

SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE FAMILIAS DE MEIOS  
IRMÃOS NO MILHO (*Zea mays* L.) COMPOSTO FLINT BRANCO

RICARDO SUÁREZ LEZCANO

Orientador: ERNESTO PATERNIANI

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

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Maio - 1976

A meus pais,

José Suárez e Honorina Lezcano,

DEDICO.

A meus irmãos,

OFEREÇO.

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

Sejam meus agradecimentos às seguintes pessoas e Instituições:

- Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pela orientação na realização do presente trabalho, bem como durante o Curso de Pós-Graduação.

- Ministério de Agricultura y Ganadería do Paraguai pela bolsa de estudos concedida através do Proyecto Integrado de Desarrollo Agropecuario del Paraguay.

- Professores do Departamento de Genética pelos ensinamentos recebidos.

- Funcionários do Departamento e Instituto de Genética pela atenção e colaboração prestadas durante o período de estudos.

- Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Eloah Pacheco de Oliveira pela revisão do manuscrito.

- Colegas do Curso de Pós-Graduação.

- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

## Í N D I C E

	Página
1. RESUMO .....	1
2. INTRODUÇÃO .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.1. Material .....	11
4.2. Métodos .....	13
4.2.1. Condução dos experimentos .....	13
4.2.2. Estimativa de parâmetros .....	15
5. RESULTADOS .....	21
6. DISCUSSÃO .....	24
7. CONCLUSÕES .....	30
8. SUMMARY .....	32
9. LITERATURA CITADA .....	34
APÊNDICE .....	47

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Análise da variância do ensaio nº 1, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m <sup>2</sup> . Ciclo 1974/75.....	37
Tabela 2 - Análise da variância do ensaio nº 2, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m <sup>2</sup> . Ciclo 1974/75.....	38
Tabela 3 - Análise da variância do ensaio nº 3, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m <sup>2</sup> . Ciclo 1974/75.....	39
Tabela 4 - Análise da variância do ensaio nº 4, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m <sup>2</sup> . Ciclo 1974/75.....	40
Tabela 5 - Análise da variância do ensaio nº 5, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m <sup>2</sup> . Ciclo 1974/75....	41
Tabela 6 - Produtividade média das 500 progênies de meios irmãos do milho Composto Flint Branco, das testemunhas e das progênies selecionadas .....	42
Tabela 7 - Valores médios encontrados relativos a acamamento e altura de inserção de espiga das progênies originais e das selecionadas em cada experimento. Ciclo 1974/75....	44
Tabela 8 - Quadrados médios dos cinco experimentos, referentes a tratamentos e resíduos. Esperança dos quadrados médios de tratamentos e resíduos da análise do látice .....	45
Tabela 9 - Estimativas da variância genética aditiva ( $\delta^2_A$ ), da variância entre famílias de meios irmãos ( $\delta^2_{MI}$ ), da variância dentro de parcelas ( $\delta^2_d$ ), do coeficiente de variação genética (CVG), da herdabilidade ( $h^2$ ) e do progresso esperado devido tanto à seleção entre como dentro de progênies, das 500 famílias submetidas a ensaios, no ciclo agrícola 1974/75 do Composto Flint Branco .....	46

## 1. RESUMO

Uma população de milho de grãos duros e brancos, denominada de Composto Flint Branco, de ampla base genética foi objeto do presente trabalho. A população em questão, sintetizada no Departamento de Genética a partir de 1965, foi obtida pela combinação de milhos originários de Cuba, Colômbia, América Central e Brasil.

A fim de se iniciar um programa de melhoramento visando à obtenção de uma variedade de milho de grãos duros e brancos, foram avaliadas 500 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Essas progênies foram obtidas de 500 plantas escolhidas da população, depois de cultivada por várias gerações para se obter uma recombinação adequada. O método de melhoramento utilizado corresponde, assim, à "seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos".

No ano agrícola de 1974/75 foram essas 500 famílias de meios irmãos avaliadas em cinco ensaios, látice 10 x 10 com três repetições em duas localidades. Duas testemunhas, representadas pelos híbridos

dos comerciais H 7974 e Agroceres 152 foram incluídas sistematicamente, repetindo-se três vezes em cada repetição, a cada cinco blocos ou 50 parcelas: no início, no meio e no final. Os experimentos foram conduzidos da maneira usual com parcelas constituídas por uma fileira de 10 m, espaçadas entre si por 1 m. O "stand" ideal por parcela foi de 50 plantas. Obtiveram-se dados de produção, altura da espiga e resistência ao acamamento.

A precisão dos experimentos foi satisfatória (C.V. entre 11% e 13%). Os valores de F apresentaram-se altamente significativos entre tratamentos. O coeficiente de variação genética reportada (6,8%) indica suficiente variabilidade para permitir progressos por seleção. Em função do comportamento das progênies para os caracteres considerados, foram selecionadas 107 progênies consideradas superiores, o que corresponde a uma intensidade de seleção de 21%. Estimou-se o progresso esperado para o próximo ciclo, sendo este valor de 7,37%. A herdabilidade para o caráter produção correspondeu a um valor de 15,9% no sentido restrito.

Com base nestes dados, é de se esperar a obtenção de uma população superior de milho de grãos flint brancos.

## 2. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), planta originária da América tropical, apesar de constituir uma única espécie, apresenta uma enorme variabilidade, existindo mais de três centenas de raças deste cereal. Sua importância para estudos genéticos pode ser apreciada pela grande quantidade de trabalhos existentes e pela categoria dos pesquisadores que escolheram o milho como material básico para suas pesquisas. Acrescenta-se ainda a importância econômica do cultivo do milho, pois ocupa um lugar de destaque entre as plantas cultivadas.

Não é de se estranhar então, que os métodos de melhoramento tenham evoluído conforme foram se acumulando conhecimentos sobre este cereal e conforme as exigências de satisfazer as necessidades nutricionais dos numerosos países, cujas populações têm no milho a fonte principal de sua dieta alimentar.

Segundo ALLARD (1971), o melhoramento de plantas começou simultaneamente com o cultivo das mesmas, porque a seleção de um tipo



particular de planta selvagem para cultivo pode ser considerada como uma forma de melhoramento. Pode-se acrescentar que a seleção massal é uma consequência natural de tal domesticação.

No fim do século passado e início do presente, inúmeras tentativas de melhoramento do milho foram efetuadas, especialmente nos Estados Unidos. Nesses programas os métodos de melhoramento empregados foram: a seleção massal, os cruzamentos intervarietais e a seleção espiga por fileira. Tais métodos têm maior interesse do ponto de vista histórico porque não se dispõem de dados que permitam uma análise crítica dos mesmos. Apesar disso, as informações disponíveis levaram à conclusão geral de que a seleção massal era eficiente apenas para melhorar a adaptação de uma variedade introduzida e não para aumentar a produtividade. Os cruzamentos intervarietais contribuíram para a formação de novas variedades, constituindo germoplasma básico para posterior melhoramento. A seleção espiga por fileira, assim como as anteriores mostrou ser ineficaz para melhorar a produtividade, sendo maior sua contribuição para aumentar o teor de óleo e de proteína (PATERNIANI, 1966).

O método de obtenção de milho híbrido duplo, proposto por JONES (1918) mereceu grande atenção dos melhoristas, que conseguiram híbridos muito produtivos. Entretanto, com o decorrer dos anos chegou-se a um novo limite, pois, apesar da intensidade dos trabalhos, os progressos eram poucos ou inexistentes. PATERNIANI (1969) considera que a superioridade relativamente pequena dos novos híbridos obtidos era devida ao emprego de germoplasma relativamente restrito, o qual não permitia a obtenção

de novos genótipos superiores com o emprego dos métodos então utilizados. Além disso, os conhecimentos sobre os mecanismos genéticos responsáveis pelo vigor de híbrido não progrediram o suficiente.

Os conhecimentos adquiridos sobre os componentes da variância hereditária que permitiram detectar a presença, em populações de milho, de suficiente variação genética aditiva, um dos fatores responsáveis pelo aumento do rendimento, reavivou o interesse nos modelos tradicionais de melhoramento. Desta maneira, foram sugeridas modificações tendentes a tornar os métodos mais efetivos, possibilitando obter maiores progressos. Como consequência disso, *LONNQUIST (1964)*, sugeriu um método modificado da seleção espiga por fileira que foi denominado por *PATERNIANI (1967)* de "Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos". Estes pesquisadores consideram que tal método deve conduzir a uma maior concentração de genes do tipo aditivo presentes na população, sem causar taxas elevadas de endogamia. O método em questão já possibilitou a obtenção de resultados bastante promissores, tendo mesmo conduzido à obtenção de variedades melhoradas amplamente utilizadas pelos agricultores.

Em vista disso, procurou-se iniciar um programa de melhoramento com o esquema indicado, na população Composto Flint Branco. Muito embora o milho flint branco seja de pouca expressão econômica, há, entretanto, um relativo interesse nesse tipo de milho para finalidades específicas. Dispondo-se de um germoplasma promissor, a justificativa e o interesse pelo presente trabalho fica aumentada.

Assim, o presente trabalho, através da condução de um ciclo de "Seleção de Famílias de Meios Irmãos", numa população de ampla

base genética denominada Composto Flint Branco visa a:

- a) Avaliação de progênies de meios irmãos na população Composto Flint Branco com vistas ao seu melhoramento para produtividade, altura da planta, altura da espiga e resistência ao acamamento.
- b) Estimar o coeficiente de variação genética e variação genética aditiva do material.
- c) Estimar o progresso genético esperado através da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Após a redescoberta das leis de Mendel, os conhecimentos sobre a herança foram se avolumando. Isto levou os melhoristas, em geral, e os do milho, em particular, à proposição de novos sistemas de melhoramento, os quais foram testados experimentalmente.

Pretendendo estabelecer a posição atualizada dos métodos aplicados em milho, *RICHEY (1922)*, fez uma revisão dos resultados obtidos com vários métodos de seleção e concluiu que a seleção massal aplicada à produção e qualidade, garante a manutenção e não o aumento da produtividade. Com relação ao método de espiga por fileira, achou que uma seleção bem dirigida pode conduzir a uma melhoria da produtividade, sempre que se parta de uma variedade não selecionada ou não adaptada. É necessário ressaltar, entretanto, que a incerteza de obter elevada produtividade, além dos custos exigidos em tempo e dinheiro, fazem-no parecer pouco recomendável como método prático para melhoramento da produtividade.

*SPRAGUE (1939)* justificou a ineficiência do método espiga por fileira para melhorar a produtividade devido, em parte, à seleção restrita que dá como resultado uma alta endogamia. Estimou, inclusive, que uma amostra de dez plantas constituía o mínimo adequado para representar uma população. Os conhecimentos atuais fazem aparecer inaceitável este número de plantas como representativas de uma população de milho. No entanto, *BRUNSON et alii (1948)*, citaram experimentos de Woodworth, o qual conseguiu, através do método de seleção espiga por fileira, obter variação para alto e baixo teor de óleo, de 12,02% e 1,62%, respectivamente, dentro da mesma variedade.

*WOODWORTH, LENG e JUGENHEIMER (1952)*, relatam os resultados obtidos durante 50 gerações de seleção em milho, sendo as 28 primeiras de espiga por fileira e as 22 últimas de seleção massal, para teor de óleo e proteína. Aplicando seleção bidirecional, chegaram a teores de óleo de 15,36% e 1,01%, respectivamente, partindo de uma porcentagem média inicial de 4,70%. Em proteína, a partir de 10,92% na população inicial, chegaram a 19,45% e 4,91%.

A efetividade do método espiga por fileira para melhorar caracteres como conteúdo de óleo e de proteína em milho, ficou bem evidenciada. Contudo, para produtividade, as várias tentativas malograram. Isto levou *LONNQUIST (1949)* a concluir que o esquema não funcionava para caracteres muito influenciados pelo ambiente, como produtividade. Por outro lado, sabe-se que a falta de variabilidade genética compromete o melhoramento. Pensou-se que devida à intensa pressão de seleção a que foram

submetidas as variedades no passado, essa variabilidade genética estava esgotada. Contudo, *LONNQUIST (1949)* demonstrou a existência de suficiente variabilidade genética aditiva com a seleção recorrente, e concluiu que este método proporciona um melhor e mais eficiente meio de obter melhoramento onde grande número de genes influencia a manifestação de um caráter. Este mesmo pesquisador evidenciou a possibilidade de se conseguir resultados significativos com os métodos simples de seleção, sempre que sejam acompanhados de delineamentos estatísticos apropriados.

Consoante com isto, *LONNQUIST (1964)* sugeriu o emprego do método de "seleção espiga por feileira modificada" que tende a incrementar a precisão da seleção intra-populacional e que, além disso, possibilita a obtenção de um ciclo de seleção em uma geração. *PATERNIANI (1967)* aplicando este método em uma população de milho do tipo dentado, denominado 'Dente Paulista', relatou resultados de três ciclos de seleção, obtendo aumento em produtividade de 13,6% por ciclo, comparado com a população original, sendo este aumento praticamente constante. Este pesquisador propôs a denominação de "seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos" ao método de espiga por fileira modificada. *WEBEL e LONNQUIST (1967)*, avaliaram o método citado, para produção de grãos, através de 4 ciclos de seleção na variedade 'Hays Golden'. A produção média alcançada foi de 9,44% de incremento com respeito à variedade parental, por ciclo de seleção. Estes autores esperam, em ciclos avançados de seleção um decréscimo da variância genética aditiva dentro e um incremento entre famílias de meios irmãos, devido à consangüinidade.

ZINSLY (1969), observou ganhos médios de 13,8% em três populações de milho com emprego da seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, sendo que para as mesmas populações obteve ganhos médios de 6,4% empregando seleção massal. DARRAH *et alii* (1972) relataram progressos obtidos com emprego do método de famílias de meios irmãos, durante 6 ciclos de seleção, obtendo ganhos por ciclos maiores no material introduzido (3,0%) do que na variedade local (0,9%).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Material

O Composto Flint Branco utilizado no presente trabalho faz parte do programa do Instituto de Genética que visa à obtenção de populações de ampla variabilidade genética, como material básico de melhoramento. Este composto é formado principalmente por germoplasmas de Cuba, Colômbia e Brasil. A seguir, é apresentada uma relação dos materiais que entraram na composição do Composto Flint Branco o que serve para dar idéia da sua ampla base genética.

Participaram do composto os seguintes materiais: uma população obtida a partir da combinação de PD(MS)6, Nariño 330 x Peru 330, Amarello Salvadoreño, Sintético de Florida e Eto Amarillo; a variedade sintética Cuprico; uma população de milho duro branco resultante do cruzamento de Nariño 330 x Peru 330 obtida na Colômbia. Também entraram em sua formação Cuba 11 J, Eto Blanco, Cuba Grupo-1, Puerto Rico Grupo-2, Compuesto



Amarillo del Caribe, Cuba 28, Diacol V-101, Nariño 330, Amarillo Salvadoreño, Sintético de Florida, Eto Amarillo, Venezuela-1, PD(MS)6, Pérola Piracicaba e o Cateto Composto.

O Composto Flint Branco foi obtido a partir de 1965 quando foram plantados em lote isolado de despendoamento, as populações componentes que foram citadas. As fileiras masculinas foram plantadas com mistura das mesmas populações componentes. As gerações seguintes foram destinadas especialmente à recombinação e manutenção por seleção massal branca e, não obstante, a maioria dos milhos envolvidos apresentar grãos amarelos ou laranja, havia uma certa frequência de grãos brancos. Na formação do Composto Flint Branco, estes grãos brancos, que são homozigotos recessivos, foram selecionados, obtendo-se uma população de ampla base genética, porém, uniforme para o caráter coloração de grãos brancos.

No ano agrícola 1973/74, esta população foi plantada em lote isolado. Desse campo foram colhidas 500 plantas selecionadas. As sementes de cada uma das 500 plantas debulhadas e mantidas separadamente, representam uma família de meios irmãos. Obtiveram-se, assim, 500 famílias que constituem o material base do presente trabalho.

Além de possuir grãos brancos, outras características salientes do composto são: porte relativamente alto das plantas (aproximadamente 250 cm), inserção de espiga no terço superior da planta, sabugo cilíndrico com predominância de coloração branca, apresentando as espigas 14 fileiras de grãos em média.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Condução dos experimentos

Empregou-se o método de "Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos", o qual permite uma boa avaliação das progênes testadas. O progresso obtido é, em grande parte, função da variância genética aditiva, a qual corresponde a quatro vezes a variância de famílias de meios irmãos.

Em 1974/75, 500 famílias de meios irmãos do Composto Flint Branco foram testadas em 5 grupos de 100 progênes cada um, em duas localidades, empregando-se o delineamento experimental de látice 10 x 10 com três repetições e duas testemunhas. Cada parcela era constituída por uma fileira de 10 m de comprimento com 1 m de separação entre elas. Cada cova, distante 0,40 m na fileira recebeu três grãos na sementeura ficando após o desbaste com duas plantas. Assim, o número ideal de plantas por parcela é de 50, tendo cada parcela uma área de 10 m<sup>2</sup>.

A fim de permitir uma base para medir o progresso conseguido com a seleção e possibilitar ainda comparações com padrões comerciais bem estáveis e de alta produtividade, foram utilizadas como testemunhas os híbridos comerciais Agroceres 152 e o HMD 7974. Essas testemunhas foram distribuídas sistematicamente, repetindo-se três vezes em cada repetição, a cada 50 tratamentos: início, no meio e no final.

Os ensaios instalaram-se nos municípios de Piracicaba (Água Santa) e de São Simão, Estado de São Paulo. A sementeira foi manual, realizada na época normal (outubro); as adubações e controles fitossanitários aplicados à cultura foram também normais. Em uma das localidades (Piracicaba), em 200 progênies, duas repetições e 10 plantas por parcela, determinou-se após a floração, a altura da planta (até inserção da última folha) e a altura de inserção da espiga superior. A fim de estimar a variância dentro de parcelas, foram determinados por ocasião da colheita, a produção individual nessas 200 parcelas dos plantios de Piracicaba.

Como a seleção baseia-se não só na produtividade como também na altura da planta, da espiga e acamamento, no momento da colheita foram tomados dados por parcela, nas progênies restantes, das seguintes características: altura média de plantas, altura média de espigas, número de plantas, acamamento (raiz e colmo) e produção de grãos.

Sendo 50 plantas o "stand" ideal por parcela, aquelas que não apresentavam este número eram corrigidas conforme a fórmula proposta por ZUBER (1942):

$$CW = FW \frac{H - 0,3 M}{H - M}$$

onde:

= peso corrigido

FW = peso de campo

H = número ideal de plantas por parcela (50 no caso)

M = número de plantas perdidas.

Este ajuste para "stand" ideal acrescenta 0,7 da produção média para cada planta perdida, e 0,3 é o acréscimo em produção das plantas próximas às folhas.

#### 4.2.2. Estimativa de parâmetros

Com as produções corrigidas, os experimentos foram analisados conforme o seguinte modelo:

Análise da variância de um látice 10 x 10 com 3 repetições

F.V.	G.L.	Q.M.
Repetições	2	
Tratamentos não ajustados	99	$M_2$
Componente b	27	
Resíduo	171	$M_1$
Total	299	

onde:

$M_2$  = é o quadrado médio dos tratamentos não ajustados

$M_1$  = é o quadrado médio do resíduo.

A variabilidade genética do material foi determinada através do cálculo do coeficiente de variação genética, como mostra a seguinte tabela:

Cálculo do coeficiente de variação genética

G.L.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Análise combinada			
						G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	
Tratamentos	99	$m_2^1$	$m_2^2$	$m_2^3$	$m_2^4$	$m_2^5$	5x99=495	$m_2$	$\delta^2 + r\delta_{MI}^2$
Resíduo	171	$m_1^1$	$m_1^2$	$m_1^3$	$m_1^4$	$m_1^5$	5x171=855	$m_1$	$\delta^2$

$$C.V. \text{ genética} = \frac{\delta_{MI}}{\bar{x}} \times 100 \quad C.V. \text{ genética} = \sqrt{\frac{m_2 - m_1}{r}} / \bar{x} \times 100$$

onde:

$m_1$  = é a soma dos quadrados médios para o resíduo dos cinco grupos de progênes

$m_2$  = é a soma dos quadrados médios para os tratamentos dos cinco grupos de progênes

$\delta_{MI}^2$  = variância entre famílias de meios irmãos da análise do látice

$\delta^2$  = variância do resíduo (erro experimental)

$r$  = número de repetições (3)

$\bar{x}$  = média geral dos cinco grupos de progênes

É de interesse determinar a variância genética aditiva ( $\delta^2_A$ ), pois assinala a fração genética utilizável pela seleção, ela pode ser estimada a partir da variância entre famílias de meios irmãos ( $\delta^2_{MI}$ ) conforme *PATERNIANI (1968)*, como segue:

$$\delta^2_A = 4\delta^2_p = 4\delta^2_{MI}/n^2$$

$\delta^2_p$  = variância de progênies de meios irmãos ao nível de indivíduos

n = número de plantas por parcela.

Para estimar o progresso genético esperado por seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (seleção pelo lado materno e pelo lado paterno) fêz-se uso da seguinte expressão, citada por *PATERNIANI (1968)*:

$$\Delta = \frac{K_1 \ 2/8\delta^2_A}{\sqrt{\delta^2_p + \delta^2_e/r + \delta^2_d/nr}} + \frac{K_2 \ 3/8\delta^2_A}{\sqrt{\delta^2_d}}$$

onde:

$\Delta$  = progresso genético esperado.

O primeiro termo corresponde ao progresso esperado devido à seleção entre progênies de meios irmãos, e o segundo termo ao progresso esperado devido à seleção massal das plantas dentro das progênies selecionadas.

$K_1$  = é obtido em função da percentagem de famílias selecionadas (21% no caso)

$K_2$  = é obtido em função da percentagem de plantas selecionadas dentro das famílias (5 plantas entre 50, ou seja, 10%)

A obtenção dos valores destas constantes são apresentadas no Apêndice.

$\delta^2_A$  = variância genética aditiva

$\delta^2_p$  = variância de progênies (ao nível de indivíduo)

$\delta^2_e$  = variância do efeito entre parcelas

$\delta^2_d$  = variância entre plantas dentro de parcelas

$r$  = número de repetições nos ensaios das progênies de meios irmãos

$n$  = número de plantas por parcela.

VENCOVSKY<sup>+</sup> (informação pessoal) considera que os cálculos para o progresso genético esperado, baseados em  $K_1$  e  $K_2$ , não são corretos neste caso, visto que a seleção não abrangeu necessariamente as mais produtivas, pois outros caracteres, além de produtividade, foram também considerados. Por isso, foi necessário substituir  $K_1$  por um diferencial de seleção, determinado conforme a expressão seguinte:

$$d_s = \frac{x_s - x_o}{n}$$

onde:

$d_s$  = diferencial de seleção

$x_s$  = produção média das progênies selecionadas

---

+ Dr. Roland Vencovsky - Professor do Departamento de Genética.

$X_0$  = produção média das progênies originais

$n$  = número de plantas

Desta forma, o progresso genético esperado correspondeu à seguinte expressão:

$$\Delta = \frac{d_s \ 1/4 \ \delta^2_A}{\delta^2_F} + \frac{K_2 \ 3/8 \ \delta^2_A}{\delta_d}$$

Com o uso do diferencial de seleção, o ganho esperado é menor do que com o uso do  $K_1$  na seleção "entre", devido a que o emprego de  $K_1$  indica uma seleção absoluta das progênies superiores para um caráter determinado (no caso produtividade). Por outro lado, o diferencial de seleção não se baseia em um só caráter, considera como no caso presente além da produtividade, altura da planta, altura da espiga e acamamento. Por esta razão, *VENCOVSKY* sugere diminuir na componente da seleção "dentro" a mesma porcentagem existente entre  $K_1$  e diferencial de seleção, de maneira a manter a proporcionalidade dos ganhos devidos à seleção entre e dentro de famílias (Ver Apêndice).

Assim, obtiveram-se os ganhos devido à seleção entre famílias de meios irmãos e os devido à seleção massal dentro de progênies, expressos em kg/planta e em g/planta. Este progresso esperado foi expresso em porcentagem, relacionada com a produção média da população original.

Conforme *PATERNIANI (1968)* desde que é feita uma seleção massal dentro de cada parcela selecionada, terá maior interesse uma esti



mativa de herdabilidade no sentido restrito, relacionando a variância genética aditiva e a variância entre plantas dentro de parcelas, como segue:

$$h^2 = \frac{\delta^2_A}{\delta^2_d}$$

A frequência de distribuição das famílias originais e das selecionadas foi determinada da seguinte maneira: a produção média das testemunhas, nos 5 grupos de experimentos, foi considerada como igual a 100 e todas as outras progênes foram a ela relacionadas, em porcentagem.

## 5. RESULTADOS

As tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam as análises da variância como látice, dos cinco experimentos referentes à produção de grãos em quilogramas por parcela. Adicionam-se dados de produção média das progênes e testemunhas de cada experimento, como também o "stand" médio. O número médio de plantas por parcela ("stand"), 43, pode ser considerado como bom. Os coeficientes de variação oscilaram entre 12,0% e 13,1% demonstrando precisão satisfatória dos ensaios. A eficiência dos experimentos em relação a blocos ao acaso variou de 103,0% a 117,9%.

O teste F, aplicado a tratamentos ajustados, mostrou diferenças altamente significativas entre progênes, em todos os ensaios; indicando comportamento diferencial das progênes. A produção média das famílias variou desde 6,15 quilogramas por parcela, no ensaio nº1, até 6,49 kg/parcela no ensaio nº 4. A variação na produção média das testemunhas foi desde 6,50 até 7,65 kg/parcela.

Na tabela 6 pode-se visualizar a produtividade média das 500 progênies e a média geral das duas testemunhas utilizadas, sendo esses valores, respectivamente, 6,37 e 7,03 kg/parcela. A produção das progênies é inferior em 9,3% às testemunhas. Deve-se salientar que as testemunhas empregadas são híbridos duplos muito produtivos e que o composto é milho do tipo flint, além disso, deve-se considerar que é uma população original, sem seleção alguma. Agregou-se também à mesma tabela a produção média das progênies selecionadas. Vê-se que apresentam produtividade idêntica àquela das testemunhas.

A distribuição das frequências, baseada em produção de grãos, das 500 progênies avaliadas e das 107 progênies selecionadas, pode ser apreciada na figura 1. As linhas cheias correspondem à população original e as interrompidas às progênies selecionadas. Percebe-se que as progênies selecionadas não foram, necessariamente, as mais produtivas. A esse respeito, a tabela 7 esclarece os critérios auxiliares empregados na seleção das progênies. Observa-se que os valores médios relativos a acamamento e altura de inserção de espiga são ligeiramente superiores na população original (2,32 e 3,41, respectivamente) que na população selecionada (2,09 e 3,32); mostrando que estes dois parâmetros foram considerados na seleção.

Os quadrados médios e a esperança dos quadrados médios dos cinco experimentos referentes a tratamentos e resíduos, são reportados na tabela 8. A partir desses dados, são apresentados na tabela 9 o coeficiente de variação genética, a variação entre famílias de meios irmãos

e a variância genética aditiva. Também está incluída a estimativa da variância dentro de parcelas, em gramas ao quadrado por planta.

Em função da intensidade de seleção aplicada, foi estimado o progresso esperado no próximo ciclo, sendo esse valor de 9,393 gramas por planta. Desse total, 6,126 g/planta é o progresso esperado devido à seleção entre famílias de meios irmãos, e de 3,267 g/planta o progresso esperado devido à seleção massal dentro de progênie selecionadas. A produção média por planta obtida na população original foi de 127,46 g. A produção média por planta esperada na população melhorada é de 136,85 g. Portanto, o progresso esperado em porcentagem é igual a 7,37%. A herdabilidade determinada no sentido restrito correspondeu a um valor de 15,94%. Os cálculos relativos a esses parâmetros são apresentados no Apêndice.

## 6. DISCUSSÃO

Os milhos do tipo duro, como o empregado no presente trabalho apresentam, no geral, produtividade sensivelmente inferior a dos milhos dentados e semi-dentados. Assim sendo, pode-se considerar que o nível de produtividade do Composto Flint Branco está bastante satisfatório, pois a sua produção média foi apenas 9,3% inferior às testemunhas. Esta afirmativa advém do fato de que as testemunhas empregadas são híbridos comerciais de reconhecida produtividade; além disso, o tipo do milho das testemunhas é de grande interesse para as condições imperantes no país, portanto, a que tem merecido maior atenção dos melhoristas em geral. Outra consideração a ter presente é que a população em estudo não foi anteriormente submetida a melhoramento para produtividade. O primeiro ciclo de seleção está sendo iniciado com o presente trabalho, podendo-se notar que a população selecionada já apresenta produtividade idêntica às testemunhas.

A variabilidade genética do material foi medida através da determinação do coeficiente de variação genética. Encontrou-se um valor de 6,8%, o que indica presença de grande variabilidade genética e, portanto, possibilidade de se obter substancial progresso genético. *ZINSLY (1969)* com o emprego da seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, observou ganhos da ordem de 13,8%, em média, em três populações. Os coeficientes de variação genética para as populações foram: 'Dente Paulista', 11,8%; 'Cateto', 8,5%; e 'Caingang', 4,6%. Utilizando a seleção massal foi obtido um ganho de 6,4% nas mesmas populações. *WEBEL e LONNQUIST (1967)* obtiveram ganhos médios de 9,4% durante três ciclos de seleção na variedade 'Hays Golden' com coeficientes de variação genética entre 4% e 5%.

À medida que os ciclos de seleção se sucedem, ocorre, como seria de esperar, diminuição da variabilidade genética da população. Tem sido relatado que a maior queda da variabilidade ocorre da população original para o 1º ciclo de seleção.

*PATERNIANI (1967)* observou este fato, contudo, considerando o ganho obtido, achou que tal queda não era excessiva. *WEBEL e LONNQUIST (1967)* atribuem essa queda à redução nas diferenças entre famílias de meios irmãos na população original e/ou na essencial fixação de genes maiores como resultado da seleção inicial. *SILVA et alii (1968)* consideraram, entre outras razões, que a redução é função da intensidade de seleção e do número de famílias selecionadas para formar a nova população. Assim é que *WEBEL e LONNQUIST (1967)* e *PATERNIANI (1967)* utilizaram 44 e 30 progênies, respectivamente, como componentes

da população para o seguinte ciclo, o que possivelmente não constitui uma amostra muito ampla.

No presente trabalho, como sugere *PATERNIANI (1968)*, a população selecionada foi formada por maior número de progênies, 107 no caso, correspondendo a uma intensidade de seleção de 21%. Espera-se, desse modo, que a variabilidade genética do material não seja afetada drasticamente. A herdabilidade determinada no sentido restrito para produção de grãos (15,9%), pode ser considerada como boa para o caráter em questão.

A variância de famílias de meios irmãos na população do presente trabalho, apresentou um valor de  $0,7465 \times 10^{-4} \text{ kg}^2/\text{planta}$ . Trata-se de parâmetro de grande importância uma vez que representa um quarto da variância genética aditiva, que constitui a fração aproveitável na seleção. *ZINSLEY (1969)*, no milho cateto, obteve um valor da variância genética aditiva duas vezes inferior à reportada neste estudo. Assim sendo, espera-se um progresso efetivo em função da seleção praticada na população Composto Flint Branco.

Nos ciclos subsequentes, espera-se que a variância genética tenda a diminuir muito embora a endogamia resultante seja bastante reduzida (*LERNER, 1958*). Sendo assim, a herdabilidade, que está em função da variância genética, sofrerá queda, e o ganho que se obtiver será devido, em maior grau, à seleção entre progênies. No entanto, *DARRAH et alii (1972)*, reportaram progressos durante 4 ciclos de seleção com aplicação do método de progênies de meios irmãos, em milhos sulamericanos em Kenya, sem que a variância genética fosse alterada.

*EBERHART et alii* (1972) também não encontraram diminuição da variância genética por endogamia e seleção.

Deve ser lembrado que o método de seleção utilizado leva em consideração a seleção entre e dentro de progênies. *LERNER* (1958) denominou seleção combinada aquela baseada em fenótipos individuais e em médias de famílias, e considerou que a eficiência do método, medida através do ganho esperado, deve ser necessariamente maior que aquela obtida por seleção massal ou seleção de famílias unicamente.

No presente estudo, o ganho total esperado foi de 7,37%, sendo 4,81% o progresso esperado devido à seleção entre famílias de meios irmãos e de 2,56% o progresso esperado devido à seleção massal dentro de progênies selecionadas. Tais dados, expressos em porcentagem, correspondem a 65% e 35%, respectivamente, para seleção entre e dentro de progênies.

*WEBEL e LONNQUIST* (1967) com emprego de progênies de meios irmãos, obtiveram um ganho total de 8,4% na variedade 'Hays Golden'. Para esse progresso, verificaram que a seleção entre famílias contribuiu com 54% enquanto que a seleção dentro de famílias contribuiu com 46%. *PATERNIANI* (1968) reportou uma relação de 58% e 42%, respectivamente, para esses dois componentes da seleção, para um ganho total de 2,5% na população de milho 'Centralmex.' Já para o 'Piramex,' onde o progresso total foi de 12,8%, este pesquisador encontrou que a contribuição da seleção entre foi de 40% e a da seleção dentro, de 60%. Todos estes ganhos esperados foram estimados a partir da população original pa-



ra o primeiro ciclo de seleção.

Estes autores, nos seus respectivos cálculos de ganho esperado, consideraram a variância dentro de progênes como sendo dez vezes a variância entre progênes. *MIRANDA FILHO e VENCOVSKY (1972)* calcularam o progresso genético esperado em várias populações de milho com base na mesma intensidade para a seleção entre famílias (15%) e para a seleção dentro de famílias (20%). Naquelas populações em que a variância dentro de progênes foi estimada, obteve-se a relação de variâncias, possibilitando a construção da seguinte tabela:

$\sigma^2_d/\sigma^2_e$	G a n h o s			
	Entre	%	Dentro	%
4,2	4,94	47	5,58	53
5,0	4,13	49	4,28	51
6,6	3,32	59	2,28	41
8,4	5,98	58	4,36	42
9,9	5,27	61	3,44	39
10,7	5,27	63	3,08	37

A tabela permite visualizar que enquanto a relação variância dentro de progênes - variância entre progênes mantém um valor igual ou menor a 5, os ganhos devidos à seleção entre e dentro de progênes estão ao redor de 50%. Quando o valor da relação entre estas duas variâncias aumenta, os ganhos devidos à seleção entre famílias vão sendo

progressivamente maiores que os ganhos devidos à seleção dentro de progênies. A importância de se estimar a  $\delta^2_d$  fica assim realçada, pois quando ela é considerada como sendo dez vezes a  $\delta^2_e$ , deve existir uma certa relação de ganhos entre e dentro de progênies. Se assim não acontece é porque possivelmente o valor da  $\delta^2_d$  não corresponde a essa relação.

No presente trabalho, a relação  $\delta^2_d/\delta^2_e$  obtida foi de 9,5; sendo o ganho devido à seleção entre famílias de 65% e o ganho dentro de progênies de 35%. Vê-se que a relação foge um pouco daquela estabelecida anteriormente. Contudo, deve-se salientar que a intensidade da seleção aplicada neste experimento (21% entre famílias e 10% dentro de famílias) difere da reportada na tabela. Não obstante, a tendência é a mesma.

Como já tem sido relatado, o emprego de progênies de polinização livre de plantas individuais como meio para melhorar populações é bastante eficiente (WEBEL e LONNQUIST, 1967; PATERNIANI, 1967). Tal eficiência advém fundamentalmente do emprego do teste de progênie e da reduzida taxa de endogamia. Assim sendo, no presente material, torna-se possível a obtenção de progressos significativos nos ciclos iniciais de seleção, através do emprego do método de meios irmãos. Para tal efeito, a herdabilidade deve-se manter num nível tal que permita uma seleção efetiva, tanto entre como dentro de famílias. Espera-se que a variabilidade genética existente no material, não sofra queda sensível, uma vez que foi selecionado um número elevado de progênies, para a constituição da população do ciclo I.

## 7. CONCLUSÕES

As seguintes conclusões podem ser relacionadas em função dos resultados obtidos:

1) A população estudada, Composto Flint Branco, que se caracteriza por apresentar grãos duros brancos tem uma produtividade considerada alta para esse tipo de milho. Em média, a sua produtividade foi apenas 9,3% inferior às testemunhas que correspondem a milhos de elevada produtividade, resultantes de longos anos de melhoramento. Esse fato é significativo pois indica que a população, embora ainda não melhorada, já se encontra com elevado nível de produtividade.

2) Tratando-se de uma população de ampla base genética, como seria de esperar, o material apresenta elevada variabilidade genética. Isso é indicado pelo seu coeficiente de variação genética encontrado de 6,78%. Em vista desse valor e das diferenças significativas entre as progênies, existe amplas possibilidades de seleção de progênies

de meios irmãos superiores.

3) Em função da variância genética aditiva estimada e da intensidade de seleção aplicada, espera-se obter no 1º ciclo um progresso de 7,4%, o que é bastante promissor.

4) Existindo apreciável variância genética na população, e uma vez que a amostra selecionada é constituída por 107 progênies, espera-se a manutenção de suficiente variabilidade genética para possibilitar progressos subsequentes.

## 8. SUMMARY

A population of white maize called Composto Flint Branco (White Flint Composite) was used. The population has a broad genetic basis, was synthesized in the Department of Genetic, ESALQ, beginning in 1965, and was obtained from the combination of germplasms from Cuba, Colombia, Central America and Brazil.

A breeding program aimed to obtain an improved white flint variety was initiated using the White Flint Composite as basic material. The "selection among and within half-sib families" method is being used.

During the 1974-75 season, 500 half-sib families were evaluated in five 10 x 10 triple lattice design, with three replications. Two commercial hybrids used as check, were repeated systematically three times in every replication. Data on yield, ear height and lodging were obtained.

A genetic coefficient of variation of 6.8% was obtained indicating enough genetic variability to obtain progress from selection. Based on the yield trials data, 107 superior half-sib families were selected, which corresponds to a selection intensity of 21%. An expected progress for the first cycle of the order of 7.37% is anticipated. An estimation of the heritability for grain yield was obtained giving a value of 15.9%.

The study indicates that an effective progress should be achieved, leading to the obtaintion of an improved white flint variety.

## 9. LITERATURA CITADA

ALLARD, R.W. 1971. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 381 p.

BRUNSON, A.M.; F.R. EARLE e J.J. CURTIS. 1948. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. *Agron. J.* Madison, 40: 180-185.

DARRAH, L.L.; S.A. EBERHART e L.H. PENNY. 1972. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop Sci.* Madison, 12: 605-608.

EBERHART, S.A.; S. DEBELA e A.R. HALLAUER. 1973. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCB1 maize populations and half-sib selection in BSSS. *Crop Sci.* Madison, 13: 451-456.

FISHER, R.A. e F. YATES. 1971. Tabelas Estatísticas. São Paulo. Editora Polígono. 150 p.

- JONES, D.F. 1918. The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. *Conn. Agr. Expt. Sta. Bull.* 207: 5-100.
- LERNER, M.I. 1958. The genetic basis of selection. New York, John Wiley & Sons, Inc. 298 p.
- LONNQUIST, J.H. 1949. The development and performance of synthetic varieties of corn. *Agron. J.* Madison, 41: 153-156.
- LONNQUIST, J.H. 1964. A modification of the car-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Sci.* Madison, 4: 227-228.
- MIRANDA FILHO, J.B.de e R. VENCOVSKY. 1972. Estimativas da variância genética aditiva de diversas populações locais de milho. *Relatório Científico*. Piracicaba, 61-66.
- PATERNIANI, E. 1966. Cultura e adubação do milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa. 541 p.
- PATERNIANI, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* Madison, 7: 212-216.
- PATERNIANI, E. 1968. Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Tese para cargo de Professor Catedrático).



- PATERNIANI, E. 1969. Melhoramento e Genética. São Paulo. Edições Melhoramentos. 301 p.
- RICHEY, F.D. 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. *J. Am. Soc. Agron.* New York, 14: 1-17.
- SILVA, W.J. da e J.H. LONNQUIST. 1968. Genetic variances in populations developed from full-sib and S1 testcross progeny selection in an open-pollinated variety of maize. *Crop Sci.* Madison, 8: 201-204.
- SPRAGUE, G.F. 1939. An estimation of the number of top-crossed plants required for adequate representation of a corn variety. *Agron. J.* Madison, 31: 11-16.
- WEBEL, O.D. e J.H. LONNQUIST. 1967. An evaluation of modified cartow selection in a population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* Madison, 7: 651-655.
- WOODWORTH, C.M.; E.R. LENG e R.W. JUGENHEIMER. 1952. Fifty generations of selection for protein and oil corn. *Agron. J.* Madison, 44: 60-65.
- ZINSLY, J.R. 1969. Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 52 p (Tese de Doutorado).
- ZUBER, M.S. 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *Agron. J.* Madison, 34: 30-47.

Tabela 1 - Análise da variância do ensaio nº 1, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m<sup>2</sup>. Ciclo 1974/75.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Repetições	2	14,9041	
Tratamentos não ajustados	99	97,5420	
Blocos dentro repet. ajust.	27	45,5801	1,6881
Erro intra blocos	171	102,6277	0,6001
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>260,6541</b>	
Teste F (tratam. ajustados) .....	1,5982**	Eficiência .....	114,65%
Média geral .....	6,1487 kg	C.V. ....	13,14%
Média de Ag. 152 e H 7974.....	6,622 kg	"Stand" médio...	42,8 pl.

\*\*

Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2 - Análise da variância do ensaio nº 2, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênes de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m<sup>2</sup>. Ciclo 1974/75.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Repetições	2	18,1068	
Tratamentos não ajustados	99	105,9875	
Blocos dentro repet. ajust.	27	27,1239	1,0045
Erro intra blocos	171	106,9906	0,6256
Total	299	258,2039	
Teste F (tratam. ajustados) .....	1,5682**	Eficiência.....	102,96%
Média geral .....	6,3284 kg	C.V. ....	12,82%
Média de Ag. 152 e H 7974 .....	6,496 kg	"Stand" médio...	43,2 pl.

\*\*

Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 3 - Análise da variância do ensaio nº 3, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênes de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m<sup>2</sup>. Ciclo 1974/75.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Repetições	2	9,7829	
Tratamentos não ajustados	99	129,9941	
Blocos dentro repet. ajust.	27	48,5400	1,7977
Erro intra blocos	171	101,1640	0,5916
Total	299	289,4812	
Teste F (tratam. ajustados).....	1,8298**	Eficiência .....	117,09%
Média geral .....	6,4831 kg	C.V. ....	12,40%
Média de Ag. 152 e H 7974.....	7,229 kg	"Stand" médio.....	42,5 pl.

\*\*

Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 4 - Análise da variância do ensaio nº 4, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênes de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m<sup>2</sup>. Ciclo 1974/75

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Repetições	2	22,2632	
Tratamentos não ajustados	99	112,1518	
Blocos dentro repet. ajust.	27	43,5152	1,6116
Erro intra blocos	171	102,0959	0,5970
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>280,0263</b>	
Teste F (tratam. ajustados) .....	1,6579**	Eficiência.....	113,44%
Média geral .....	6,4846 kg	C.V. ....	12,42%
Média de Ag. 152 e H 7974 .....	7,653 kg	"Stand" médio.....	42,6 pl.

\*\*

Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 5 - Análise da variância do ensaio nº 5, látice 10 x 10 com 3 repetições, 100 progênies de meios irmãos do Composto Flint Branco. Produções em kg/10 m<sup>2</sup>. Ciclo 1974/75.

Fonte de variação	G.L.	S.O.	Q.M.
Repetições	2	29,3553	
Tratamentos não ajustados	99	123,9585	
Blocos dentro repet. ajust.	27	45,4010	1,6815
Erro intra blocos	171	92,3263	0,5399
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>291,0413</b>	
Teste F (tratam. ajustados)....	1,9256**	Eficiência.....	117,92%
Média geral .....	6,4197 kg	C.V. ....	11,96%
Média de Ag. 152 e H 7974.....	7,139 kg	"Stand" médio.....	43,3 pl.

\*\*

Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 6 - Produtividade média das 500 progênes de meios irmãos do milho Composto Flint Branco, das testemunhas e das progênes selecionadas

Material	N	Produção kg/ha	Produtividade em relação às testemunhas (%)
Progênes originais	500	6.373	90,68
Testemunhas (H 7974 e Agroceres 152)	2	7.028	100,00
Progênes selecionadas	107	7.005	99,67

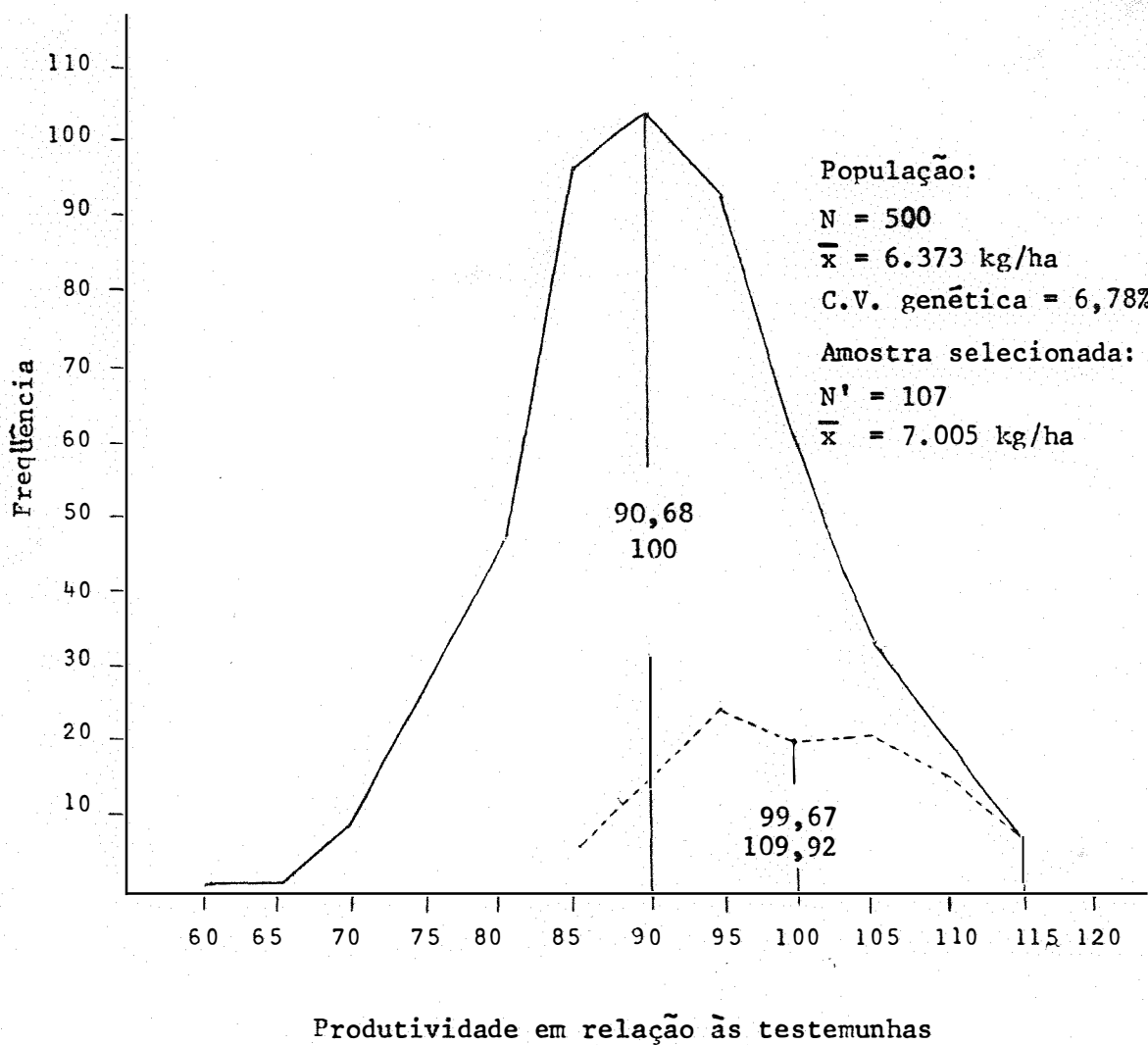


Figura 1 - Distribuição das frequências das produções das progênes de meios irmãos da população e da amostra selecionada do Composto Flint Branco



Tabela 7 - Valores médios encontrados relativos a acamamento e altura de inserção de espiga das progênes originais e das selecionadas em cada experimento. Ciclo 1974/75.

Ensaio	População	N	Índice de acamamento <sup>(1)</sup>	Índice de altura de inserção de espiga <sup>(2)</sup>
1	Original	100	2,59	3,50
	Selecionada	20	2,18	3,58
2	Original	100	2,53	3,39
	Selecionada	22	2,43	3,43
3	Original	100	1,97	3,71
	Selecionada	19	1,84	3,37
4	Original	100	1,90	3,19
	Selecionada	27	1,80	3,07
5	Original	100	2,61	3,27
	Selecionada	19	2,18	3,13
Média Geral	Original	500	2,32	3,41
	Selecionada	107	2,09	3,32

(1) Classificação do acamado:

- 1 - até 10% de plantas acamadas por fileira
- 2 - de 10% a 30% de plantas acamadas por fileira
- 3 - de 30% a 50% de plantas acamadas por fileira
- 4 - de 50% a 70% de plantas acamadas por fileira
- 5 - maior a 70% de plantas acamadas por fileira

(2) Classificação de altura de inserção de espiga:

- 1 - até 50 cm
- 2 - de 51 a 130 cm
- 3 - de 131 a 150 cm
- 4 - de 151 a 170 cm
- 5 - maior a 170 cm

Tabela 8 - Quadrados médios dos cinco experimentos, referentes a tratamentos e resíduos. Esperança dos quadrados médios de tratamentos e resíduos da análise do látice

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)	F.
Progênie (m <sub>2</sub> )				$\delta^2 + r\delta^2_{MI}$	
Exp. 1	99	97,5420	0,9853		
2	99	105,9875	1,0706		
3	99	129,9941	1,3131		
4	99	112,1518	1,1328		
5	99	123,9585	1,2521		
Progênie (combinado)	495	569,6339	1,1508		1,9475**
Resíduo (m <sub>1</sub> )				$\delta^2$	
Exp. 1	171	102,6277	0,6002		
2	171	106,9906	0,6257		
3	171	101,1640	0,5916		
4	171	102,0959	0,6971		
5	171	92,3263	0,5399		
Resíduo (combinado)	855	505,2045	0,5909		

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

Tabela 9 - Estimativas da variância genética aditiva ( $\delta^2_A$ ), da variância entre famílias de meios irmãos ( $\delta^2_{MI}$ ), da variância dentro de parcelas ( $\delta^2_d$ ), do coeficiente de variação genética (CVG), da herdabilidade ( $h^2$ ) e do progresso esperado devido tanto à seleção entre como dentro de progênies, das 500 famílias submetidas a ensaios, no ciclo agrícola 1974/75 do Composto Flint Branco

Número de Progênies	$\delta^2_A$ kg <sup>2</sup> /planta (x 10 <sup>-4</sup> )	$\delta^2_{MI}$ kg <sup>2</sup> /planta (x 10 <sup>-4</sup> )	$\delta^2_d$ g <sup>2</sup> /planta	CVG %	$h^2$ %	Progresso esperado g/planta	Entre Dentro
500	2,9861	0,7465	1873,47	6,78	15,9	6,126	3,327

## A P Ê N D I C E

## 1 - Cálculo do coeficiente de variação genética

A partir da análise combinada de lâtes, obteve-se o quadrado médio para progênies e resíduos. Isto permite o cálculo do coeficiente de variação genética como segue:

$$\text{C.V. genética} = \sqrt{\frac{m_2 - m_1}{r}} / \bar{x} \times 100$$

$m_2 = 1,1508$  é o quadrado médio de progênies

$m_1 = 0,5909$  é o quadrado médio de resíduo

$\bar{x} = 6,373$  kg/parcela é a produção média das progênies

$r = 3$  é o número de repetições

$$\text{C.V. genética} = \sqrt{\frac{1,1508 - 0,5909}{3}} / 6,373 \times 100$$

$$\text{C.V. genética} = 6,78\%$$

A esperança do quadrado médio de progênies e do resíduo correspondem respectivamente:

$$\text{progênies} = 1,1508 = \delta^2 + r\delta^2_{MI}$$

$$\text{resíduo} = 0,5909 = \delta^2$$

de onde pode ser tirada a variância entre progênies de meios irmãos da seguinte maneira:

$$\delta^2_{MI} = \frac{1,1508 - 0,5909}{3}$$

$$\delta^2_{MI} = 0,18663333 \text{ (ao nível de parcela: } n^2 = 2.500 \text{ plantas).}$$

$$\delta^2_{MI} = \frac{0,18663333}{2.500}$$

$$\delta^2_{MI} = 0,00007465 \text{ kg}^2/\text{planta}$$

A variância entre progênes de meios irmãos corresponde a um quarto da variância genética aditiva, sendo assim:

$$\delta^2_{MI} = \frac{1}{4} \delta^2_A$$

$$\delta^2_A = 0,00007465 \times 4$$

$$\delta^2_A = 0,0002986 \text{ kg}^2/\text{planta}$$

A variância dentro de parcelas foi estimada a partir de observações individuais de 10 plantas em cada parcela dos experimentos 3 e 4 em duas repetições, aplicando a seguinte fórmula:

$$\delta^2_d = \frac{\sum x^2 - \frac{\sum (x)^2}{N}}{N - 1} \quad \text{onde:}$$

$\sum x^2$  = somatória dos quadrados dos dados de produção ao nível de plantas

$\sum (x)^2$  = somatória dos dados de produção elevado ao quadrado

N = número de plantas por parcela (10)

N - 1 = número de graus de liberdade (9)

Daí obteve-se:

$$\delta^2_d = 0,00187347 \text{ kg}^2/\text{planta ou } 1873,47 \text{ g}^2/\text{planta}$$

sendo  $\delta^2_d = 0,043328359 \text{ kg/planta}$

A esperança dos quadrados médios ao nível de totais de parcelas e ao nível de indivíduos é como segue:

Esperanças dos quadrados médios

	<u>Ao nível de totais de parcelas</u>	<u>Ao nível de indivíduos</u>
Progênes	$\delta^2 + r \delta^2_{MI}$	$n\delta^2_d + n^2\delta^2_e + n^2r\delta^2_p$
Resíduo	$\delta^2$	$n\delta^2 + n^2\delta^2_e$

A partir da esperança dos quadrados médios ao nível de indivíduos tem-se:

$$\begin{aligned} \sqrt{\delta^2_p + \frac{\delta^2_e}{r} + \frac{\delta^2_d}{nr}} &= \sqrt{m_2/n^2r} \\ \sqrt{\delta^2_p + \frac{\delta^2_e}{r} + \frac{\delta^2_d}{nr}} &= \sqrt{1,1508/7.500} \\ \sqrt{\delta^2_p + \frac{\delta^2_e}{r} + \frac{\delta^2_d}{nr}} &= \sqrt{0,00015344} \\ \sqrt{\delta^2_p + \frac{\delta^2_e}{r} + \frac{\delta^2_d}{nr}} &= 0,01238709 \end{aligned}$$

Obtenção de  $K_1$  e  $K_2$

A tabela I de Fisher e Yates (1971) pág. 48 permite a estimativa de  $K_1$  da seguinte forma:

$P = 0,21$  proporção de progênies selecionadas

$$0,21 \times 2 = 0,42$$

Para 0,42 o valor de  $x = 0,806421$  na tabela I de Fisher e

Yates.

A esta cifra corresponde na tabela II um valor de  $Z = 0,2874$

Então:

$$K_1 = \frac{Z}{P}, \quad K_1 = \frac{0,2874}{0,21}, \quad K_1 = 1,3686$$

Para a determinação de  $K_2$  faz-se uso da tabela XX pág. 99.

Como o número de plantas por parcela ( $n$ ) = 50 e a intensidade de seleção "dentro" é de 10%, portanto, são 5 plantas. Somam-se os 5 primeiros valores da tabela:

$$\begin{array}{r} 2,25 \\ 1,85 \\ 1,63 \\ 1,46 \\ 1,33 \\ \hline 8,52 \end{array} \quad \begin{array}{l} 8,52\% \cdot 5 = 1,70 \\ \\ \\ \\ \\ K_2 = 1,70 \end{array}$$

Cálculo do progresso genético esperado

Fórmula do progresso genético esperado

$$\Delta = \frac{K_1 \cdot 2/8 \cdot \delta^2_A}{\sqrt{\delta^2 + \frac{\delta^2_e}{r} + \frac{\delta^2_d}{rn}}} + \frac{K_2 \cdot 3/8 \cdot \delta^2_A}{\sqrt{\delta^2_d}}$$

$$\Delta = \frac{1,3686 \times \frac{0,00029861}{4}}{0,01238709} + \frac{1,70 \times \frac{3 \times 0,00029861}{8}}{0,04328359}$$

$$\Delta = 0,00824810 + 0,00439820$$

$$\Delta = 0,01264630 \text{ kg/planta ou } 12,64630 \text{ g/planta}$$

sendo 8,24810 g/planta o progresso esperado devido à seleção entre famílias de meios irmãos, e de 4,39820 g/planta o progresso esperado devido à seleção massal dentro de progênie selecionadas.

Contudo, os cálculos baseados em  $K_1$  e  $K_2$  para determinação do progresso genético esperado, no caso, não é correto, visto que a seleção baseia-se não só em produtividade, bem como considera outros caracteres. As progênie selecionadas não são necessariamente as mais produtivas. Faz-se, pois, o cálculo baseado em diferencial de seleção (ds).

Portanto, a fórmula do progresso genético esperado, fica:

$$\Delta = \frac{ds \cdot 1/4 \cdot \delta^2_A}{\delta^2_F} + \frac{K_2 \cdot 3/8 \cdot \delta^2_A}{\delta_d}$$

Determinação do diferencial de seleção

$$ds = \frac{\bar{x}_s - \bar{x}_0}{n}$$

$$ds = \frac{7,005 - 6,373}{50}$$

$$ds = 0,01264$$



Voltando ao progresso:

$$\Delta = \frac{0,01264 \times \frac{0,00029861}{4}}{0,00015344} + \frac{1,70 \times \frac{3 \times 0,00029861}{8}}{0,04328359}$$

$$\Delta = 0,00612617 + 0,00439820$$

Relação de ganhos com  $K_1$  e com  $ds$

$$\Delta_{(K_1)} = 0,00824810$$

$$\Delta_{(ds)} = 0,00612617$$

Redução do ganho entre progênies com  $ds$  é igual a 25,83%.

Portanto, o ganho dentro de progênies seria 25,83% menor que 0,00439820.

$$\Delta_{dentro} = \frac{0,00439820 \times 74,27}{100}$$

$$\Delta_{dentro} = 0,00326654$$

Conclui-se que o progresso total esperado será de:

$$\Delta = 0,00612617 + 0,0036654$$

$$\Delta = 0,00939271 \text{ kg/planta ou } 9,39271 \text{ g/planta}$$