diferença existente entre as populações nas frequências dos genes com alguma dominância é diminuída com a seleção em um número apreciável de locos. Há indicação de que isto pode ter acontecido no presente caso, pois, como se vê no Gráfico 1, a população Dente Paulista respondeu favoravelmente até ao 4º ciclo de seleção, distanciando-se da população Minas Gerais a qual permaneceu inalterada até ao 2º ciclo de seleção. No 5º ciclo de seleção a população Dente Paulista não apresentou resposta,

ao passo que o Minas Gerais teve sua produção de grãos incrementada no 3º ciclo.

A seleção recorrente recíproca, por outro lado tende a aumentar a diversidade genética entre as populações, principalmente, se estas forem bem escolhidas no início do programa de seleção (CRESS, 1967). Este aumento da diversidade leva a um incremento na heterose e portanto, a uma melhora no comportamento do híbrido. Dessa forma, acredita-se que a seleção recorrente recíproca deve ser o esquema escolhido quando a finalidade é explorar o híbrido intervarietal, e principalmente, em esquemas de seleção a longo prazo.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

No presente trabalho procurou-se estudar o efeito da seleção massal estratificada sobre as populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais, e principalmente, sobre os híbridos obtidos do inter cruzamento das mesmas, nos vários ciclos de seleção. No milho Dente Paulista foram aplicados cinco ciclos de seleção, enquanto que o Minas Gerais sofreu três ciclos. Os inter cruzamentos estudados foram 0 x 0 (Dente Paulista Original x Cateto Minas Gerais Original); I x 0 (Dente Paulista I ciclo x Cateto Minas Gerais Original); III x 0; V x 0; 0 x I; I x I; III x I; V x I; 0 x III; I x III; III x III e V x III (V x III correspondendo a Dente Paulista V ciclo x Cateto Minas Gerais III ciclo). Estas sementes, juntamente com as das variedades nos diversos ciclos de seleção, foram ensaiadas durante 1969/1970 em três látices balanceados e mais um não balanceado em Piracicaba e São Simão (SP), e em 1972/73 em mais dois látices balanceados em Piracicaba e Jaboticabal (SP), perfazendo um total de trinta e duas repetições nos dois anos. Foi estudada a produção de grãos.

As produções analisadas foram ajustadas para "stand", umidade e efeitos de terreno.

Para a verificação do efeito da seleção sobre as duas variedades e sobre os cruzamentos entre elas, empregou-se modelo matemático adequado. Procurou-se estimar e testar: (a) o progresso obtido nas variedades; (b) as modificações sofridas pela heterose e pelas produções dos híbridos.

As principais conclusões, tomando-se como base os resultados obtidos, são às seguintes:

- 1 . A seleção recorrente intrapopulacional aplicada em duas populações refletiu negativamente sobre a produção de grãos do híbrido interpopulacional em ciclos de seleção mais avançados.
- 2 . A seleção recorrente intrapopulacional aplicada em duas populações não pode ser considerada como garantia para reter a heterose inicial existente entre elas. Se esse tipo de seleção alterar a frequência dos genes com alguma dominância ela poderá levar a uma redução da heterose, o que é desfavorável para os interesses do melhorista.
- 3 . Uma seleção recorrente recíproca aprimorada e exequível do ponto de vista prático, deve ser preferida para garantir que os híbridos intervarietais de populações melhoradas, pelo menos, retenham aquela heterose que é exibida pelas populações no início do processo seletivo.

## 7. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The aim of this research was to investigate the effects of stratified mass selection on two corn populations, namely Dente Paulista (DP) and Cateto Minas Gerais (MG), and on the performance of the hybrids between these populations in different stages of selection. Dente Paulista was submitted to five cycles of selection and Minas Gerais to three cycles.

The following population crosses were included: 0 x 0 (Original DP x Original MG); I x 0 (DP first cycle x original MG); III x 0; V x 0; 0 x I; I x I; III x I; V x I; 0 x III; I x III; III x III; and V x III.

Yield trials, in balanced and partially balanced lattices designs were conducted at three locations and during two years, totalizing four different environments and thirty two replications.

Appropriate mathematical models were applied for the analysis of yield values and to investigate the effects of selection on heterosis and the changes of hybrid performances.

The following main conclusions could be drawn:

- 1 . Recurrent intrapopulation selection applied to these populations reflected negatively on yield of the population crosses in more advanced stages of selection.
- 2 . Recurrent intrapopulation selection cannot be considered efficient to maintain the heterotic response of a cross between two populations.
- 3 . A viable reciprocal recurrent scheme should be preferred to assure, at least, the maintenance of heterosis during selection.

## 8. BIBLIOGRAFIA

COCHRAN, W.G. and G.M. COX. 1957. Experimental designs.  
2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons. New York. 617 p.

COMPTON, W.A., C.O. GARDNER and J.H. LONNQUIST. 1965.  
Genetic variability in two open - pollinated varieties  
of corn (Zea mays, L.), and their  $F_1$  progenies. Crop  
Sci. 5: 505-508.

COMSTOCK, R.E. and H.F. ROBINSON. 1948. The components  
of genetic variance in populations of biparental  
progenies and their use in estimating the average  
degree of dominance. Biometrics 4: 254-266.

COMSTOCK, R.E., H.F. ROBINSON and P.H. HARVEY. 1949. A  
breeding procedure designed to make maximum use of  
both general and specific combining ability. Agron.  
Jour. 41: 360-367.

- COLLIER, J.W. 1959. Three cycles of reciprocal recurrent selection. Proc. 14<sup>th</sup> Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference. American Seed Trade Association 14: 12-23.
- CRESS, C.E. 1966. A comparison of recurrent selections systems. Genetics 54: 1371-1379.
- CRESS, C.E. 1967. Reciprocal recurrent selection and modifications in simulated populations. Crop Sci. 7: 561-567.
- DOUGLAS, A.G., J.W. COLLIER, M.F. EL-EBRASHY and J.S. ROGERS. 1961. An evaluation of three cycles of reciprocal recurrent selection in a corn improvement programs. Crop Sci. 1: 157-161.
- EAST, E.M. 1936. Heterosis. Genetics 21: 375-397.
- GARDNER, G.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons of corn. Crop. Sci. 1: 241-246.
- GILL, J.L. 1965. Effects of finite size on selection advance in simulated genetic populations. Aust. J. of Biol. Sci. 18: 599-617.



- GOODMAN, M. 1965. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. Crop Sci. 5: 87-90.
- HULL, F.H. 1945. Recurrent selection and specific combining ability in corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 37: 134-145.
- JENKINS, M.T. 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. Jour. Amer. Soc. Agron. 32: 55-63.
- LINDSEY, M.F., J.H. LONNQUIST and C.O. GARDNER. 1962. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of corn belt. Crop Sci. 2: 105-108.
- LONNQUIST, J.H. 1949. The development and performance of synthetic varieties of corn. Agron. Jour. 41: 153-156.
- LONNQUIST, J.H. 1951. Recurrent selection as a means of modifying combining ability in corn. Agron. Jour. 43: 311-315.
- LONNQUIST, J.H. 1960. El mejoramiento de las poblaciones de maiz. Managua, Nicaragua. P.C.C.M.M. 6: 14-22.

- LONNQUIST, J.H. 1961. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. Research Bulletin, University of Nebraska College of Agriculture. The Agricultural Experiment Station (197) 32 p.
- LONNQUIST, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize population. Crop Sci. 4: 227-228.
- LONNQUIST, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. Der Züchter 37(4): 185-188.
- LONNQUIST, J.H. and D.P. MCGILL. 1956. Performance of corn synthetics in advanced generations of synthesis and after two cycles of recurrent selection. Agron. Jour. 48: 249-253.
- LONNQUIST, J.H., O. COTA and C.O. GARDNER. 1966. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variances in a variety of corn (Zea mays, L.). Crop Sci. 6: 330-332.
- MOLL, R.H. and H.F. ROBINSON. 1966. Observed and expected response in four selection experiments in maize. Crop Sci. 6: 319-324.

- MOLL, R.H. and H.F. ROBINSON. 1967. Quantitative genetic investigations of yield of maize. *Der Züchter* 37: 191-199.
- MOLL, R.H., J.H. LONNQUIST, J.V. FORTUNATO and E.C. JOHNSON. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52: 139-144.
- MOLL, R.H., W.S. SALHUAMA and H.F. ROBINSON. 1962. Heterosis and diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2: 197-198.
- PATERNIANI, E. 1961. Cruzamentos interraciais de milho. Tese apresentada à ESALQ-USP para obtenção do título de Livre Docente da Cadeira de Citologia e Genética Geral. 46 pp.
- PATERNIANI, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (Zea mays, L.). *Crop Sci.* 7: 212-216.
- PATERNIANI, E. 1969. Melhoramento de populações de milho. *Ciência e Cultura*, 21(1): 3-10.
- PATERNIANI, E. 1970. Esquemas modificados de seleção recorrente recíproca. In: Relatório Científico, I. GEN. ESALQ. 158 p.

PATERNIANI, E. 1971. Seleção recorrente recíproca com plantas prolíficas. In: Relatório Científico. I. GEN ESALQ. 241 p.

PATERNIANI, E. and J.H. LONNQUIST. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (Zea mays, L.). Crop Sci. 3: 504-507.

PENNY, L.H., W.A. RUSSEL, G.F. SPRAGUE and A.R. HALLAUER. 1963. Recurrent selection. In: "Statistical Genetics and Plant Breeding". Natl. Acad. Sci. - Natl. Res. Council Publ. 982: 352-367.

ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK and P.H. HARVEY. 1955. Genetic variances in open-pollinated varieties of corn. Genetics 40: 45-60.

SMITH, L.H. 1909. The effect of selection upon certain physical characters of the corn plant. III Agr. Exp. Sta. Bull. 132.

SCHNELL, F.W. 1961. On some aspects of reciprocal recurrent selection. Euphytica 10: 24-30.

SPRAGUE, G.F. 1955. Corn and corn improvement. New York. N.Y. Academic Press, Inc. 699 p.

SPRAGUE, G.F. 1956. Mais (Zea mays, L.). I- General considerations and american breeding work. Handbuck der Pflanzenzüchtung 2: 103-143.

SPRAGUE, G.F. 1967. Recurrent selection. In: Plant Breeding (A Symposium Held at Iowa State University), 2nd edition. pp. 340-345. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

SPRAGUE, G.F. and B. BRIMHALL. 1950. Relative effectiveness of two systems of selections for oil content of the corn kernel. Agron. Jour. 42: 83-88.

SPRAGUE, G.F. and L.A. TATUM. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. Journ. Amer. Soc. Agron. 34: 923-932.

SPRAGUE, G.F., P.A. MILLER and B. BRIMHALL. 1952. Additional studies of the relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. Agron. Jour. 44: 329-331.

STEEL, R.G. and J.H. TORRIE. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill Book Co., Inc. N.Y. 481 p.

- STUBER, C.W., R.H. MOLLAND and W.D. HANSON. 1966.  
Genetic variances and interrelationship of six traits  
in a hybrid populations of (Zea mays, L.). Crop Sci.  
6: 455-458.
- THOMAS, W.I. and D.B. GRISSOM. 1961. Cycle evaluation  
of reciprocal recurrent selection for popping volume,  
grain yield, and resistance to root lodging in pop  
corn. Crop Sci. 1: 197-200.
- WILLIAMS, J.C., L.H. PENNY and G.F. SPRAGUE. 1965.  
Full-sib and half-sib estimates of genetic variance in  
open-pollinated variety of corn (Zea mays, L.). Crop  
Sci. 5: 125-129.
- ZINSLY, J.R. 1968. Estudo sobre a seleção massal em mi  
lho (Zea mays, L.). Tese de M.S. ESALQ-USP. 60 p.
- ZUBER, M.S. 1942. Relative efficiency of incomplete  
block designs using corn uniformity trial data.  
J. Am. Soc. Agron. 34: 30-47.
- ZUBER, M.S., M.L. FAIRCHILD, A.J. KEASTER, V.L. FERGASON,  
G.F. KRAUSE, E. HILDERBRAND and P.J. LOESCH. 1971.  
Evaluation of ten generations of mass selection for  
corn earworm resistance. Crop Sci. 11: 16-18.

REPRESENTAÇÃO DOS SÍMBOLOS

Descrição dos símbolos representativos dos tratamentos que estão apresentados nas Tabelas, Gráficos, Figura e Apêndice.

A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>

População Dente Paulista Original e dos 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ciclos de seleção massal estratificada, respectivamente.

B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>

População Cateto Minas Gerais Original e dos 1º, 2º e 3º ciclos de seleção massal estratificada, respectivamente.

A<sub>0</sub>B<sub>0</sub>

Híbrido oriundo do cruzamento Dente Paulista Original x Cateto Minas Gerais Original.

A<sub>i</sub>B<sub>j</sub>

Híbrido oriundo do cruzamento Dente Paulista do ciclo i de seleção massal estratificada x Cateto Minas Gerais do ciclo j de seleção massal estratificada.

TABELA 1 - Análise da variância da produção média em kg/10 m<sup>2</sup> das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais, e seus cruzamentos em vários ciclos de seleção massal estratificada. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Efeito da seleção no Dente Paulista:				
Regressão Linear	1	0,4723	0,4723	35,25**
Efeito da seleção no Minas Gerais:				
Regressão Linear	1	0,0312	0,0312	2,33(n.s.)
Heterose média dos cruzamentos				
	1	0,2886	0,2886	21,54**
Variação total das heteroses				
	11	0,2226	0,0202	1,51(n.s.)
Variação Linear das Heteroses				
	2	0,0315	0,0157	1,17(n.s.)
Variação Quadrática das Heteroses				
	2	0,0378	0,0189	1,41(n.s.)
Desvios do modelo				
	6	0,0863	0,0143	1,07(n.s.)
Resíduo				
	568		0,0134	

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Produção média dos híbridos: 3974 kg/ha

Produção média das populações: 3738 kg/ha.



TABELA 2 - Análise da variância da produção média em kg/10 m<sup>2</sup> dos cruzamentos entre as populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais nos vários ciclos de seleção. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Híbridos	11	0,3276	0,0298	2,22*
Seleção D. Paulista	3	0,1916	0,0638	4,76**
R. Linear	1	0,0908	0,0908	6,78**
D. Regressão	2	0,1008	0,0504	3,76*
Seleção M. Gerais	2	0,0121	0,0060	0,45(n.s.)
Interação Seleção DP x Seleção MG	6	0,1239	0,0206	1,54(n.s.)
Resíduo	568		0,0134	

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2.1 - Produção média dos híbridos em kg/ha e respectivos valores da heterose, resultantes dos inter - cruzamentos dos vários ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista (DP) e Minas Gerais (MG). Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições). 0, 1, 3, 5 correspondem aos ciclos de seleção massal.

DP \ MG	0	1	3	Média
0	3.824 109,80	3.725 106,47	3.964 109,81	3.838 108,72
1	3.716 103,11	4.038 111,58	3.893 104,34	3.882 106,32
3	4.133 110,77	4.335 115,72	4.021 104,22	4.163 110,19
5	4.070 105,47	3.958 102,14	4.009 100,58	4.012 102,71
Média	3.936 107,27	4.014 108,92	3.972 104,63	

Para cada conjunto, os valores de cima representam as produções médias em kg/ha dos híbridos correspondentes, e os valores de baixo as médias das heteroses dos híbridos respectivos em relação às médias dos progenitores.

TABELA 3 - Produção em kg/ha das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Cruzamento entre		Produção em kg/ha				F <sub>1</sub> em % de	
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	MP	MP	Pai mais produtivo
D. Paulista	0 x Cateto MG	3491	3474	3824	3482	109,80	109,54
"	I x "	3734	3474	3716	3604	103,11	99,52
"	III x "	3988	3474	4133	3731	110,77	103,63
"	V x "	4244	3474	4070	3859	105,47	95,90
"	0 x "	3491	3505	3724	3492	106,47	106,25
"	I x "	3734	3505	4038	3619	111,58	108,14
"	III x "	3988	3505	4345	3746	115,72	108,70
"	V x "	4244	3505	3958	3874	102,14	93,26
"	0 x "	3491	3728	3964	3609	109,81	106,33
"	I x "	3734	3728	3893	3731	104,34	104,26
"	III x "	3988	3728	4021	3858	104,22	100,83
"	V x "	4244	3728	4009	3986	100,58	94,46

\* Híbrido intervarietal de maior produção.

TABELA 4 - Produção em kg das populações Dente Paulista e Cateto Minas Gerais e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção, expressando os totais de tratamentos por experimento, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas por parcela. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Trat./Exp.	1*	2*	3*	4*	5**	6***	Total
Ao	23,02	24,76	23,97	8,27	23,97	7,74	111,73
A1	26,27	25,26	21,64	10,90	29,10	6,31	119,48
A2	28,56	28,55	28,38	8,60	26,14	7,73	127,96
A3	25,71	29,73	25,56	9,21	29,89	7,51	127,61
A4	31,83	28,94	30,14	10,11	27,44	12,39	140,85
A5	29,99	31,22	28,17	8,07	28,41	9,96	135,82
Bo	21,23	25,00	24,54	8,10	23,14	9,17	111,18
B1	25,62	22,04	23,98	7,90	21,45	11,18	112,17
B2	22,20	23,77	26,96	6,95	21,37	11,08	112,33
B3	25,96	23,88	25,72	7,75	25,10	10,88	119,29
AoBo	24,36	24,81	29,66	9,21	24,86	9,47	122,37
AlBo	26,11	21,99	25,20	8,35	23,88	13,39	118,92
A3Bo	26,03	27,69	28,22	10,84	26,79	12,70	132,27
A5Bo	25,24	30,72	28,84	9,20	26,45	9,79	130,24
AoB1	27,36	24,30	22,40	8,45	26,71	9,97	119,19
AlB1	28,12	28,53	28,14	8,53	26,51	9,40	129,23
A3B1	31,27	30,74	30,02	8,40	26,71	11,59	138,73
A5B1	25,27	27,34	26,98	9,29	26,24	11,53	126,65
AoB1	27,00	24,94	28,46	8,67	26,16	11,62	126,85
AlB3	26,87	28,54	24,68	9,10	25,45	9,93	124,57
A3B3	29,03	28,07	26,51	7,69	26,68	10,69	128,67
A5B3	26,00	27,16	27,78	9,50	26,49	11,35	128,28
Total	583,05	587,98	585,95	193,09	568,94	225,38	2.774,39

\* - 1, 2, 3 - Piracicaba (6 repetições); 4 - Piracicaba (2 repetições).

\*\* - São Simão (6 repetições).

\*\*\* - Jaboticabal (6 repetições).

TABELA 4.1 - Análise conjunta da variância dos dados mencionados na Tabela 4. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	21			
Experimentos	5			
Trat. x Exp.	105	61,7163	0,5877	1,38*
Trat. x Exp. excluindo o ensaio seis	84	42,8537	0,5101	1,20(n.s.)
Resíduo	568		0,4246	

$$\bar{x} = 20,79$$

$$CV = 16,7\%$$

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4.2 - Análise conjunta da variância com médias dos dados mencionados na Tabela 4. Piracicaba 1970, 1973 (20 repetições); São Simão 1970 (6 repetições); Jaboticabal 1973 (6 repetições).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	21	8,8029	0,4192	
Experimentos	5			
Int. Trat. x Exp.	105			4,95**
Resíduo	568		0,0846	

$$\bar{x} = 3,95$$

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

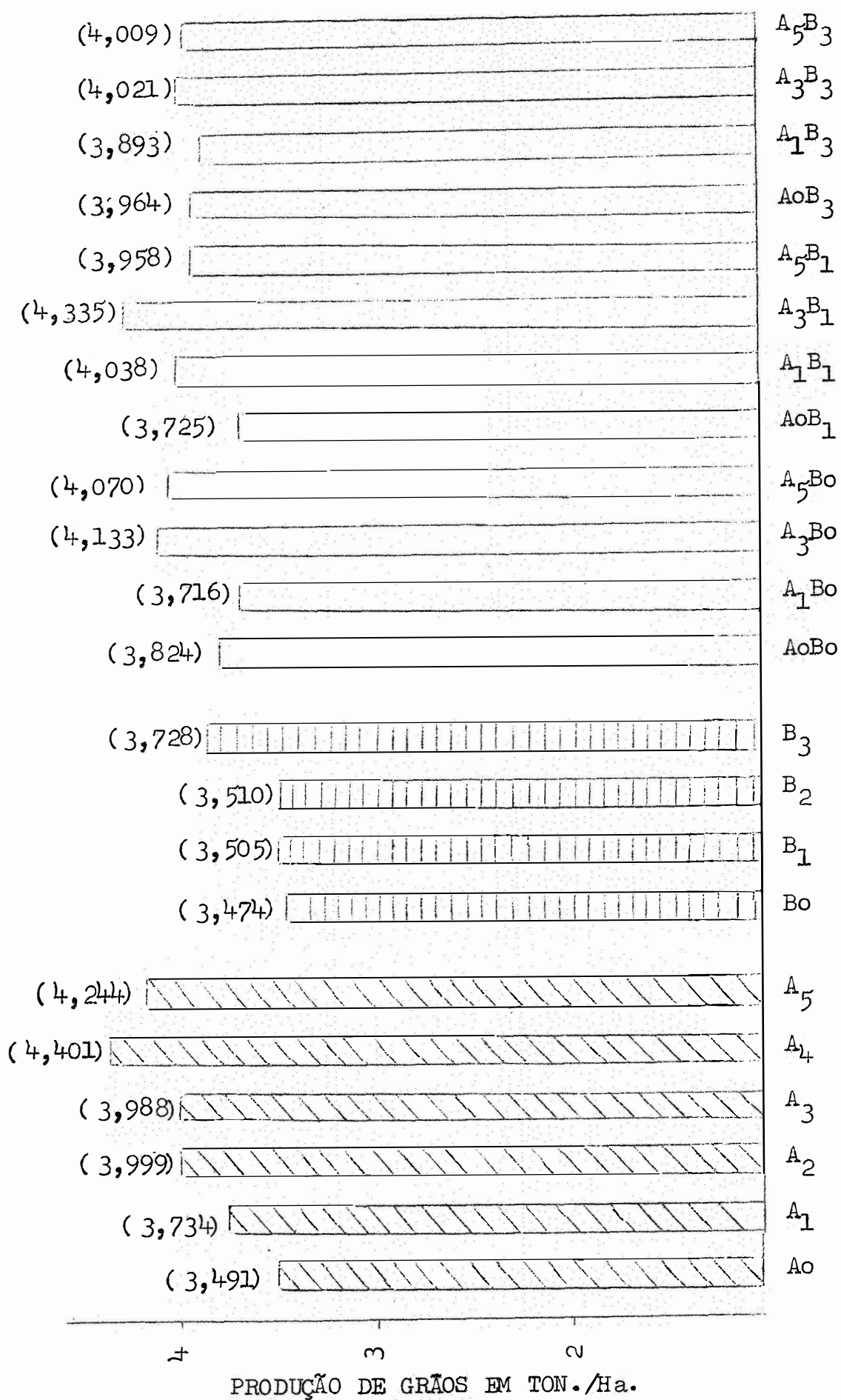


GRÁFICO 1 - Produção de grãos em ton./ha das populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais, e respectivos cruzamentos nos diversos ciclos de seleção massal estratificada. Piracicaba 1970, 1973; São Simão 1970; Jaboticabal 1973.

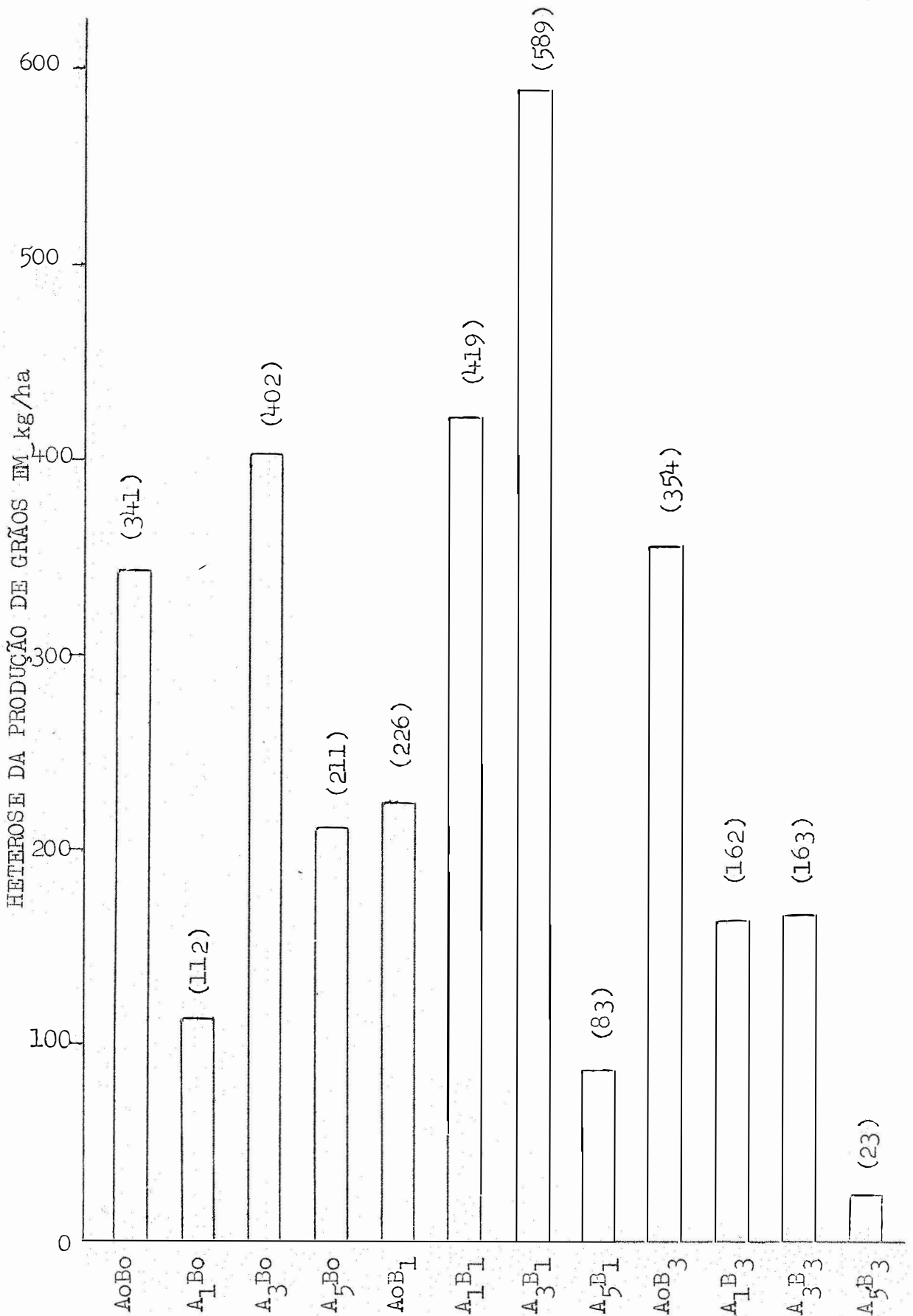


GRÁFICO 2 : Efeitos heteróticos para produção de grãos em kg/ha dos inter cruzamentos nos diversos ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais. Piracicaba 1970, 1973; São Simão 1970; Jaboticabal 1973.

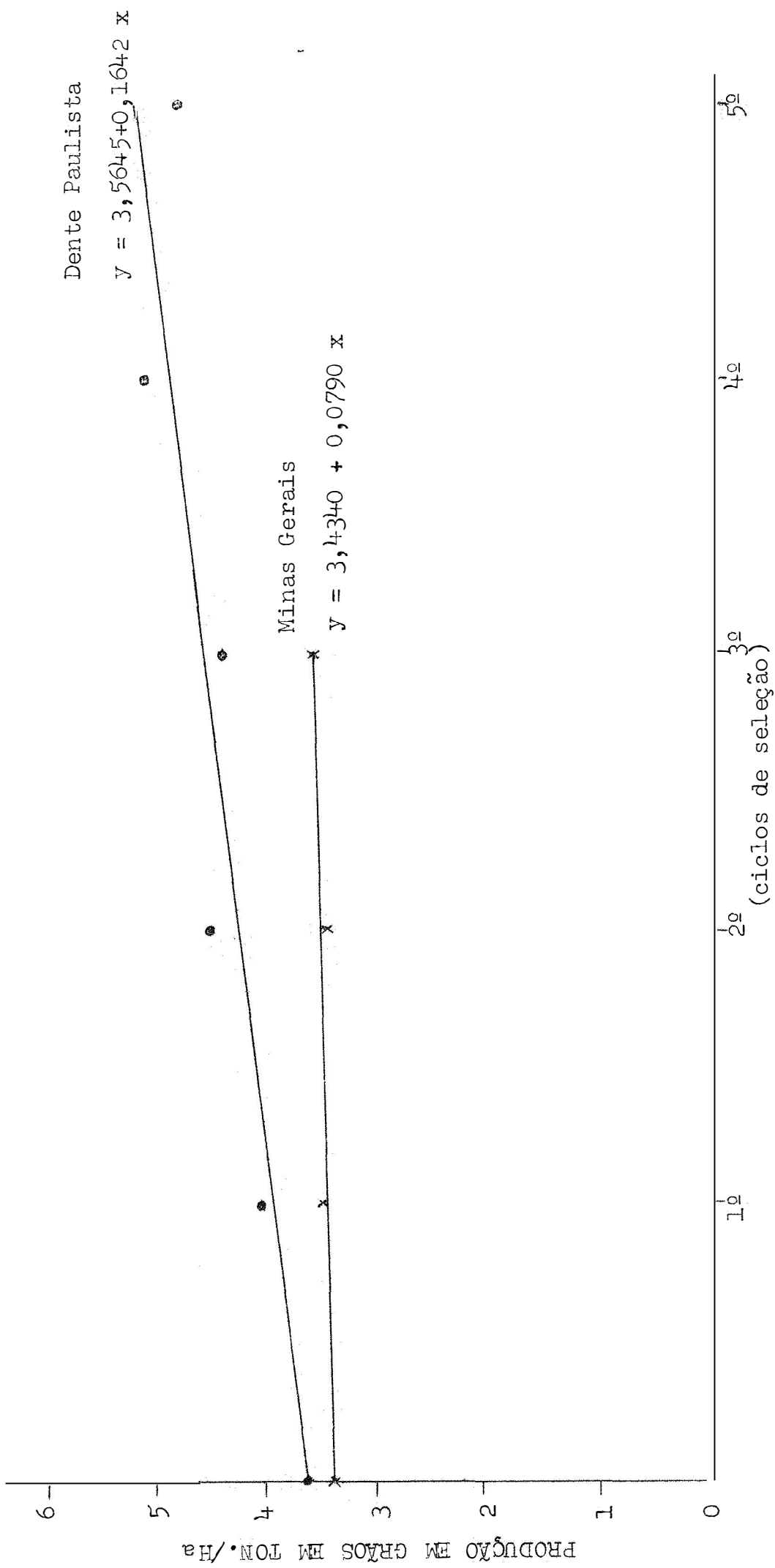


FIGURA : - Representação dos progressos para produção de grãos em ton./ha nos vários ciclos de seleção massal estratificada aplicados nas populações de milho Dente Paulista e Cateto Minas Gerais. Piracicaba 1970, 1973; São Simão 1970; Jaboticabal 1973.



TABELA 5 - Pésos dos grãos, expresso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1970.

Trat./Rep.	I	II	III	IV	V	VI	Total	x
Ao	3,62	3,88	3,40	3,89	4,43	5,53	24,75	4,12
Al	3,75	2,76	5,15	4,08	5,33	4,18	25,25	4,21
A2	4,47	3,97	4,71	5,78	5,55	4,05	28,53	4,75
A3	4,35	5,23	5,13	4,04	5,49	5,48	29,72	4,95
A4	4,59	2,89	5,42	5,22	5,15	5,67	28,94	4,82
A5	5,66	5,23	3,40	4,52	6,63	5,76	31,20	5,20
Bo	4,35	3,91	4,03	5,24	4,05	3,42	25,00	4,17
B1	2,92	3,52	4,98	3,03	3,90	3,68	22,03	3,67
B2	3,15	4,06	3,78	3,37	5,11	4,31	23,78	3,96
B3	3,10	3,99	4,36	4,33	3,92	4,18	23,88	3,98
AoBo	3,41	3,59	4,27	4,30	4,88	4,34	24,79	4,13
AlBo	3,68	3,23	3,79	3,55	5,17	2,56	21,98	3,66
A3Bo	4,46	4,14	4,53	4,90	5,79	3,86	27,68	4,61
A5Bo	5,06	4,19	5,49	4,90	5,12	4,96	30,72	5,12
AoB1	4,23	3,89	4,57	4,41	5,63	3,56	24,29	4,05
AlB1	5,14	5,46	4,83	3,57	5,24	4,29	28,53	4,75
A3B1	3,98	4,44	6,21	6,10	5,28	4,73	30,74	5,12
A5B1	3,20	4,18	5,70	3,74	6,10	4,42	27,34	4,56
AoB3	2,03	4,22	4,46	4,14	4,89	5,18	24,92	4,15
AlB3	3,81	3,91	5,28	5,05	5,73	4,75	28,53	4,75
A3B3	3,72	4,67	5,38	5,17	4,48	4,65	28,07	4,68
A5B3	4,23	4,10	3,25	4,82	6,07	4,68	27,15	4,52
Testemunha*	4,18	2,36	4,98	3,59	3,85	4,38	23,34	3,89
Testemunha**	4,36	6,21	5,51	5,66	7,64	6,33	35,71	5,95
Testemunha***	5,53	5,81	6,90	5,71	6,58	5,52	36,05	6,01
Total	100,98	103,84	117,51	113,11	133,01	114,47	682,92	4,55

\* - Dente Paulista Original.

\*\* - Híbrido Ag - 17.

\*\*\* - Híbrido H 6999 - B.

TABELA 6 -- Pêso dos grãos, expresso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1970.

Trat./Rep.	I	II	III	IV	V	VI	Total	$\bar{x}$
A0	4,42	2,43	2,97	5,40	4,51	3,28	23,01	3,83
A1	4,20	3,58	5,19	3,79	5,56	3,94	26,26	4,38
A2	4,84	4,42	5,26	4,94	4,10	4,50	28,06	4,68
A3	4,94	3,20	3,69	4,22	5,62	4,03	25,70	4,28
A4	5,27	5,25	3,79	5,50	6,62	5,41	31,84	5,31
A5	5,12	4,79	4,14	4,95	5,82	5,16	29,98	5,00
B0	3,41	3,44	3,30	4,14	3,15	3,79	21,23	3,54
B1	4,69	4,59	3,96	4,08	4,86	3,44	25,62	4,27
B2	4,39	3,10	2,84	3,90	4,20	3,76	22,19	3,70
B3	4,16	3,74	5,29	3,51	4,10	5,16	25,96	4,33
AoBo	3,66	2,89	4,05	4,58	4,13	5,04	24,35	4,06
AlBo	4,42	4,23	4,37	5,16	4,33	3,61	26,12	4,35
A3Bo	3,95	4,60	4,39	4,68	4,25	4,16	26,03	4,34
A5Bo	4,56	3,66	4,53	4,41	3,49	4,58	25,23	4,20
AoBl	3,59	3,95	4,92	5,11	5,18	4,60	27,35	4,56
AlBl	4,38	4,65	4,53	3,98	4,43	6,14	28,11	4,68
A3Bl	4,93	4,97	5,27	5,03	5,76	5,29	31,25	5,21
A5Bl	4,62	4,37	4,46	4,24	4,30	3,28	25,27	4,21
AoB3	5,36	3,45	4,28	5,02	4,41	4,48	27,00	4,50
AlB3	4,78	4,00	4,67	3,86	4,88	4,67	26,86	4,48
A3B3	3,87	4,04	4,48	5,46	5,70	5,48	29,03	4,84
A5B3	3,95	4,43	4,38	4,47	5,30	4,47	26,00	4,33
Testemunha*	2,91	3,64	4,18	3,21	4,10	3,94	21,98	3,66
Testemunha**	5,30	3,23	3,99	4,63	5,08	4,58	26,81	4,47
Testemunha***	7,31	7,03	5,10	6,93	6,05	5,17	37,59	6,26
Total	113,03	100,68	108,03	115,20	119,93	111,96	668,83	4,46

\* - Dente Paulista Original.

\*\* - Híbrido Ag - 17.

\*\*\* - Híbrido H 6999 - B.

TABELA 7 - Peso dos graos, expresso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a umidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice simples 5 x 5. Piracicaba 1970.

Tratamento/Repetição	I	II	Total	$\bar{x}$
Ao	4,33	4,09	8,42	4,21
A <sub>1</sub>	5,46	5,53	10,99	5,49
A <sub>2</sub>	4,12	4,40	8,52	4,26
A <sub>3</sub>	4,63	4,25	8,88	4,44
A <sub>4</sub>	4,83	4,86	9,69	4,34
A <sub>5</sub>	3,84	4,33	8,17	4,08
Bo	3,71	4,43	8,14	4,07
B <sub>1</sub>	3,59	4,18	7,77	3,88
B <sub>2</sub>	3,34	3,23	6,57	3,28
B <sub>3</sub>	4,36	2,91	7,27	3,63
AoBo	4,54	5,18	9,72	4,86
A <sub>1</sub> Bo	4,38	4,42	8,80	4,40
A <sub>3</sub> Bo	6,60	4,52	11,12	5,56
A <sub>5</sub> Bo	5,43	3,81	9,24	4,62
AoB <sub>1</sub>	4,70	3,69	8,39	4,19
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	4,54	4,27	8,81	4,40
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	4,38	4,24	8,62	4,31
A <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	4,84	4,51	9,35	4,67
AoB <sub>3</sub>	4,52	3,96	8,48	4,24
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	4,58	4,23	8,81	4,40
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	3,64	4,34	7,98	3,99
A <sub>5</sub> B <sub>3</sub>	4,88	4,85	9,73	4,86
Testemunha*	3,65	4,16	7,81	3,90
Testemunha**	4,78	3,83	8,61	4,30
Testemunha***	7,23	5,26	12,49	6,24
<b>TOTAL</b>	<b>114,90</b>	<b>107,48</b>	<b>222,38</b>	<b>4,45</b>

\* - Dente Paulista Original

\*\* - Híbrido Ag - 17

\*\*\* - Híbrido H 6999 - B.

TABELA 8 - Pésos dos grãos, expresso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas, com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. Piracicaba 1973.

Treat./Rep.	I	II	III	IV	V	VI	Total	$\bar{x}$
Ao	4,42	4,23	3,23	4,91	2,68	3,51	22,98	3,83
A1	2,73	3,66	3,55	4,93	4,16	2,89	21,92	3,65
A2	4,20	3,64	6,03	5,06	5,07	4,87	28,87	4,81
A3	3,03	3,92	5,37	3,38	5,90	4,23	25,83	4,30
A4	5,14	6,65	4,90	4,48	4,01	3,84	29,02	4,84
A5	3,55	4,79	5,05	4,44	4,88	4,26	26,97	4,49
Bo	4,31	3,59	3,78	3,73	5,25	5,25	25,91	4,32
B1	2,69	3,81	6,12	5,09	4,86	3,21	25,78	4,30
B2	5,28	4,59	5,85	5,44	4,10	3,17	28,43	4,74
B3	3,73	4,45	5,02	4,75	3,18	3,17	24,30	4,05
AoBo	4,46	4,39	7,14	4,32	4,30	5,01	29,62	4,94
ALBo	3,17	5,70	3,93	4,96	3,81	3,08	24,65	4,11
A3Bo	4,74	4,94	5,40	4,46	4,80	3,35	28,69	4,78
A5Bo	4,37	5,68	4,16	5,21	3,99	4,79	28,20	4,70
AoB1	3,65	3,73	4,65	4,17	2,99	3,08	22,27	3,71
ALB1	3,83	5,25	4,32	4,87	4,70	3,26	26,23	4,37
A3B1	2,92	6,22	4,75	5,55	5,50	6,44	31,38	5,23
A5B1	3,50	3,87	4,52	4,76	5,64	3,85	26,14	4,36
AoB3	3,65	3,84	6,33	5,40	5,19	4,36	28,77	4,79
ALB3	4,46	3,48	5,75	4,56	4,04	2,82	25,11	4,18
A3B3	4,18	4,43	4,82	3,48	5,82	4,46	27,19	4,53
A5B3	3,26	4,72	5,38	4,91	4,70	4,53	27,50	4,58
Testemunha*	8,22	9,45	9,18	10,82	8,40	8,78	54,85	9,14
Testemunha**	6,88	10,36	11,24	8,06	11,22	7,36	55,12	9,19
Testemunha***	9,40	8,08	10,48	9,30	9,18	8,65	55,09	9,18
Total	109,77	127,47	140,95	132,04	128,37	112,22	750,82	5,00

\* - Híbrido HC - 1.      \*\* - Híbrido HC - 2.      \*\*\* - Variedade Centralmex.

TABLELA 9 - Pésu dos grãos, expreso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látice balanceado 5 x 5. São Simão 1970

Trat./Rep.	I	II	III	IV	V	VI	Total	$\bar{x}$
Ao	3,83	3,22	3,74	3,68	4,78	4,00	23,25	3,87
Al	3,34	5,11	6,63	5,46	4,15	3,94	28,63	4,77
A2	4,41	3,83	3,29	3,74	5,13	3,54	23,94	3,99
A3	4,28	4,44	4,60	4,28	5,80	5,64	29,04	4,84
A4	3,23	5,78	4,59	4,06	5,21	6,16	29,03	4,84
A5	5,02	5,24	4,69	5,08	5,20	3,75	28,98	4,83
Bo	3,99	3,17	3,58	4,14	4,97	5,21	25,06	4,18
B1	4,24	3,22	3,93	2,94	3,77	3,62	21,72	3,62
B2	3,83	3,62	2,81	2,49	4,51	3,10	20,36	3,39
B3	4,31	5,06	3,98	3,18	4,67	3,91	25,11	4,18
AoBo	4,68	4,03	3,67	3,18	4,83	3,56	23,95	3,99
AlBo	3,41	3,21	3,89	3,14	5,67	3,60	22,92	3,82
A3Bo	4,20	4,11	4,26	3,34	5,06	4,73	25,70	4,28
A5Bo	3,88	4,33	4,58	3,89	4,33	6,90	27,91	4,65
AoB1	3,98	5,70	3,77	4,55	4,94	4,71	27,65	4,61
AlB1	4,26	3,70	4,90	3,69	5,21	6,14	26,90	4,48
A3B1	3,74	4,28	4,22	4,18	4,70	4,85	25,97	4,33
A5E1	4,75	3,89	4,34	3,62	4,99	3,67	25,26	4,21
AoB3	3,99	4,01	4,15	4,89	6,14	3,16	26,34	4,39
AlB3	4,66	4,80	3,86	4,20	4,92	4,75	27,19	4,53
A3B3	4,78	3,63	4,97	3,60	5,16	4,24	26,38	4,40
A5B3	4,73	4,52	3,44	4,05	4,62	4,52	25,88	4,31
Testemunha*	2,90	3,30	4,33	4,28	4,13	5,75	24,69	4,11
Testemunha**	5,18	4,53	3,95	4,10	4,55	3,95	26,26	4,38
Testemunha***	5,36	6,03	5,79	4,20	5,52	4,70	31,60	5,27
Total	104,98	106,76	104,96	97,96	122,96	112,10	649,72	4,33

\* - Dente Paulista Original.      \*\* - Híbrido Ag - 17.      \*\*\* - Híbrido H 6999 -B.

TABELA 10 - Pésos dos grãos, expresso em kg/10 m<sup>2</sup>, corrigido para a unidade de 15,5% e "stand" ideal de 50 plantas, com valores em totais de parcela para os tratamentos. Látex balanceado 5 x 5. Jaboticabal 1973.

Trat./Rep.	I	II	III	IV	V	VI	Total	$\bar{x}$
A0	1,10	1,70	1,80	1,06	1,25	1,34	8,25	1,37
A1	0,84	1,77	1,82	1,41	0,41	0,45	6,70	1,12
A2	0,77	1,08	1,99	1,30	1,80	0,65	7,59	1,26
A3	1,03	1,19	1,03	2,25	1,64	0,90	8,04	1,34
A4	3,24	1,96	0,31	2,21	1,31	2,41	11,44	1,91
A5	2,48	1,64	1,47	1,11	1,25	2,01	9,96	1,66
B0	1,59	2,16	1,62	1,12	1,06	1,25	8,80	1,47
B1	1,87	2,32	1,29	2,48	2,16	1,32	11,44	1,91
B2	2,35	1,60	2,02	2,08	1,30	1,02	10,37	1,73
B3	1,83	1,96	1,94	2,37	1,38	1,08	10,56	1,76
AoBo	2,12	2,14	0,93	1,27	1,36	1,36	9,18	1,53
AlBo	3,02	2,97	2,95	1,42	1,53	1,95	13,84	2,31
A3Bo	2,16	2,03	2,16	3,21	1,58	2,15	13,29	2,21
A5Bo	2,14	1,99	1,89	0,70	1,50	1,93	10,15	1,69
AoBl	1,83	1,43	2,13	1,50	1,67	1,03	9,59	1,60
AlBl	2,19	2,02	1,70	1,37	1,28	1,28	9,84	1,64
A3Bl	1,44	1,57	1,37	3,70	1,99	1,58	11,65	1,94
A5Bl	2,82	1,62	2,43	1,42	1,14	1,47	10,90	1,82
AoB3	1,52	2,15	2,92	3,11	0,80	1,21	11,71	1,95
AlB3	2,97	1,49	1,21	1,92	0,97	1,61	10,17	1,69
A3B3	2,25	1,92	2,07	0,99	1,93	1,41	10,57	1,76
A5B3	1,79	2,00	1,98	1,16	2,32	1,49	10,74	1,79
Testemunha*	3,74	3,69	4,86	6,60	5,18	3,64	27,71	4,62
Testemunha**	4,93	3,79	6,52	4,40	4,67	3,94	28,25	4,71
Testemunha***	4,83	5,88	4,05	4,44	4,39	4,14	27,73	4,62
Total	56,85	54,07	54,46	54,60	45,87	42,62	308,47	2,06

\* - Híbrido HC - 1.

\*\* - Híbrido HC - 2.

\*\*\* - Variedade Centralmex.