

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE POPULAÇÕES
DE MILHO (*Zea mays* L.) BRAQUÍTICO PARA
TEOR DE ÓLEO NA SEMENTE

SILVANO BIANCO

Orientador: Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1984

A meu pai (em memória) ,
minha mãe e meus irmãos,

DEDICO.

À minha esposa
Maria Aparecida Saraiva e
aos meus filhos Tiago e
Matheus,

OFEREÇO.

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

Ao Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello, pela orientação e atenção dedicada para que este trabalho fosse realizado a contento;

Ao Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho, pela orientação e elaboração da análise estatística;

Aos Profs. Drs. Isaias Olivio Geraldi e Cláudio Lopes de Souza Junior pelo apoio e sugestões apresentadas;

Aos Profs. Horácio C. Panepucci, do Instituto de Físico-Química da Faculdade de Engenharia de São Carlos - USP e ao Dr. Carlos Rettori, do Instituto de Física Gleb Wataghin, da UNICAMP, pela colaboração nas análises de ressonância nuclear magnética;

Aos funcionários do Departamento de Genética da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, pela amizade;

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" e Universidade de São Paulo que possibilitaram a minha participação no curso de Pós-Graduação;

À DEUS, pela minha formação moral e profissional.

INDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	xii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1. Herança e fatores que afetam o conteúdo de óleo em milho	05
2.2. Seleção para aumento do conteúdo de óleo em milho e produtividade de grãos; alteração na morfologia dos grãos resultantes desta <u>se</u> leção.....	11
2.3. Ressonância nuclear magnética (NMR) na <u>de</u> terminação do teor de óleo em grão de milho	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Material	23
3.2. Métodos	24
3.2.1. Execução Experimental	24

a. Campo	24
b. Laboratório	26
b.1. Emprego da técnica do NMR ..	27
b.2. Emprego da técnica de extração por solvente.....	27
3.2.2. Análise estatístico genética	29
3.2.2.1. Análise de variância	29
3.2.2.2. Análise de covariância	35
3.2.2.3. Obtenção de correlações genéticas e fenotípicas.....	38
3.2.2.4. Obtenção das estimativas dos ganhos genéticos esperados e das respostas correlacionadas	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Análise de variância	42
4.1.1. Estimativas para os caracteres: altura da planta e da espiga.....	45
4.1.2. Estimativas para o caráter peso de espigas	50
4.1.3. Estimativas para o caráter teor de óleo nos grãos	55
4.1.4. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas	58
5. CONCLUSÕES	66
6. LITERATURA CITADA	70

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 Esquema da análise de variância utilizada, com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $[E(QM)]$ para cada fonte de variação, para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP. 1982/83.....	32
02 Esquema da análise de variância utilizada, com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $[E(QM)]$ para cada fonte de variação, para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.	34
03 Esquema da análise de covariância utilizada com as respectivas esperanças matemáticas dos	

- produtos médios, para cada fonte de variação ,
para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1.
Piracicaba, SP, 1982/83. 36
- 04 Valores dos quadrados médios e significância do Teste
F da análise de variância para os caracteres; al
tura da planta (AP) e altura da espiga (AE) ,
em metros; peso de espigas (PE), em $(\text{kg}/4,8\text{m}^2)$ e
teor de óleo nos grãos (TO) em (%), para a po
pulação Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982 /
83. 84
- 05 Valores dos quadrados médios e significância do Teste
F da análise de variância para os caracteres; al
tura da planta (AP) e altura da espiga (AE) ,
em metros; peso de espigas (PE), em $(\text{kg}/4,8\text{m}^2)$
e teor de óleo nos grãos (TO) em (%), para a
população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. 1982/
83. 85
- 06 Médias e Coeficientes de variação experimental
obtidos para progênies e testemunhas para os
caracteres altura da planta (AP), altura da es
piga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo
nos grãos (TO), para as populações Piranão
VD-2 e Piranão VF-1 com suas respectivas teste
munhas. Piracicaba, SP. 1982/83. 86

- 07 Estimativas obtidas para as variâncias ao nível de plantas, para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP. 1982/83..... 87
- 08 Estimativas obtidas para as variâncias ao nível de plantas, para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. 1982/83. 88
- 09 Estimativas da variância genética aditiva para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em metros/planta, segundo as fontes citadas. 47
- 10 Estimativas obtidas ao nível de plantas, dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (\hat{h}^2), para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e teor de óleo nos grãos (TO) e; estimativa obtida entre médias de progênie para o caráter peso de espigas (PE), para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83. 89
- 11 Estimativas da variância genética aditiva para

- o carater peso de espigas (PE) em kg/planta ,
segundo as fontes citadas. 52
- 12 Valores obtidos para os quadrados médios da a
nálise de variância para o carater teor de óleo,
juntamente com o coeficiente de correlação in
traclasse para as populações Piranão VD-2 e Pi
ranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83. 90
- 13 Valores obtidos para os produtos médios envol
vendo os caracteres altura da planta (AP), al
tura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e
teor de óleo nos grãos (TO), para a população
Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83. 91
- 14 Valores obtidos para os produtos médios envol
vendo os caracteres altura da planta (AP), al
tura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e
teor de óleo nos grãos (TO), para a população
Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83. 92
- 15 Estimativas obtidas ao nível de plantas para
as covariâncias entre os caracteres altura da
planta (AP), altura da espiga (AE), peso de es
pigas (PE) e teor de óleo nos graos (TO), para
a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/ 93
- 16 Estimativas obtidas ao nível de plantas, para

- as covariâncias entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83 94
- 17 Estimativas obtidas ao nível de plantas para os coeficientes de correlação entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83 95
- 18 Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os coeficientes de correlação entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83 96
- 19 Médias e estimativas dos progressos esperados por seleção, por geração, em porcentagem, para os caracteres peso de espigas e teor de óleo nos grãos, considerando-se dois esquemas seletivos nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83 97
- 20 Estimativas das respostas correlacionadas esperadas em valor absoluto e em porcentagem, con

siderando-se dois esquemas de seleção, para as
diversas situações, com os caracteres altura
da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de
espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), pa
ra as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 .
Piracicaba, SP, 1982/83

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE POPULAÇÕES DE MILHO
(*Zea mays* L.) BRAQUÍTICO PARA TEOR DE ÓLEO. NA SEMENTE

Silvano Bianco

Orientador: Dr. Geraldo Antonio Tosello

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a potencialidade genética de duas populações de milho braquítico (Piranão VD-2 e Piranão VF-1) para o melhoramento do teor de óleo na semente.

Foram avaliadas progênies de meios irmãos das duas populações, utilizando-se de testemunha intercalar (híbrido simples Ag 305-B) a cada duas progênies. Foram tomados dados de altura da planta, altura da espiga, peso individual de 5 espigas, teor de óleo nos grãos de cada espiga de uma amostra de 5 plantas competitivas de cada parcela e produção total de cada parcela.

Os dados foram submetidos às análises de variância conforme modelo proposto por MIRANDA FILHO (1983) e análise de covariância. A partir destas, foram estimadas a variância genética aditiva (σ_A^2), variância genética entre progênies (σ_p^2), variância ambiental entre parcelas (σ_e^2),

variância fenotípica entre plantas dentro de progênes ($\sigma_{d_1}^2$), variância fenotípica entre plantas dentro de testemunha ($\sigma_{d_2}^2$), variância fenotípica da progênie ($\sigma_{F_p}^2$) e variância fenotípica da testemunha ($\sigma_{F_t}^2$). Estimaram-se também o coeficiente de herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas, progressos genéticos esperados e respostas correlacionadas com a seleção.

As duas populações em estudo apresentaram suficiente variabilidade genética para a obtenção de progressos significativos, em programas de melhoramento, para os caracteres avaliados. Os valores dos coeficientes de herdabilidade obtidos para os quatro caracteres em estudo foram considerados altos, sendo que o Piranão VD-2 apresentou valores de herdabilidade maiores que o Piranão VF-1.

As estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres altura da planta, altura da espiga e peso de espigas para as duas populações, foram todas positivas. Assim, a seleção para aumentar o peso de espigas nestas populações acarretará também aumento da altura da planta e da espiga. Ao correlacionar altura da planta, altura da espiga e peso de espigas com o caráter teor de óleo nos grãos, os valores das correlações genéticas aditivas obtidos foram todas negativas, exceção feita entre peso de espigas com teor de óleo nos grãos, para a população Piranão VD-2.

As estimativas dos progressos genéticos esperados com os processos de seleção massal e seleção em famílias de meios irmãos para com as duas populações, indicam que pode-se esperar alterações significativas para os caracteres peso de espigas e teor de óleo nos grãos.

As respostas correlacionadas indicam que a seleção para aumentar o teor de óleo nos grãos poderá causar redução na altura da planta e da espiga, e no peso de espigas, com exceção do caráter peso de espigas na população Piranão VD-2.

EVALUATION OF THE GENETIC POTENTIAL OF MAIZE BRACHYTIC
POPULATIONS (*Zea mays* L.) FOR OIL
CONTENT IN THE SEED KERNEL

Silvano Bianco

Adviser: Geraldo A. Tosello

SUMMARY

The present work was done in order to evaluate the genetic potential of two maize brachytic populations (Piranão VD-2 e Piranão VF-1) when selected for the oil content in the seed kernel.

Half sib families from both populations were evaluated through a single hybrid (Ag 305-B) placed in between as an environmental check. Data from the following characteristics are reported: plant and ear height, weight of 5 isolated ears, the oil content in each ear and the yielding per plot.

The statistical analysis of variance for each trait was done following the approaches proposed by MIRANDA FILHO (1983) and by covariances. Estimates were obtained for genetic additive variance (σ_A^2), genetic variance among progenies (σ_p^2), environmental variance among plots (σ_e^2), phenotypic variance among plants within progenies ($\sigma_{d_1}^2$),

phenotypic variance among plants within check ($\sigma_{d_2}^2$), phenotypic progenie variance ($\sigma_{F_p}^2$) and phenotypic check variance ($\sigma_{F_t}^2$). Also, were estimated the coefficient of heritability, the coefficient of genetic and phenotypic correlations, the expected genetic progress and the coefficient for expected correlated response.

Based on the results it can be concluded that both populations have enough genetic variability in order to permit a significative progress with the selection. High values for the coefficient of heritability were obtained to all four traits under study, and it can be shown that the Piranão VD-2 population has a higher value for this coefficient when compared to the Piranão VF-1.

The estimates of genetic additive correlations among plant height, ear height, and ear weight for both populations had a positive value. So, it can be said that if one select for higher ear weight the other characters will respond in the same direction. The same is not true if the selection of those three characteristics are associated with the oil content. In this case the additive genetic correlation is negative exception done between the ear weight and oil content within the Piranão VD-2 population.

According to the estimates done for the expected genetic progress when the mass selection and half-sib

family procedures are considered, the data are in agreement that some significative alterations must be expected if the ear weight and oil content are considered.

Correlated response evaluations are indicative that if selection is done in order to increase the oil content in the seed kernel, will cause a reduction in the plant and ear height and also in the ear weight, exception done in the Piranão VD-2 population for the ear weight.

1. INTRODUÇÃO

Dados arqueológicos obtidos no México e Peru indicam que o milho foi uma das primeiras plantas a serem domesticadas pelo indígena. Juntamente com outras espécies cultivadas desempenhou importante papel na sobrevivência desses povos. É aceito o fato de que este cereal foi submetido a alguma forma de seleção pelo homem desde a sua domesticação até os dias de hoje. A ocorrência desta escolha deve a que sua colheita é realizada separadamente por planta, possibilitando com isso uma seleção individual do progenitor materno. Contudo, o fator primordial que levou a esta escolha é o fato de ser o milho uma das plantas cultivadas mais importantes, contribuindo substancialmente para a alimentação humana, tanto direta como indiretamente, além de apresentar grande potencial para o aumento de sua produtividade mé

dia, talvez superior a de qualquer outro cereal.

Por outro lado, o milho, tem prestado valiosa contribuição para o desenvolvimento da genética, principalmente no aspecto aplicado dessa ciência. Isso se deve ao fato do milho possuir grande variabilidade genética nas suas partes vegetativas e reprodutivas, com inflorescências bem separadas numa mesma planta, facilitando o controle da polinização (PATERNIANI, 1966).

Das inúmeras aplicações na alimentação humana, destacamos o milho como fonte de óleo, embora, sabendo-se que as variedades e híbridos comerciais contenham normalmente cerca de 4 a 5% de óleo em seus grãos. Nos últimos anos, o interesse pelo óleo de milho tem aumentado gradativamente em função das suas boas qualidades dietéticas, pois apresenta elevado teor de ácidos graxos insaturados, tais como os ácidos linoléico e oléico. Essa característica torna o óleo especialmente recomendável para a redução do nível de colesterol no sangue, com conseqüente prevenção de doenças cardiovasculares. Atualmente, sua procura no mercado tem atingido níveis superiores à oferta, além do mercado internacional tanto para óleo como para grãos com maior teor de óleo.

Para suprir esta demanda, uma possível solução seria o melhoramento visando a obtenção de genótipos para maiores teores de óleo nos grãos. Contudo, a experimentação nos tem mostrado que o aumento no teor de óleo provoca um decréscimo na produtividade, WOORDWORTH *et alii* (1952), ELROUBY

& PENNY (1967), ALEXANDER *et alii* (1970), DUDLEY *et alii* (1977); embora exista nos USA, trabalhos que mostram a possibilidade de se aumentar o teor de óleo nos grãos de milho, sem que ocorra um decréscimo na produtividade (MILLER e BRIMHALL, 1951). Atualmente os híbridos comercializados nos EUA apresentam um teor de óleo em torno de 6 a 7% (ALEXANDER, 1978).

A determinação do teor de óleo da forma tradicional (processo destrutivo) onde as sementes são moídas e o óleo extraído por meio de solvente, pode ser feita também através de métodos não destrutivos das sementes, utilizando-se da técnica da ressonância nuclear magnética ("RNM" ou "NMR").

O NMR vem sendo usado mais frequentemente nas pesquisas de física, principalmente para estudos de ressonância em metais e cristalografia. Esse equipamento tem sido adaptado para leituras da concentração de átomos de hidrogênio contidos na fase líquida da semente (água e óleo). O método baseia-se nas propriedades magnéticas do núcleo dos átomos, que são capazes de absorver energia quando colocados num campo magnético (MADSEN, 1976). Esta energia é fornecida por uma fonte externa que está na faixa de rádio frequência (BISCEGLI, 1977).

A relação entre os métodos de extração por solventes (destrutivo) e o uso do NMR na determinação do conteúdo de óleo em semente de milho foi estudada por CONWAY e

EARLE (1963) onde obtiveram entre estes métodos uma alta correlação ($r=0,993$). Desta forma os dados obtidos por ambos os métodos são quase idênticos. Tal procedimento permite alcançar maiores progressos genéticos, pelo fato de se estar aproveitando diretamente o potencial genético da semente.

O presente trabalho, tem por finalidade, estudar a potencialidade de duas populações de milho braquíticas sendo uma de sementes dentadas e outro tipo "flint", que servirão como material básico para seleção de progênies com teores mais elevados de óleo na semente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Herança e fatores que afetam o conteúdo de óleo em milho.

A composição do óleo de milho segundo estudos realizados por BEADLE *et alii* (1965) determinaram que aproximadamente 86% dos ácidos graxos constituintes do óleo são representados pelos ácidos linoléico e oléico, sendo que o restante dos ácidos são representados pelos ácidos palmítico e esteárico, com a contribuição de apenas 1% para os ácidos linolênico e araquinídico.

Os estudos da herança do conteúdo de óleo em milho, iniciado por SPRAGUE e BRIMHALL (1949) evidenciaram que o baixo teor apresenta efeitos de dominância sobre o alto teor de óleo nos grãos, sugerindo também que os efeitos gê

nicos aditivos e os de dominância estavam presentes.

DUDLEY (1977) sugere a existência de no mínimo 54 pares de genes envolvidos na herança do conteúdo de óleo, podendo com isso, afetar primeiramente o tamanho do embrião.

LENG (1962a) e ELROUBY e PENNY (1967) indicaram a variância genética aditiva como sendo o principal fator afetando o controle do conteúdo de óleo em milho. Usando gerações F_2 e F_6 provenientes de cruzamentos entre variedades IHO (Illinois High Oil) e ILO (Illinois Low Oil), para o conteúdo de óleo, MORENO-GONZALES *et alii* (1975), mostraram que a estimativa da variância genética aditiva foi cerca de oito vezes maior que a estimativa da variância dominante em F_2 e cerca de quatro vezes maior em F_6 . A estimativa da variância aditiva em F_2 foi o dobro da estimativa em F_6 , sugerindo que muitos loci de efeito aditivo controlam o conteúdo de óleo em milho, estando estes em ligação completa nos dois pais utilizados. A estimativa da variância dominante em F_6 não diferiu significativamente da estimativa em F_2 , indicando uma falta de efeito de ligação sobre a variância dominante, a qual foi interpretada pelos autores como indicação de que os genes com ação dominante estão distribuídos ao longo de todo o genoma em distâncias tais que possam ser herdados independentemente. [Alguns genes são dominantes para baixo teor de óleo e outros dominantes para alto conteúdo de óleo.]

DUDLEY *et alii* (1971), estudando famílias de meios irmãos em quatro sintéticos de milho opaco-2, concluíram que o conteúdo de óleo do grão de milho é um caráter que apresenta elevada herdabilidade. PONELEIT e BAUMAN (1970), sugerem métodos de melhoramento que capitalizam a variância genética aditiva, nos casos em que a quantidade e a qualidade do óleo de milho estiver em estudo.

Vários são os fatores relatados na literatura, que provocam alterações no conteúdo de óleo nos grãos de milho, alterações estas que podem superestimar ou subestimar o potencial produtivo de óleo, afetando a capacidade de avaliação da progênie e alterando os resultados dos programas de melhoramento que visam a elevação no conteúdo de óleo nos grãos.

Levando-se em consideração os efeitos relativos ao ambiente, HOPKINS (1899), GENTER *et alii* (1956) e JELLUM e MARION (1966) mostraram que o tamanho relativo do germe é grandemente afetado pelas condições ambientais provocando variações no conteúdo de óleo em milho, sendo que as variedades de milho com maiores teores de óleo estão sujeitas a maiores interações do ambiente.

LAMBERT *et alii* (1967), tendo como base a porcentagem de óleo dos grãos de milho individuais, estudaram o efeito da posição do grão dentro de uma mesma espiga com relação ao conteúdo de óleo e concluíram que em média, os grãos da parte central da espiga apresentam maior porcenta

gem de óleo (5,3%) do que os grãos da base (5,0%) e os do á
pice da espiga (4,7%). Por outro lado, utilizando-se o con-
teúdo total de óleo dentro do grão, mais a porcentagem e pe
so dos grãos, os grãos da parte basal devido ao seu maior pe
so apresentaram maior quantidade de óleo (17,0 mg) que os
grãos da parte central (14,0 mg) e os do ápice (13,9 mg).

JELLUM (1967), estudando o efeito da posição do grão na espi
ga sobre a qualidade do óleo, encontrou uma maior influência
nos ácidos oléicos e linoléicos, que no ácido palmítico, sen
do que a proporção do ácido palmítico e ácido linoléico au
menta enquanto a proporção do ácido oléico diminui linearmen-
te com amostras provenientes da base para o ápice.

O conteúdo de óleo nos grãos de milho sofre in-
fluência da fonte maternal (genótipo) e este efeito foi de
terminado por MILLER e BRIMHALL (1951), GARWOOD *et alii* (1970)
e outros. O efeito maternal, na maioria dos estudos envolve
as contribuições fisiológicas e citoplasmáticas relativas à
planta mãe.

MILLER E BRIMHALL (1951), ALEXANDER e LAMBERT
(1968), PONELEIT e BAUMAN (1970) e outros, relatam o efeito
da fonte polinizadora no conteúdo de óleo nos grãos de milho.
Além do efeito da fonte polinizadora, estes estudos abrangem o
efeito da dosagem gênica.

Segundo CURTIS *et alii* (1956), no milho, es
tas alterações são devidas ao fato de que seus grãos são com-
postos por três tipos de tecidos geneticamente distintos: o

tegumento materno ou pericárpio, cuja constituição genética é exclusivamente maternal e seu núcleo apresenta número diplóide de cromossomos ($2n$); o endosperma e aleurona, ambos com núcleo triplóide ($3n$) sendo que $2n$ provem da mãe e n da fonte polinizadora; e o tecido embrionário, cujo núcleo diplóide ($2n$) é geneticamente balanceado, ou seja, n cromossomos carrega a estrutura genética maternal e n a paternal.

A preocupação dos melhoristas em avaliar e isolar estes diferentes tipos de efeitos que causam variação no teor de óleo dos grãos, baseia-se no fato de que a seleção dentro da planta só é efetiva se o genótipo da semente controlar tal caráter. Por conseguinte, havendo mascaramento desta contribuição por outros fatores, a seleção pode vir a não ser eficiente, apresentando progressos diferentes daqueles estimados. Desde que o conteúdo de óleo nos grãos de milho seja determinado pela fonte materna, e havendo também um certo efeito dado pela fonte polinizadora, torna-se necessário na maioria das vezes quantificar esses efeitos, visto que o tipo de progênie mais comumente utilizada é do tipo meio irmão.

A influência relativa do efeito maternal sobre o conteúdo de óleo foi determinado por MILLER e BRIMHALL (1951), utilizando-se cruzamentos em uma espiga por uma mistura de pólen provenientes de duas diferentes fontes. Os

grãos produzidos foram identificados pela coloração do endosperma, pois as fontes polinizadoras diferenciavam quanto a esta característica. GARWOOD *et alii* (1970) observaram efeitos maternos sobre o conteúdo de óleo, em todas as comparações realizadas em sementes F_1 provenientes de cruzamentos recíprocos. O efeito materno foi também determinado para a porcentagem de óleo no germe e na proporção do germe em relação ao grão inteiro. Os resultados obtidos permitiram concluir que a combinação destes fatores, porcentagem de óleo no embrião e proporção do embrião em relação ao grão, são as causas do efeito materno sobre a porcentagem de óleo. Relataram também, efeitos citoplasmáticos sobre a porcentagem de óleo em alguns cruzamentos. No entanto, todos os efeitos citoplasmáticos observados foram pequenos quando comparados ao efeito fisiológico materno.

ALEXANDER e LAMBERT (1968), analisaram sementes F_1 de cruzamentos envolvendo as variedades IHO (Illinois High Oil) e ILO (Illinois Low Oil), com relação à produção de óleo e matéria seca, usando para tal, comparação do conteúdo de calorias produzidas. O teor de óleo, de proteína e de carboidratos foram multiplicados pelos respectivos fatores: 9,4; 5,4 e 4,2 cal/g., segundo WESTON e TODD (1963, *apud* ALEXANDER e LAMBERT (1968)). Desta forma, a soma destes valores individuais, possibilita a obtenção da quantidade de calorias produzidas nos grãos de cada cruzamento analisado. Estes autores concluíram que os híbridos polinizados por po

len provenientes de plantas com baixo teor de óleo (ILO), produziram significativamente baixas calorias em óleo quando comparados com híbridos polinizados por pólen provenientes de plantas com alto teor de óleo (IHO).

2.2. Seleção para aumento do conteúdo de óleo em milho e produtividade de grãos; alteração na morfologia dos grãos resultantes desta seleção.

O teor de óleo nos grãos de milho é passível de aumento pelo melhoramento genético e, vários métodos de seleção foram estudados. O primeiro trabalho objetivando a elevação do conteúdo de óleo foi realizado por C. G. Hopkins, iniciado em 1896 em Illinois - USA (HOPKINS, 1899). Hopkins idealizou o método espiga por fileira, que consiste essencialmente na escolha de um grupo de espiga com características agronômicas desejáveis, sendo as sementes dessas espigas plantadas em fileiras individuais, obtendo-se assim uma avaliação das progênies das espigas escolhidas. As sementes remanescentes das melhores espigas nos testes de progênies, são misturadas para a obtenção da geração seguinte.

O método foi aplicado primeiramente na seleção para alto e baixo teor de óleo e proteína nos grãos de milho.

Como material original foram analisadas 163 espigas da variedade Burr White, com uma média de 4,7% de óleo. As 40 espigas mais ricas em óleo foram escolhidas para ini

ciar a seleção para alto teor de óleo. Para início da seleção para baixo teor de óleo foram escolhidas as 40 espigas com menores teor de óleo. Cada espiga foi plantada numa fileira, obtendo-se assim uma progênie. Os lotes para baixo e alto teor de óleo eram plantados em locais isolados de outros milhos. Durante a colheita, colhiam-se as espigas das fileiras com melhor aspecto agrônômico. As espigas eram analisadas individualmente escolhendo-se as 10 fileiras mais ricas em óleo e de cada fileira eram tomadas 4 espigas, obtendo-se assim um novo grupo de 40 espigas para repetir o plantio no próximo ano. Para seleção para baixo teor de óleo, processo idêntico era utilizado.

WOODWORTH *et alii* (1952), relatam os resultados de 50 gerações de seleção nestes materiais, salientando que a seleção para alto teor de óleo atingiu cerca de 15%. A seleção para baixo teor de óleo chegou a 1%, notando-se que a partir de 25 a 30 gerações não se conseguiu diminuir o teor de óleo nos grãos. Isto provavelmente deve-se ao fato de que o teor de óleo está muito relacionado com o tamanho do embrião, sendo que, o material de baixo teor apresenta embriões muito pequenos.

Com o objetivo de testar a variabilidade existente nos materiais mesmo após várias gerações de seleção, LENG (1962a e 1962b), iniciou no material de alto teor de óleo uma seleção para baixo teor e no material de baixo teor uma seleção para alto teor de óleo, chamando essa seleção de seleção reversa. Os resultados de vários ciclos de seleção

reversa, conduziram a efetivos progressos em ambas as direções indicando existir uma razoável variabilidade genética nas amostras.

ELROUBY e PENNY (1967), demonstraram que a seleção massal parece ser o método mais eficiente para elevar a porcentagem de óleo nos grãos de milho, porém a seleção recorrente para capacidade geral de combinação mostrou ser um método mais eficiente para a produção de óleo. SPRAGUE e BRIMHALL (1950), comparando dois sistemas de seleção para o aumento no conteúdo de óleo nos grãos de milho observaram um sucesso razoavelmente superior da seleção recorrente quando comparado com o sistema de seleção em linhas autofecundadas. O material original apresentava 7,2% de óleo nos grãos de milho enquanto a média das linhagens autofecundadas na geração S_5 foi de 7,5%, sendo que as duas melhores linhagens autofecundadas apresentaram 10,6 e 10,8% de óleo nos seus grãos. Com relação ao sistema de seleção recorrente, a média da população no segundo ciclo foi de 10,5%, sendo que valores de 13,5% foram obtidos. A eficiência da seleção recorrente foi calculada como sendo 2,6 vezes superior ao progresso obtido pelo sistema de seleção em linhagens autofecundadas.

RUSCHEL e BAUMAN (1973), submetendo a população de milho opaco-2 sintético A, a três métodos de seleção para aumentar o teor de óleo dos grãos (métodos de seleção de progênies autofecundadas e os métodos de seleção de famí

lias de meios irmãos e de irmãos germanos) observaram que os três métodos foram igualmente eficientes, aumentando a porcentagem de óleo no grão numa média de 0,37% em duas gerações.

FUNDUIANU e MOGA (1980), estudando dados de produção de grãos, conteúdo de óleo e produção de óleo, obtidos durante 2 anos de cultivos de 64 famílias de meios irmãos e 256 famílias de irmãos germanos da população Suceava 1, calcularam vários parâmetros genéticos e correlações usando três diferentes processos de seleção. Os componentes aditivos da variância genética do conteúdo de óleo foram significativos. Para a produção de óleo, a seleção foi igualmente efetiva se baseada em famílias de meios irmãos ou de irmãos germanos. Para o conteúdo de óleo, a seleção em famílias de irmãos germanos foi mais efetiva do que em famílias de meios irmãos ou seleção massal.

MILLER *et alii* (1981), estudando sete ciclos de alta intensidade de seleção dentro de famílias de meios irmãos no cultivar "Reid Yellow Dent", observaram um aumento no teor de óleo de 4,0 para 9,1%. Mudanças não significativas foram encontradas com respeito à produção ou altura de plantas. Estimativas da variância genética para porcentagem de óleo e peso de 100 sementes foram obtidas em 1977 e 1978 para o ciclo zero e cinco. Todas as estimativas da variância genética aditiva foram maior do que zero, entretanto, não ocorreu mudanças na variância aditiva entre os ciclos. As estimativas da variância dominante não diferiram a partir do

ciclo zero. A comparação do ganho previsto a partir da seleção dentro de famílias de meios irmãos, seleção massal e seleção combinada entre e dentro de famílias de meios irmãos, revelaram que o ganho máximo foi o esperado embora a alta intensidade de seleção tenha sido maior dentro do que entre as plantas das famílias de meios irmãos.

Devido ao balanço fisiológico energético da planta, o aumento no conteúdo de óleo nos grãos de milho pode vir a provocar uma redução na quantidade de carbohidratos dando como consequência, uma redução na produção de grãos. Desta maneira vários autores têm demonstrado uma redução na produção de grãos quando se eleva o teor de óleo nos grãos de milho. WOODWORTH *et alii* (1952), analisando a produtividade de grãos na população com cinquenta gerações para alto óleo, relataram que estas possuem uma produtividade média, cerca de 50% inferior aos híbridos locais.

ALEXANDER *et alii* (1970), comentam o programa de obtenção de híbridos para alto teor de óleo desenvolvido em Illinois - USA, na década de trinta. Neste programa , foi utilizado o sistema de autofecundação, top cross e retrocruzamento, juntamente com seleção para alto teor de óleo na variedade Illinois High Oil (IHO) de milho. Os autores obtiveram linhagens com conteúdo de óleo 50 a 75% superior às variedades originais, porém, os híbridos obtidos apresentaram baixa produtividade de grãos. A correlação negativa observada entre produtividade de grãos e conteúdo de

óleo foi a razão do insucesso desse programa. Correlação negativa entre a produtividade de grãos e a porcentagem de óleo nos grãos foi também observada por DUDLEY *et alii* (1977), quando estudavam os possíveis cruzamentos entre as variedades IHO (Illinois High Oil), ILO (Illinois Low Oil), RHO (Reverse High Oil) e RLO (Reserve Low Oil).

MIRANDA *et alii* (1976), avaliaram o método de seleção em família de meios irmãos na variedade Centralmex de milho, para a produção de grão e de óleo e concluíram ser o mesmo, eficiente no melhoramento para produtividade de grãos e de óleo em milho.

MILLER e BRIMHALL (1951), estudando a relação entre conteúdo de óleo e produção, avaliados a partir de dois experimentos, encontraram uma correlação positiva entre estes fatores, o que vem contrastar com a maioria dos autores. Num primeiro experimento envolvendo um grupo de 88 cruzamentos individuais, a relação entre o conteúdo de óleo e a produtividade de grãos encontrada foi significativa a 5% de probabilidade e positiva ($r= 0,27$), onde a produtividade variou de 2300 a 5000 kg/ha e o conteúdo de óleo variou de 2,8 a 5,04%. No segundo experimento foi usado 118 linhagens de milho branco ceroso, isolados a partir de uma população segregante proveniente do cruzamento entre IHO e a linhagem cerosa OS - 420. Uma dessas linhagens foi autofecundada e retrocruzada para o híbrido ceroso $K_{55} \times K_{67}$. A produção de grãos das progênes obtidas do retrocruzamento variou de

3400 a 5700 kg/ha e o conteúdo de óleo variou de 5,2 a 8,0%, obtendo uma correlação positiva para essas duas variáveis de $r = 0,41$. Os autores concluíram que um aumento de 3% no conteúdo de óleo pode ser obtido sem que a produtividade de grãos do material seja afetada. Estudos realizados por PA TERNIANI (1972), sobre a relação entre o tamanho do embrião e o teor de óleo em milho, indicaram ser possível elevar o teor de óleo sem reduzir a produtividade.

Com relação às alterações morfológicas dos grãos resultantes de seleção para óleo, HOPKINS et alii (1903), observaram que cerca de 85% do total do óleo estão no germe ou embrião. BRUNSON et alii (1948), SPRAGUE e BRIMHALL (1949), encontraram correlações positivas entre o teor de óleo e o tamanho do embrião. MILLER e BRIMHALL (1951), concluíram que o aumento no teor de óleo dos grãos de milho depende do aumento da proporção do embrião em relação ao grão e da sua concentração de óleo. GLOVER e TOSELLO (1973), também relataram o aumento no teor de óleo com a sua maior concentração no embrião. Devido a relação entre o conteúdo de óleo e tamanho do embrião, a seleção visando a alteração deste elemento provoca mudanças na morfologia dos grãos.

Analisando sessenta e cinco gerações para aumento no conteúdo de óleo, CURTIS et alii (1968), determinaram que a seleção para alto teor de óleo resultou em: a) um rápido desenvolvimento do embrião; b) aumento do peso total

do embrião; c) diminuição do endosperma e do peso da semente; d) aumento da porcentagem do germe em relação ao grão, e e) aumento do tamanho do germe e da porcentagem de óleo na semente. Selecionando para baixo teor de óleo, o inverso foi observado, exceto quanto ao peso das sementes que não foi alterado.

Mudanças no tamanho da semente e do germe, relação germe/endosperma e porcentagem de óleo no germe, durante o desenvolvimento da semente, foram estudadas por LENG (1967) na variedade "Illinois High Oil".

PATERNIANI (1972), mostra que a seleção visual dos grãos para tamanho do embrião se correlaciona com o teor de óleo podendo inclusive possibilitar um progresso razoável, pelo menos nas etapas iniciais de programas para elevar o conteúdo de óleo em milho.

KINOSHITA e PATERNIANI (1974a e 1974b), com o objetivo de verificar a eficiência da seleção visual para tamanho de embrião, compararam o efeito desta seleção no tamanho do embrião e sobre a proporção endosperma/embrião e conteúdo de óleo em milho Centralmex e obtiveram um aumento de 3% por ciclo de seleção no tamanho do embrião, porém, esse aumento no tamanho do embrião não levou a um aumento correspondente no teor de óleo. Isto permitiu concluir que a seleção efetuada para aumentar o tamanho do embrião foi eficiente, porém, não levou a aumento no teor de óleo dos grãos, portanto, para se conseguir aumentos no conteúdo de óleo, é

necessário que o trabalho seja acompanhado de análises de laboratório para a determinação do teor de óleo das progênies.

MILLER e BRIMHALL (1951), indicaram que o aumento no teor de óleo nos grãos de milho é devido principalmente no aumento do teor de óleo no embrião e, em menor proporção ao aumento do embrião, o que explica os resultados obtidos por Kinoshita e Patemiani (1974a,b). Contrastando com tais resultados, BATISTA (1980), ao avaliar a seleção visual para tamanho do embrião dentro de famílias de meios irmãos para embrião grande, encontrou um progresso de 1,44% por ciclo de seleção para o aumento no conteúdo de óleo. As características de peso, volume e densidade dos grãos não sofreram influência da seleção embora houvesse uma tendência de aumento no peso e volume e redução na densidade dos grãos na população selecionada quando se contrasta com a população não selecionada.

2.3. Ressonância nuclear magnética (NMR) na determinação do teor de óleo em grãos de milho

A ressonância nuclear magnética é um fenômeno que pode ser observado em núcleos que possuem momento magnético nuclear ($\bar{\mu}$) diferente de zero. Tal fenômeno é devido à absorção de energia pelo núcleo, energia esta fornecida por uma fonte externa, e que no caso do NMR está na faixa de rádio frequência (R.F.) (BISCEGLI, 1977). O óleo nas sementes

se encontram em estado líquido, micro-encapsulado dentro das paredes celulares das sementes. Pequena reação ocorre entre a parede celular e o óleo. Desta forma, estando no estado líquido, a energia absorvida estimula-o, provocando uma estreita linha de ressonância. A parede celular e o resto da semente não contribuem para esta restrita banda de ressonância, e desta forma o tamanho deste componente é proporcional somente ao conteúdo de óleo das sementes (N.I.L., 1972).

A determinação do conteúdo de óleo pelo uso da ressonância magnética nuclear, diferencia do método químico usual pelo fato de que esta medida é realizada na própria semente, livre dos erros de extração por solventes. Além de poder determinar o conteúdo de óleo de uma única semente, não a inviabiliza, pois trata-se de um método não destrutivo. Esta é uma grande vantagem para os programas de melhoramento, pois possibilita a obtenção da progênie da própria semente analisada, obtendo desta forma maiores progressos dentro do processo seletivo.

A relação entre os métodos de extração por solvente e o uso do NMR na determinação do conteúdo de óleo em sementes de milho, foi estudado por CONWAY e EARLE (1963), onde obtiveram entre estes métodos, uma correlação de $r = 0,993$. Desta forma os dados obtidos por ambos os métodos são quase idênticos. ALEXANDER *et alii* (1967), fizeram importantes observações sobre o uso da análise do conteúdo de óleo das sementes de milho pelo método do NMR e citam que as

amostras devem ter pesos semelhantes, com um mesmo teor de umidade e a mesma variação no teor de óleo, ou seja, as sementes devem provir de uma mesma posição da espiga, de preferência da parte central.

BAUMAN *et alii* (1963 e 1965), utilizaram o método do NMR para determinar o conteúdo de óleo das sementes F_2 e F_3 provenientes do cruzamento entre os genótipos Hy x Oh45 e suas respectivas progênies. Na determinação da herança da semente com sua progênie foi usado a análise de sementes individuais. Com relação ao conteúdo de óleo nas sementes F_2 e suas progênies foi altamente significativa com $r = 0,75$. Entre seis famílias F_3 e suas respectivas progênies as correlações foram todas altamente significativas com r variando de 0,54 a 0,85. Apesar da grande diferença no conteúdo de óleo entre sementes de uma mesma espiga, estas foram herdáveis na geração F_2 e também na geração F_3 , onde a heterozigose é consideravelmente reduzida. A variabilidade no conteúdo de óleo entre sementes F_3 dentro da família foi correlacionado com grande variabilidade em suas progênies. Oito sementes F_2 com maior conteúdo de óleo produziram progênies com média de 4,99%. Comparando com a média de todas as progênies (4,28%), isto representa um ganho de 16% (0,71% de óleo), através de seleção de uma única semente em uma geração. A seleção de uma única semente para o conteúdo de óleo promove uma boa pressão de seleção, podendo vir a ser usado conjuntamente com outros métodos de melhoramento para aumen

tar a eficiência na seleção para alto conteúdo de óleo em milho, assim como para outros tipos de sementes ricas em óleo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As populações objetos deste estudo, Piranão VD -2 e Piranão VF-1 correspondem à versão braquítica das populações ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1, obtidas por cruzamentos e retrocruzamentos, usando a variedade Piranão como pai não recorrente e fonte do gene braquítico - 2 (br_2). PATERNIANI *et alii* (1977), descrevem o processo de obtenção desses dois compostos. Após um retrocruzamento, seguiram-se três gerações de cruzamentos ao acaso em lotes isolados. Em cada população foi praticada uma seleção branda com o objetivo de uniformizar a arquitetura. Já a variedade Piranão, usada como pai não recorrente, foi obtida por PATERNIANI (1973), a partir de cruzamentos entre Piramex e Tuxpeño br_2 .

As plantas da população Piranão VD-2, caracte

rizam-se por serem braquíticas e apresentar grande produtividade, espigas sadias, relativamente grossas, com grãos amarelos dentados, largos e longos.

As plantas da população Piranão VF-1, caracterizam-se por serem braquíticas e apresentar boa produtividade, espigas sadias com grãos duros e de cor laranja.

O genótipo constante utilizado como testemunha no presente estudo, foi o híbrido AG-305-B, híbrido simples braquítico, tipo semi-dentado, pertencente a AGROCERES.

3.2. Métodos

3.2.1. Execução Experimental

a. Campo

De cada população, Piranão VD-2 e Piranão VF-1, foram avaliadas 300 famílias de meios irmãos que foram plantadas no ano agrícola 1982/83, na área experimental do Instituto de Genética, Piracicaba-SP, avaliadas em espigas por fileira, utilizando-se do sistema testemunha intercalar (SOUZA JR. *et alii*, 1978). Utilizou-se como testemunha intercalar o híbrido simples AG-305 B, que foi intercalado a cada duas progênes. A disposição no campo foi a seguinte: TPPTPPTPPT, onde P

representa as progênies em estudo e os T representam o híbrido simples (genótipo constante).

As parcelas foram constituídas de uma fileira de 4,80 metros de comprimento e o espaçamento utilizado foi o de 0,90 metros entre linhas por 0,40 metros entre plantas, totalizando um "stand" de 28 plantas após desbaste. Dentro de cada progênie foram amostradas 5 plantas competitivas, obtendo-se numa mesma planta dados de altura de planta, altura da espiga, peso de espigas e porcentagem do teor de óleo por espiga. Para o genótipo constante (híbrido simples), as mesmas observações foram tomadas.

Por ocasião da colheita, o peso de cada parcela foi corrigido para umidade padrão de 15,5%, utilizando-se da fórmula:

$$PC_{15,5\%} = \frac{PC (U - 1)}{0,845}$$

onde:

$PC_{15,5\%}$ = peso de campo corrigido para 15,5% de umidade;

PC = peso de campo observado;

U = umidade observada em cada parcela.

A seguir, foi feita correção para "stand" empregando-se a fórmula de ZUBER (1942) já corrigido para umidade.

$$PCC = PC_{15,5\%} \cdot \frac{T - 0,3F}{T - F}$$

onde:

PCC= peso de campo corrigido para stand ideal e umidade;

$PC_{15,5\%}$ = peso de campo corrigido para 15,5% de umidade;

T= número de planta ideal por parcela (28);

F= número de plantas perdidas por parcela

Este ajuste adiciona 0,7 da produção média pa ra cada planta perdida e considera que 0,3 é recuperado pe las plantas vizinhas à falha.

b. Laboratório

A parte de laboratório constou de duas etapas:

- a) análise do teor de óleo com o auxílio da técnica do NMR e
- b) análise do teor de óleo com o auxílio da técnica da ex tração por solvente.

b.1. Emprego da técnica do NMR

As mesmas progênies avaliadas no ensaio de produção foram também avaliadas para teor de óleo utilizando-se da técnica do NMR, que pelo fato de ser um procedimento de medida não destrutivo da semente, as quais, após a devida seleção em função do seu teor de óleo serão re combinadas, iniciando-se com isso o primeiro ciclo de seleção. Para que essas medições fossem efetuadas adotou-se um critério inicial de se medir apenas cinco sementes individuais de cada progênie.

b.2. Emprego da técnica de extração por solvente

Trata-se de um procedimento onde as sementes são destruídas durante a moagem que antecede a extração por meio de solvente.

Esta metodologia foi utilizada com o objetivo de avaliar o conteúdo médio de óleo das progênies, cujas sementes estão representadas por um material colhido no ensaio de produção. Com este tipo de avaliação foi possível determinar as variâncias a nível de parcela e de plantas individuais, assim como, avaliar a variância fenotípica da testemunha intercalar, ou seja, do genótipo constante.

Para a determinação da porcentagem de óleo das

progênes, foi feita uma mistura das sementes das cinco es-
 pigas correspondentes a cada progênie. Desta mistura foram
 escolhidas duas amostras de quinze grãos cada uma, os quais
 após a moagem determinou-se a porcentagem de óleo da progê-
 nie, de modo descrito a seguir (TOSELLO, 1978)^{1/}: cartuchos
 de papel de filtro devidamente enumerados foram colocados a
 uma temperatura de 70°C durante 60 minutos para secagem, ob-
 tendo seus pesos secos (P₁). As amostras do material moído
 foram colocadas nesses cartuchos, tomando-se o cuidado de
 não compactar o material, o qual secou-se até peso constante
 (6 horas a 70°C), após o qual foi pesado (P₂). Depois de
 grampeados e secos novamente por uma hora à mesma temperatu-
 ra, os cartuchos foram novamente pesados (P₃). Procedeu-se
 a seguir a extração do óleo das amostras usando n - hexano ,
 durante 14 horas, em extrator tipo Soxhlet. Após este tempo
 as amostras foram secas durante seis horas a uma temperatura
 de 70°C e determinado seu peso (P₄). Através da diferença
 entre P₂ e P₁, obtem-se o peso seco da amostra antes da ex-
 tração do óleo. Pela diferença entre P₃ e P₄, obtem-se a
 quantidade de óleo contido na amostra. A porcentagem de
 óleo foi obtida utilizando-se a seguinte expressão:

$$PO = (P_3 - P_4) / (P_2 - P_1) \cdot 100$$

onde:

PO= porcentagem de óleo da amostra analisada

^{1/} TOSELLO, 1978 , (informação pessoal)

Para a determinação do teor de óleo dentro das progênies, de cada espiga individual, foi colhida duas amostras de quinze grãos cada uma, seguindo-se o mesmo procedimento da análise descrita

3.2.2. Análise estatístico genética

3.2.2.1. Análise da variância

Para o desenvolvimento da análise da variância a nível de família, seguiu-se o modelo matemático linear (aleatório), (MIRANDA FILHO, 1983)^{2/} como segue:

$$Y_{ik} = m + p_i + e_i + d_{ik}$$

onde:

Y_{ik} = observação feita na planta k da progênie i;

m = média geral;

p_i = efeito da progênie i;

e_i = erro experimental associado a progênie i;

d_{ik} = observação da planta k na progênie i.

Com excessão da média, todos os demais efeitos foram considerados aleatórios. Assim:

^{2/} MIRANDA F.F., 1983 (informação pessoal)

$$E(p_i) = E(e_i) = E(d_{ik}) = 0, \quad e$$

$$E(p_i^2) = \sigma_p^2; \quad E(e_i^2) = \sigma_e^2; \quad E(d_{ik}^2) = \sigma_{d_1}^2$$

onde:

σ_p^2 = variância genética entre progênes;

σ_e^2 = variância ambiental entre parcelas;

$\sigma_{d_1}^2$ = variância fenotípica entre plantas dentro da progênie.

Para análise da variância considerando apenas a testemunha, seguiu-se o modelo matemático linear (MIRANDA Fº., 1983)^{2/}, como segue:

$$Y_{j'k'} = m + e_{j'} + d_{j'k'}$$

onde:

$Y_{j'k'}$ = observação feita na planta k' da teste munha colocada na parcela j' ;

m = média geral;

$e_{j'}$ = erro experimental associado à testemunha alocada na parcela j' ;

$d_{j'k'}$ = observação da planta k' na testemunha alocada na parcela j' ;

$$E(e_{j'}) = E(d_{j'k'}) = 0$$

$$E(e_{j'}^2) = \sigma_e^2; E(d_{j'k'}^2) = \sigma_{d_2}^2$$

onde:

σ_e^2 = variância ambiental entre parcelas;

$\sigma_{d_2}^2$ = variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha.

A análise de variância para peso de espigas foi feita com totais de parcelas, sendo que, para os demais caracteres utilizou-se da média de parcelas ($k=5$ plantas). Após a obtenção dos quadrados médios para peso de espigas os mesmos foram divididos por k^2 ($k=28$ plantas /parcela), permitindo com isso a obtenção dos quadrados médios ao nível individual. O quadrado médio dentro de progênie e testemunha (QMd) foi obtido independentemente, através da média ponderada dos quadrados médios dentro de parcelas, pelos graus de liberdade.

As estimativas da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), da variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie ($\hat{\sigma}_{d_1}^2$) e da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha ($\hat{\sigma}_{d_2}^2$) foram obtidas através de operações algébricas dos quadrados médios de acordo com a metodologia apresentada por (MIRANDA Fº, 1983^{2/}). Na Tabela 1, são apresentadas as esperanças matemáticas dos quadrados médios das fontes de variações utilizadas.

Tabela 1 - Esquema da análise de variância utilizada, com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $E(QM)$ para cada fonte de variação, para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	$E(QM)$
Progênies	gl ₁	Q ₁	$\sigma_{d_1}^2/k + \sigma_e^2 + \sigma_p^2$
Testemunha	gl ₂	Q ₂	$\sigma_{d_2}^2/k + \sigma_e^2$
Dentro Progênies	gl ₃	Q ₃	$\sigma_{d_1}^2$
Dentro Testemunha	gl ₄	Q ₄	$\sigma_{d_2}^2$

Desta forma:

$$\hat{\sigma}_p^2 = Q_1 - (Q_2 - Q_4/k + Q_3/k)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - Q_4/k$$

$$\hat{\sigma}_{d_1}^2 = Q_3$$

$$\hat{\sigma}_{d_2}^2 = Q_4$$

As estimativas da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância fenotípica entre plantas da progênie ($\hat{\sigma}_{F_p}^2$), da variância fenotípica entre plantas da testemunha ($\hat{\sigma}_{F_t}^2$) e do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, ao nível de plantas (\hat{h}^2), foram obtidas da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \cdot \hat{\sigma}_p^2$$

$$\hat{\sigma}_{F_p}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{d_1}^2$$

$$\hat{\sigma}_{F_t}^2 = \sigma_e^2 + \sigma_{d_2}^2$$

$$\hat{h}^2 = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_{F_p}^2$$

Para efeito do cálculo do coeficiente de variação (C.V.%) para progênie, bem como para testemunha, o erro experimental foi obtido através das expressões:

$\hat{\sigma}_{d_1}^2 / k + \hat{\sigma}_e^2$; $\hat{\sigma}_{d_2}^2 / k + \hat{\sigma}_e^2$, respectivamente. O coeficiente de variação foi assim calculado:

$$CV_p (\%) = \sqrt{\hat{\sigma}_{d_1}^2 / k + \hat{\sigma}_e^2} / \bar{x} \cdot 100$$

$$CV_t (\%) = \sqrt{\hat{\sigma}_{d_2}^2 / k + \hat{\sigma}_e^2} / \bar{x} \cdot 100$$

O coeficiente de variação genético foi obtido através da expressão:

$$C.V. \text{ gen} (\%) = \sigma_p / \bar{x} \cdot 100$$

Com o objetivo de verificar se a seleção para o caráter teor de óleo atua com maior intensidade entre as espigas do que dentro das espigas, foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse. Para tanto, foram utili

zados os valores obtidos com o uso da técnica da ressonância magnética nuclear (NMR). Tal coeficiente foi calculado com o auxílio da fórmula (STEEL & TORRIE, 1960):

$$RI = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_d^2}$$

onde: $\hat{\sigma}_p^2$ = variância da espiga e $\hat{\sigma}_d^2$ = variância dentro da espiga.

Para o cálculo da variância da espiga ($\hat{\sigma}_p^2$) e da variância dentro da espiga ($\hat{\sigma}_d^2$) utilizou-se as esperanças matemáticas dos quadrados médios das fontes de variação apresentados na Tabela 2. Para tanto, trabalhou-se com médias entre espigas.

Tabela 2 - Esquema da análise de variância utilizada, com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios [E(QM)] para cada fonte de variação, para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)
Espigas	gl ₁	Q ₁	$\sigma_d^2/k + \sigma_p^2$
Amostras/ Espigas	gl ₂	Q ₂	σ_d^2

Para o cálculo da $\hat{\sigma}_p^2$, utilizamos a expressão:

3.2.2.2. Análise da Covariância

A análise da covariância entre os caracteres altura da planta, altura da espiga, produção de espigas e teor de óleo, foi feita conforme metodologia relatada por KEMP THORNE (1966). Através desta metodologia, pode-se obter a análise da covariância apenas com a utilização da análise da variância. Assim, para a obtenção da covariância entre duas características x e y , deve obter-se a análise da variância de x , y e z , sendo $z = x + y$. Desta forma:

$$E(z^2) = E(x+y)^2 = E(x^2 + 2xy + y^2) = E(x)^2 + E(2xy) + E(y)^2$$

$$E(z^2) = E(x^2) + 2E(xy) + E(y^2).$$

Sendo:

$$E(z^2) = \sigma_z^2;$$

$$E(x^2) = \sigma_x^2$$

$$E(y^2) = \sigma_y^2$$

$$E(x \cdot y) = \text{Cov}(x, y)$$

tem-se:

$$\sigma_z^2 = \sigma_x^2 + 2 \cdot \text{Cov}(x, y) + \sigma_y^2$$

$$\text{Cov}(x, y) = 1/2 (\sigma_z^2 - \sigma_x^2 - \sigma_y^2), \text{ portanto}$$

$$\text{PM}(x, y) = 1/2 (\text{QM}_z - \text{QM}_x - \text{QM}_y).$$

Este procedimento foi adotado para cada uma das fontes de variações existentes, para os caracteres analisados.

Na tabela 3 são apresentadas as esperanças matemáticas dos produtos médios das fontes de variações utilizadas.

Tabela 3 - Esquema da análise de covariância utilizada, com as respectivas esperanças matemáticas dos produtos médios, para cada fonte de variação, para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

F.V.	G.L.	P.M.	E(P.M.)
Progênes	gl ₁	P ₁	Cov _{d1} /k+Cov _e +Cov _p
Testemunhas	gl ₂	P ₂	Cov _{d2} /k+Cov _e
Dentro de progênes	gl ₃	P ₃	Cov _{d1}
Dentro de testemunhas	gl ₄	P ₄	Cov _{d2}

onde:

gl_1, gl_2, gl_3 e gl_4 são os graus de liberdades associados às fontes de variações.

P_1 = produto médio para progênies;

P_2 = produto médio para testemunhas;

P_3 = produto médio dentro de progênies;

P_4 = produto médio dentro das testemunhas;

Cov_p e Cov_e = covariância genética entre progênies e do erro ambiental entre parcelas, respectivamente;

Cov_{d_1} e Cov_{d_2} = covariância fenotípica entre plantas dentro de progênies e testemunhas, respectivamente;

k = número de plantas por parcela.

Os produtos médios dentro de progênies e de testemunhas foram obtidos independentemente, de maneira similar aos quadrados médios dentro de progênies e dentro de testemunhas.

As estimativas das covariâncias genéticas e fenotípicas entre os caracteres em estudo, ao nível individual, foram obtidos através de operações algébricas dos produtos médios, considerando suas respectivas esperanças matemáticas mostradas na Tabela 3.

$$\hat{C}\hat{o}v_{P} = P_1 \cdot \left\{ P_2 - P_4/k + P_3/k \right\}$$

$$\hat{C}\hat{o}v_e = P_2 - P_4/k$$

$$\hat{C}\hat{o}v_{d_1} = P_3$$

$$\hat{C}\hat{o}v_{d_2} = P_4$$

As estimativas da covariância genética aditiva ($\hat{C}\hat{o}v_A$), da covariância fenotípica entre plantas das progênie ($\hat{C}\hat{o}v_{F_p}$) e da covariância fenotípica entre plantas das testemunhas ($\hat{C}\hat{o}v_{F_t}$), foram obtidas da seguinte maneira:

$$\hat{C}\hat{o}v_A = 4 \cdot \hat{C}\hat{o}v_p$$

$$\hat{C}\hat{o}v_{F_p} = \hat{C}\hat{o}v_p + \hat{C}\hat{o}v_e + \hat{C}\hat{o}v_{d_1}$$

$$\hat{C}\hat{o}v_{F_t} = \hat{C}\hat{o}v_e + \hat{C}\hat{o}v_{d_2}$$

3.2.2.3. Obtenção das correlações genéticas e fenotípicas.

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas, entre os quatro caracteres considerados: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), produção de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), foram obtidos de acordo com o procedimento relatado por FALCONER (1964) e KEMPTHORNE (1966):

$$r_A(x,y) = \frac{C\hat{o}v_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{A_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{A_y}^2}}$$

$$r_{F_p}(x,y) = \frac{C\hat{o}v_{F_p}(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F_p_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F_p_y}^2}}$$

$$r_{F_t}(x,y) = \frac{C\hat{o}v_{F_t}(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F_t_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F_t_y}^2}}$$

onde:

$r_A(x,y)$ = estimativa do coeficiente de correlação genética aditiva entre os caracteres x e y;

$r_{F_p}(x,y)$ = estimativa do coeficiente de correlação fenotípica para progênies entre os caracteres x e y, entre plantas;

$r_{F_t}(x,y)$ = estimativa do coeficiente de correlação fenotípica para testemunhas entre os caracteres x e y, entre plantas.

3.2.2.4. Obtenção das estimativas dos ganhos genéticos esperados e das respostas correlacionadas à seleção.

Os ganhos genéticos esperados à seleção foram calculados conforme metodologia relatada por VENCOVSKY (1969) para os caracteres peso de espigas e teor de óleo nos grãos. Os esquemas de seleção considerados foram seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, com seleção truncada usando sementes remanescentes. As expressões utilizadas foram as seguintes.

$$\hat{G}_{S_1} = K \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{d_1}^2}}$$

$$\hat{G}_{S_2} = K_1 \frac{1/4 (\hat{\sigma}_A^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{d_1}^2/k}} + K_2 \frac{3/8 (\hat{\sigma}_A^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{d_1}^2}}$$

onde:

\hat{G}_{S_1} = ganho genético esperado com seleção massal nos dois sexos, com intensidade de seleção de 10%.

\hat{G}_{S_2} = ganho genético esperado com seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, em ambos os sexos (utilizando-se seleção entre progênies sem repetição). A intensidade

de seleção entre foi de 20% e dentro de 10%..

As respostas correlacionadas à seleção para os parâmetros altura da planta, altura da espiga e peso de grãos com teor de óleo nos grãos, foram calculados com o auxílio das seguintes expressões (VENKOVSKY, 1969):

$$RC_{Y/X} = K \frac{C\hat{v}_A (Y . X)}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{F_X}}}$$

$$RC_{Y/X} = K_1 \frac{1/4C\hat{v}_A (Y . X)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{d_1/k}^2)}_X} + K_2 \frac{3/8C\hat{v}_A (X.Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{d_1X}^2}}$$

onde:

$RC_{Y/X}$ = Resposta correlacionada no caráter Y
via seleção no caráter X.

k = diferencial de seleção standartizado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da Variância

Os resumos das análises da variância bem como a significância dos quadrados médios para os caracteres altura da planta, altura da espiga, peso de espigas e teor de óleo nos grãos, para as populações Piranão VD-2 e VF-1, são apresentados nas Tabelas 4 e 5 respectivamente. A precisão do experimento foi suficiente para detectar diferenças altamente significativas entre as progênies, para os quatro caracteres em questão, nas duas populações indicando deste modo a existência de variabilidade de genética. Observa-se que o caráter teor de óleo nos grãos apresentou uma maior variação genética, nas duas populações quando comparado com os demais caracteres em questão. Para o caráter peso de espigas, a variação genética foi maior no Piranão VD-2. Com relação a altura da planta, o Piranão

VF-1 apresentou maior variação genética do que o VD-2, sendo que ocorreu o inverso com o caráter altura da espiga.

Os valores médios obtidos para os caracteres estudados, são apresentados na Tabela 6, juntamente com os valores do coeficiente de variação experimental obtidos para as progênies das duas populações, bem como suas respectivas testemunhas, sendo classificados como baixos e médios, conforme PIMENTEL GOMES (1970).

Os coeficientes de variação para altura da planta foram considerados baixos e variaram de 5,64% a 7,45%. Para altura da espiga, os mesmos foram considerados médios, variando de 11,26% a 12,31%, respectivamente para o Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Para o peso de espigas, os valores obtidos foram 10,77% e 9,70%. Com relação ao caráter teor de óleo nos grãos, os valores foram 7,42% para o Piranão VD-2 e 5,82% para o Piranão VF-1. Os coeficientes de variação experimental obtidos no presente trabalho, indicam uma boa precisão dos dados para os quatro caracteres em estudo.

Na população Piranão VD-2, o caráter peso de espigas e altura da espiga apresentaram coeficiente de variação experimental semelhante e mais elevados que os encontrados para o teor de óleo nos grãos e altura da planta. Na população Piranão VF-1, o caráter altura da espiga apresentou coeficiente de variação experimental mais elevado, seguido pelo peso de espigas, altura da planta e teor de óleo nos grãos.

Nas duas populações o caráter altura da espiga

apresentou coeficientes de variação experimental mais elevados que a altura da planta. Um fato notório é a consistência com que o caráter altura da espiga apresenta coeficiente de variação experimental mais elevados que os da altura da planta; não obstante as mensurações tenham sido feitas na mesma planta. RISSI (1980), estudando duas populações, Piranão-A e Piranão-B, também observou o mesmo fato. Em milhos normais, dados apresentados por MÔRO *et alii* (1974), MIRANDA FILHO e RISSI (1975), RISSI *et alii* (1976), entre outros, mostram essa mesma tendência.

Os valores médios para altura da planta e da espiga foram respectivamente 1,90 metros e 0,80 metros para o Piranão VD-2 e 1,67 e 0,70 metros para o Piranão VF-1. Para o caráter peso de espigas, os valores médios obtidos para o Piranão VD-2 e Piranão VF-1 foram de 0,185 Kg/planta (10.790,0 Kg/ha) e 0,178 Kg/planta (10.333,0 Kg/ha), respectivamente. Com relação ao teor de óleo nos grãos, foi observado um teor médio de 4,62% para o Piranão VD-2 e 4,68% para o Piranão VF-1. Com relação à altura da planta e altura da espiga a população Piranão VD-2 apresentou alturas superiores às encontradas para o Piranão VF-1, resultados estes que diferem dos citados por PATERNIANI *et alii* (1977) e PATERNIANI (1978), onde as duas populações apresentam quase que a mesma altura de planta e de espiga. Os valores obtidos para peso de espigas, mostraram-se coerentes com os valores obtidos por PATERNIANI *et alii* (1977) e PATERNIANI (1978), onde a população Piranão VD-2 a

presentou maior peso de espigas que a população Piranão VF-1; já para o teor de óleo nos grãos, os resultados mostraram que a população dentada e flint se comportam de modo semelhante.

As médias obtidas para os quatro caracteres analisados indicam que as duas populações são bastante promissoras sob o ponto de vista de utilização dos agricultores, uma vez que, o peso de espigas é relativamente bom e apresentam altura da planta e da espiga num nível desejado e um teor de óleo médio em torno de 4,6%.

4.1.1. Estimativas para os caracteres: altura da planta e da espiga.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados, para esses dois caracteres, as estimativas da variância genética entre plantas ($\hat{\sigma}_p^2$), da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie ($\hat{\sigma}_{d_1}^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha ($\hat{\sigma}_{d_2}^2$), da variância genética aditiva a nível de plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância fenotípica entre plantas da progênie ($\hat{\sigma}_{F_p}^2$), da variância fenotípica entre plantas da testemunha ($\hat{\sigma}_{F_t}^2$) e os valores do coeficiente de variação genético (C.V.g%), das duas populações.

A variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) foi maior para a altura da planta do que para a altura da espiga nas duas

populações. Resultados semelhantes foram obtidos por RIS
SI (1980) e LORDELO (1982). Para a altura da planta, os va
lores obtidos foram $31,7295 \times 10^{-3}$ e $24,1192 \times 10^{-3}$, respec
tivamente para a população Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Pa
ra a altura da espiga, as estimativas foram $27,8852 \times 10^{-3}$ e
 $13,9524 \times 10^{-3}$. Os resultados encontrados para o Piranão VD-
2 foram superiores aos do Piranão VF-1. LORDELO (1982), tra
balhando com as mesmas populações, encontrou valores aproxi
mados da variância genética aditiva para altura da planta e
da espiga, porém, os resultados encontrados para o Piranão
VF-1 foram superiores aos do Piranão VD-2. RISSI (1980) ,
trabalhando com Piranão A e Piranão B, obteve resultados da
variância genética aditiva para os caracteres em questão, su
periores aos obtidos neste trabalho.

Estimativas da variância genética aditiva em
milhos normais, para essas duas características, têm sido ob
tidas por vários autores. A Tabela 9, mostra algumas estima
tivas da variância genética aditiva para os caracteres altu
ra da planta e da espiga. Observa-se que os valores obtidos
para as duas populações em estudo, apresentam magnitudes se
melhantes aos obtidos em milhos normais. CRISÓSTOMO (1977),
trabalhando com dois Compostos (A e B), encontrou valores da
variância genética aditiva mais elevados para a altura da es
piga no Composto A ($35,4 \times 10^{-3}$) e para a altura da planta
no Composto B ($43,6 \times 10^{-3}$), embora os resultados encontrados
pela maioria dos autores nas mais variadas populações, mostram a

Tabela 09 - Estimativas da variância genética aditiva para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em(metros/planta)², segundo as fontes citadas.

MATERIAL	Variância genética aditiva (σ_A^2)		FONTES
	AP (metros)	AE (metros)	
Composto Dentado	50,0 x 10 ⁻³	48,0 x 10 ⁻³	QUEIROZ, 1969
Composto Dentado	20,8 x 10 ⁻³	27,5 x 10 ⁻³	MIRANDA FILHO, 1974
Composto Flint	30,8 x 10 ⁻³	22,4 x 10 ⁻³	MIRANDA FILHO, 1974
ESALQ-VD-2 MIHSII	32,7 x 10 ⁻³	21,5 x 10 ⁻³	LIMA e PATERNIANI, 1977
Composto A	22,9 x 10 ⁻³	35,4 x 10 ⁻³	CRISÓSTOMO, 1978
Composto B	43,6 x 10 ⁻³	30,9 x 10 ⁻³	CRISÓSTOMO, 1978
Jarvis	23,5 x 10 ⁻³	10,6 x 10 ⁻³	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Weekley	19,9 x 10 ⁻³	19,1 x 10 ⁻³	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Indian Chief	21,8 x 10 ⁻³	17,2 x 10 ⁻³	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Krug Yellow Dent (1956)	41,7 x 10 ⁻³	29,2 x 10 ⁻³	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Krug Yellow Dent (1957)	23,4 x 10 ⁻³	21,1 x 10 ⁻³	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Hays Golden (1956)	64,2 x 10 ⁻³	48,4 x 10 ⁻³	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Hays Golden (1957)	46,1 x 10 ⁻³	25,3 x 10 ⁻³	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
MÉDIA	34,0 x 10 ⁻³	27,4 x 10 ⁻³	

tendência da variância genética aditiva ser maior para a altura da planta do que para a altura da espiga.

Os coeficientes de variação genético para altura da planta, foram 4,68% e 4,62%, respectivamente para o Piranão VD-2 e VF-1. Para a altura da espiga esses valores foram 10,35% e 8,33%. Os valores do coeficiente de variação genético obtidos para as duas populações nos mostram que o caráter altura da espiga apresenta maior coeficiente de variação genético que o caráter altura da planta. Resultados semelhantes foram obtidos por RISSI (1930) e LORDÊLO (1982). O coeficiente b (C.V.gen./C.V.e.), para os caracteres altura da planta foram de 0,83 e 0,62 para as populações Piranão VD-2 e VF-1, respectivamente. Para a altura da espiga esse coeficiente foi de 0,92 no Piranão VD-2 e 0,68 no Piranão VF-1. Observa-se que a variabilidade genética para esses dois caracteres é maior na população Piranão VD-2. Tais resultados indicam a presença de suficiente variabilidade genética entre progênies para a obtenção de ganhos por seleção.

A estimativa dos valores do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito (\hat{h}^2), ao nível de plantas individuais, para altura da planta e da espiga estão na Tabela 10. Para a altura da planta, os valores obtidos foram 99,9% para o Piranão VD-2 e 80,29% para o Piranão VF-1. Para a altura da espiga os valores encontrados foram 117,06% e 80,02%, para o Piranão VD-2 e VF-1, respectivamente. Para a altura da plan

ta e da espiga, as maiores estimativas de herdabilidade foram obtidas na população Piranão VD-2. Os valores acima de 100% evidentemente são teoricamente impossíveis. No entanto, deve-se salientar que as estimativas da herdabilidade acima de 100% para altura da planta e da espiga têm sido obtidas por outros autores. RISSI (1980) obteve para altura da planta, valores de 118,28% no Piranão-A e 167,27% no Piranão-B. Para altura da espiga os valores encontrados foram de 99,99% para o Piranão-A e 125,37% para o Piranão-B. QUEIROZ (1969) obteve valores de 101,10% para altura da planta e 112,70% para altura da espiga no Dentado Composto-A. Esses valores acima de 100% foram explicados como decorrente da interação genótipo ambiente. Ainda com o Dentado Composto, LIMA e PATERNIANI (1977), encontraram valores de coeficiente de herdabilidade de 67,9% para altura da planta e 51,9% para altura da espiga.

LORDÊLO (1982), trabalhando com as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, obteve para altura da planta valores de 61,96% e 62,07% e para altura da espiga 56,40% e 59,71%, respectivamente para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, valores estes, inferiores aos obtidos neste trabalho.

Para o Composto Flint, MIRANDA *et alii* (1972), estimaram herdabilidade de 76,8% para altura da planta e 66,6% para altura da espiga, portanto, estimativas menores que as verificadas no presente trabalho para a população Pi

ranão VF-1. Para o Composto Dentado, obtiveram valores de 49,5% para altura da planta e 71,70% para altura da espiga.

SOUZA Jr *et alii* (1980a), trabalhando com uma população de milho SUWAN, encontraram valores do coeficiente de herdabilidade para altura da planta igual a 46,61% e para altura da espiga 84,57%.

No presente trabalho, um fator que deve ser considerado como possível causa das estimativas da herdabilidade alta e acima de 100%, é a presença de famílias contaminadas com o alelo normal Br_2 . Sendo a característica "braquítica" conferida pelo alelo recessivo br_2 em dose dupla, a presença do alelo normal Br_2 provoca o aparecimento de plantas normais, que apresentam porte mais elevado que as plantas recessivas para o gene br_2 . Este fato poderia inflacionar a estimativa da variância genética entre progênes e conseqüentemente superestimar a variância genética aditiva (RISSI, 1980).

Vale salientar, porém, que as diversas estimativas devem, provavelmente, estar superestimadas, pelo fato do experimento ter sido conduzido em apenas um local e um ano e com apenas uma repetição.

4.1.2. Estimativas para o caráter peso de espigas

As estimativas obtidas para o caráter peso de espigas, da variância genética entre plantas ($\hat{\sigma}_n^2$), da variân

cia do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie ($\hat{\sigma}_{d_1}^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha ($\hat{\sigma}_{d_2}^2$), da variância genética aditiva a nível de plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância fenotípica entre plantas da progênie ($\hat{\sigma}_F^2$), da variância fenotípica entre plantas da testemunha ($\hat{\sigma}_{F_t}^2$)^p e os valores do coeficiente de variação genético (C.V.gen.%), das duas populações, são apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Os valores da variância genética aditiva encontrados para o caráter em questão foram $1,4682 \times 10^{-3}$ para o Piranão VD-2 e $0,9340 \times 10^{-3}$ para o Piranão VF-1.

Estimativas da variância genética aditiva para peso de espigas, tem sido calculadas por vários autores. Alguns desses dados são apresentados na Tabela 11. Observa-se que os valores foram superiores aos citados na Tabela 11, excessão feita aos resultados obtidos por LORDÊLO (1982), que trabalhando com as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 obteve valores superiores aos encontrados neste trabalho. RAMALHO (1978) obteve uma estimativa média da variância genética aditiva para 30 populações locais de milhos normais de $0,320 \times 10^{-3}$, onde os extremos foram $0,041 \times 10^{-3}$ (Caingang) e $0,758 \times 10^{-3}$ (Piramex original).

A proporção $\hat{\sigma}_{d_1}^2/\hat{\sigma}_e^2$ foi de 3,43 para o Piranão VD-2 e 3,08 para o Piranão VF-1. Esses valores estão abaixo dos obtidos por ROBINSON *et alii* (1949) e GARDNER (1961), em milhos normais, cujo valor obtido foi aproximadamente igual a 10. QUEIROZ (1969) obteve para o Composto Dentado o valor

Tabela 11 - Estimativas da variância genética aditiva para o caráter peso de espigas, em (kg/planta)², segundo as fontes citadas.

MATERIAL	Variância genética aditiva (σ_A^2)	FONTES
COMPOSTO-A	$0,4280 \times 10^{-3}$	CRISOSTOMO e ZINSKY, 1977
COMPOSTO-B	$0,3840 \times 10^{-3}$	CRISOSTOMO e ZINSKY, 1977
Piranão-A	$0,3409 \times 10^{-3}$	GERALDI, 1977
Piranão-B	$0,6260 \times 10^{-3}$	GERALDI, 1977
ESALQ VD-2 MI HSII	$0,6650 \times 10^{-3}$	LIMA e PATERNIANI, 1977
ESALQ-PB-1	$0,2745 \times 10^{-3}$	MIRANDA FILHO, 1979
SUWAN	$0,2543 \times 10^{-3}$	SOUZA Jr. <i>et alii</i> , 1980
Piranão VD-2	$1,9950 \times 10^{-3}$	LORDELO, 1982
Piranão VF-1	$1,7258 \times 10^{-3}$	LORDELO, 1982
MÉDIA	$0,7437 \times 10^{-3}$	

de 5 para esta relação. RISSI (1980) trabalhando com populações braquíticas obteve uma proporção de 10,05 para o Piranão-A e 11,75 para o Piranão-B.

O coeficiente de variação genético (C.V.gen.%), para o Piranão VD-2 foi de 10,35% e para o Piranão VF-1 foi 8,58%. Estes valores são inferiores aos obtidos por LORDÊLO (1982), que trabalhando com as mesmas populações, obteve valores de 11,95% para o Piranão VD-2 e 14,62% para o Piranão VF-1. RISSI (1980), trabalhando com o Piranão-A e o Piranão-B, obteve 6,09% e 9,24%, respectivamente. Para populações locais de milhos normais, essa mensuração tem variado de 3,37% a 15,31%, com uma média de 7,31%, conforme mostrado por RAMALHO (1977). Assim, os valores obtidos para as duas populações podem ser classificados como médios, indicando a presença de considerável quantidade de variabilidade genética livre. Devido à diferença entre as médias das duas populações, uma comparação entre os coeficientes de variação genético fica prejudicado. No entanto, uma boa comparação pode ser feita através do coeficiente $b = C.V.gen./C.V.e.$, proposto por VENCOVSKY (1975). Desta forma, a média do caráter não influi na comparação da variabilidade genética das duas populações. Para o Piranão VD-2 o valor de b foi 0,96, enquanto para o Piranão VF-1, o valor foi de 0,88. RAMALHO (1977), mostra o valor desse coeficiente para populações locais de milhos normais, e os mesmos variam de 0,22 a 0,84, com uma estimativa média de 0,45. RISSI (1980) estudando populações braquíticas, obteve valores de b igual a 0,56 para o Piranão-A e 0,88 para o Pira

não-B. Os resultados alcançados mostram que as duas populações em estudo apresentam grande quantidade de variabilidade genética livre para o peso de espigas.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de média (h^2) para o caráter peso de espigas, se encontra na Tabela 10. Os valores obtidos foram 76,98% para o Piranão VD-2 e 70,17% para o Piranão VF-1, valores estes superiores aos encontrados por RISSI (1980), que obteve 50,53% para o Piranão-A e 70,73% para o Piranão-B. LORDELO (1982), trabalhando com as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 obteve valor de herdabilidade também inferiores, isto é, 65,41% e 69,18%, respectivamente. As estimativas de herdabilidade obtidas para os dois materiais são consideradas altas, possibilitando o sucesso com o emprego de métodos de melhoramento intrapopulacionais. Neste sentido, são apresentados na Tabela 19 os ganhos genéticos esperados, praticando-se seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos. Para a seleção massal com uma intensidade de 10%, o ganho genético esperado para o Piranão VD-2 é de 31,9% e 25,2% para o Piranão VF-1. Para o esquema de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes, com um ciclo cada 2 anos, com uma intensidade de seleção da ordem de 20% entre, e 10% dentro, os ganhos esperados são de 25,2% e 19,4% para o Piranão VD-2 e VF-1, respectivamente.

Os resultados do ganho genético esperado são considerados altos para os dois esquemas de seleção proposto, uma vez que as estimativas da variância aditiva (σ_A^2) obtidas

foram elevadas.

Tais resultados obtidos para o peso de espigas permitem concluir pela ampla variabilidade genética das duas populações, resultados esses na realidade já esperados, uma vez que, compostos são materiais que pela sua própria natureza exibem elevado grau de variabilidade genética.

4.1.3. Estimativas para o carater teor de óleo nos graos

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados para o carater teor de óleo nos grãos, estimativas da variância genética entre plantas ($\hat{\sigma}_p^2$), da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie ($\hat{\sigma}_{d_1}^2$), da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha ($\hat{\sigma}_{d_2}^2$), da variância genética aditiva entre plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância fenotípica entre plantas da progênie ($\hat{\sigma}_{F_p}^2$), da variância fenotípica entre plantas da testemunha ($\hat{\sigma}_{F_t}^2$) e do coeficiente de variação genético (C.V.gen.%), para as duas populações.

A estimativa da variância genética aditiva para o carater teor de óleos nos grãos foi de magnitude maior no Piranão VD-2 do que no Piranão VF-1, sendo os valores iguais a 1,3519 e 0,6314, respectivamente. HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981), encontraram valores de estimativas da variância genética aditiva média igual a 0,882, valor este magnitude inferior ao

obtido para o Piranão VD-2, porém, superior ao do Piranão VF-1. ELROUBY & PENNY (1967), trabalhando com população de milho de alto teor de óleo encontraram valor da variância genética aditiva igual a 0,668. Os resultados da variância genética aditiva obtidos no presente trabalho, mostram-se compatíveis com os resultados encontrados na literatura. Para o coeficiente de variação genético foi encontrado valores iguais a 12,59% para o Piranão VD-2 e 8,47% para o Piranão VF-1. O coeficiente b obtido para o Piranão VD-2 foi 1,70 e para o Piranão VF-1 foi 1,46. Observando esses valores, verifica-se que as duas populações em questão apresentam grande variabilidade genética para o caráter teor de óleo nos grãos, com uma superioridade para o Piranão VD-2.

Na Tabela 10 observa-se os valores de herdabilidade ao nível de plantas encontrados para o caráter teor de óleo nos grãos. Para a população Piranão VD-2 o valor obtido foi 64,99% e para o Piranão VF-1 foi 46,67%. HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981), encontraram valor de herdabilidade para o caráter teor de óleo nos grãos igual a 76,7%, valor este de magnitude superior aos obtidos no presente trabalho para as duas populações. Os valores de herdabilidade encontrados são elevados, sendo que para o Piranão VD-2 a herdabilidade obtida foi maior do que para o Piranão VF-1. DUDLEY *et alii* (1971), estudando famílias de meios irmãos em quatro sintético de milho opaco-2, também observaram que o caráter teor de óleo nos grãos apresenta elevada herdabilidade.

Na Tabela 19 são apresentados os valores das es

timativas de ganhos genéticos esperados, praticando-se seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes. Para a seleção massal com uma intensidade de seleção de 10%, o ganho genético esperado foi de 7,12% para o Piranão VD-2 e 4,07% para o Piranão VF-1. Para o esquema de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes em um ciclo cada 2 anos, com uma intensidade de seleção de 20% entre e 10% dentro, os ganhos genéticos esperados foram 6,71% para o Piranão VD-2 e 3,47% para o Piranão VF-1.

Tais resultados mostram que o progresso genético esperado através da seleção massal foi maior nas duas populações quando comparados com os resultados obtidos através da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes, isto porque o caráter teor de óleo nos grãos apresenta uma grande herdabilidade. ELROUBY & PENNY (1967) estudando três diferentes métodos de seleção (seleção massal, seleção em família de meios irmãos e seleção recorrente) também obtiveram um maior progresso genético com o método de seleção massal. A grande variabilidade apresentada pelas duas populações, permite a elaboração de programas de melhoramento que visam o aumento do teor de óleo nos grãos.

Com os valores do teor de óleo individual de 5 sementes de cada progênie, obtidos através do uso da técnica da ressonância magnética nuclear "NMR", foi possível a obtenção do coeficiente de correlação intraclasse para as duas populações em questão. Os valores calculados encontram-se na

Tabela 12 e são significativos ao nível de 1% de probabilidade. Para o Piranão VD-2, o coeficiente de correlação intraclasses obtido foi 0,50 e para o Piranão VF-1 foi 0,49. Esses valores são de magnitude semelhantes e nos indica que existe praticamente 50% de variabilidade genética entre espigas e 50% dentro da espiga, para o caráter teor de óleo.

4.1.4. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas

Os valores obtidos para os produtos médios envolvendo os caracteres altura da planta, altura da espiga, peso de espigas e teor de óleo nos grãos para a população Piranão VD-2 e Piranão VF-1, estão representadas nas Tabelas 13 e 14, respectivamente, e as estimativas obtidas ao nível de plantas, para a covariância genética entre plantas ($C\hat{ov}_p$), covariância do erro ambiental entre parcelas ($C\hat{ov}_e$), covariância fenotípica entre plantas dentro da progênie ($C\hat{ov}_{d_1}$), covariância fenotípica entre plantas dentro da testemunha ($C\hat{ov}_{d_2}$), covariância aditiva entre plantas ($C\hat{ov}_A$), covariância fenotípica entre plantas da progênie ($C\hat{ov}_{F_p}$) e a covariância fenotípica entre plantas da testemunha ($C\hat{ov}_{F_t}$), encontram-se nas Tabelas 15 e 16.

As correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre os caracteres avaliados, bem como as correlações fenotípicas da testemunha para as populações Piranão VD-2 e Piranão

VF-1, estão nas tabelas 17 e 18, respectivamente. Conforme já era esperado pelos resultados encontrados na literatura, verificou-se uma forte associação positiva entre altura da planta e da espiga, sendo 0,7175 para o Piranão VD-2 e 0,6084 para o Piranão VF-1, resultados estes inferiores aos alcançados por LORDÊLO (1982) quando estudou as mesmas populações e obteve 0,8392 para o Piranão VD-2 e 0,8971 para o Piranão VF-1. Vários outros autores, LIMA e PATERNIANI (1977), CRISÓSTOMO e ZINSLY (1977), RISSI (1980), ANDRADE e MIRANDA FILHO (1980) e SOUZA Jr. *et alii* (1980b). trabalhando com as mais variadas populações de milho, também alcançaram altas correlações entre os caracteres altura da planta e da espiga, valores estes superiores aos obtidos no presente trabalho. A respeito das associações altura da planta e altura da espiga com peso de espigas, as correlações genéticas aditivas obtidas foram positivas e relativamente altas. Para o caráter altura da planta correlacionada com peso de espigas, os valores encontrados foram de 0,515 para o Piranão VD-2 e 0,451 para o Piranão VF-1; para altura da espiga correlacionada com o peso de espigas, os valores encontrados foram 0,334 e 0,237, respectivamente, para o Piranão VD-2 e VF-1. Os valores obtidos para o Piranão VD-2 são mais altos que os do Piranão VF-1. Consequentemente a seleção para elevação do nível de peso de espigas nas duas populações, acarretará maiores alterações no porte da população Piranão VD-2.

ELROUBY & PENNY (1967) encontraram valores para as estimativas das correlações genéticas aditivas entre os

caracteres altura da planta com peso de espigas ($r = 0,641$) e altura da espiga com peso de espigas ($r = 0,470$), com magnitudes de levemente superiores às encontradas no presente trabalho, o mesmo ocorrendo com LORDÊLO (1982) quando estudou as estimativas das correlações genéticas aditivas para os mesmos caracteres, para a população Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Valores aproximados de estimativas para as citadas correlações foram obtidos por RISSI (1980). LIMA e PATERNIANI (1977) estudando a população ESALQ-VD-2-MI-HSII e CRISÓSTOMO e ZINSLY (1977), trabalhando com o composto A, obtiveram valores negativos para as correlações acima mencionadas.

Segundo RISSI (1980), a correlação genética aditiva positiva entre altura da planta e peso de espigas nos materiais braquíticos, pode ser considerado como um fator positivo, uma vez que, a drástica redução do porte da planta causada pelo gene br_2 , exige que seja feito uma seleção de gens modificadores para um aumento da altura da planta o qual leva a um ganho adicional na produção. A seleção de material um pouco mais alto leva a uma gradual recuperação da queda de produção causada pela introdução do gene braquítico (br_2).

As estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres teor de óleo nos grãos e peso de espigas obtidas neste trabalho foram $r = 0,070$ para o Piranão VD-2 e $r = -0,224$ para o Piranão VF-1. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura mostram a existência de uma correlação negativa entre os dois caracteres analisados. EL ROUBY & PENNY (1967), encontraram um valor de correlação gené

tica aditiva para os caracteres em questão igual a $r = -0,247$, valor de magnitude semelhante ao encontrado para a população Piranão VF-1. TOSELLO e GERALDI (1980), trabalhando com a população ESALQ-VD-opaco de milho, encontraram valor igual a $r = -0,500$, porém, existem trabalhos onde foram obtidas correlações positivas entre os dois caracteres, MILLER e BRIMHALL (1951).

Com relação aos valores das estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres teor de óleo nos grãos e peso de espigas obtidas neste trabalho, notamos que a população Piranão VD-2 apresenta uma correlação positiva, embora baixa e próxima a zero. Tal fato deve ocorrer devido à população Piranão VD-2 ter apresentado uma produção de espigas superior e um teor de óleo inferior que a população Piranão VF-1. PATERNIANI (1972), trabalhando com diferentes germoplasmas, bem como a interação entre eles, observou que o germoplasma "Flint Composto", foi que apresentou maior teor de óleo nos grãos e conseqüentemente menor produção de espigas. Com respeito às correlações entre os caracteres teor de óleo nos grãos com altura da planta e altura da espiga, as mesmas foram negativas nas duas populações.

Os valores das estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres teor de óleo nos grãos e altura da planta foram $r = -0,145$ para a população Piranão VD-2 e $r = -0,387$ para o Piranão VF-1. Para o teor de óleo nos grãos correlacionado com altura de espigas, as correlações genéticas aditivas foram $r = -0,296$ para a população Pi

ranão VD-2 e $r = - 0,156$ para o Piranão VF-1. Nota-se que para o Piranão VF-1, a correlação genética aditiva entre os caracteres teor de óleo nos grãos e altura da planta foi maior que os valores da correlação genética aditiva obtida entre teor de óleo nos grãos e altura da espiga. Para o Piranão VD-2, observou-se o inverso. ELROUBY & PENNY (1967), quando correlacionaram os caracteres teor de óleo nos grãos com altura da planta, obtiveram um valor de correlação genética aditiva igual a $r = - 0,160$. Este valor é de magnitude superior ao valor obtido para o Piranão VF-1. Quando correlacionaram os caracteres teor de óleo nos grãos com altura da espiga, o valor da estimativa da correlação genética aditiva obtido foi $r = 0,052$, valor este positivo e de magnitude bem pequena e próxima de zero. Os valores obtidos neste trabalho são coerentes com os resultados encontrados na literatura.

Na Tabela 20 são apresentados os valores das respostas correlacionadas para os caracteres peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, à seleção para teor de óleo e vice-versa. De acordo com FALCONER (1964), o progresso em um caráter por seleção em outro (resposta correlacionada) é uma função direta da correlação genética entre ambos e da herdabilidade do caráter no qual a seleção é praticada. Além disso, de acordo com esse autor, a seleção indireta através de um caráter X pode ser inclusive mais eficiente para o melhoramento de outro caráter Y que a seleção direta em Y, se X tiver uma herdabilidade substancialmente maior e a correlação genética entre os dois for alta, isto é, se

$$r_{A(XY)} \cdot h_x > h_y$$

onde $r_{A(XY)}$ é a correlação genética aditiva entre X e Y, e h_x e h_y correspondem à raiz quadrada dos coeficientes de herdabilidade de X e Y, respectivamente.

Esta relação não se verifica entre os caracteres correlacionados no presente trabalho, para as duas populações, devido às correlações genéticas aditivas entre os caracteres correlacionados serem baixas, de modo que a seleção através do caráter teor de óleo nos grãos deve resultar em uma mudança muito pequena nos demais caracteres correlacionados e vice-versa.

Para o esquema de seleção massal praticada em ambos os sexos com uma intensidade de seleção de 10%, os valores de respostas correlacionadas obtidos quando se faz seleção para o caráter teor de óleo nos grãos foram respectivamente 4,00%, - 2,89% e - 17,35% para peso de espigas, altura da planta e altura da espiga na população Piranão VD-2 e - 9,10%, - 8,58% e - 6,24% na população Piranão VF-1. Os valores indicam que o caráter peso de espigas apresenta comportamento diferente nas duas populações quando correlacionado com o teor de óleo nos grãos. Na população Piranão VD-2 o aumento no teor de óleo nos grãos leva a um pequeno aumento no peso de espigas, sendo que, para a população Piranão VF-1, ocorre o inverso. Este fato pode ser explicado uma vez que o composto Flint apresenta maior teor de óleo nos grãos e conseqüentemente menor peso de espigas (PATERNIANI, 1972). Quando selecio

na-se para o carater teor de óleo nos grãos a estrutura da planta sofre pequenas modificações, uma vez que o aumento no teor de óleo nos grãos está negativamente correlacionado com altura da planta e da espiga. Quando o carater a ser selecionado é o peso de espigas, altura da planta ou altura da espiga, os valores das respostas correlacionadas obtidas foram 2,64%, - 4,90% e - 14,13% para a população Piranão VD-2 e - 5,53%, - 10,33% e - 4,17% para a população Piranão VF-1. Observando-se os valores na Tabela 20, verifica-se que a seleção para peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, leva a modificações maiores em valor absoluto no carater teor de óleo, embora o comportamento seja semelhante ao verificado quando seleciona-se para o carater teor de óleo nas duas populações.

Para o esquema de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes, com intensidade de seleção igual a 20% entre e 10% dentro, os valores das estimativas das respostas correlacionadas quando se faz seleção no carater teor de óleo nos grãos foram 3,73%, - 2,94% e - 16,18% respectivamente para peso de espigas, altura da planta e altura da espiga na população Piranão VD-2 e - 7,64%, - 7,21% e - 5,22% para a população Piranão VF-1. Quando a seleção é praticada nos caracteres peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, os valores das estimativas das respostas correlacionadas obtidos foram 2,08%, - 4,27% e - 11,22% para a população Piranão VD-2 e - 4,37%, - 9,37% e - 3,28% para a população Piranão VF-1. Através dos valores citados, po

de-se verificar que o comportamento das populações é semelhante ao observado quando se faz seleção massal, isto é, a seleção para teor de óleo nos grãos leva a modificações na estrutura da planta para as duas populações e com relação ao peso de grãos o comportamento foi diferente de população para população.

Comparando-se os valores das estimativas das respostas correlacionadas obtidas através dos dois esquemas de seleção, verifica-se que houve um comportamento semelhante para as duas populações, porém, com uma leve superioridade para o esquema da seleção massal.

Em virtude da escassez de resultados encontrados na literatura com relação a estudos de correlação existente entre o teor de óleo nos grãos, com os caracteres altura da planta e da espiga em milho, e analisando os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se dizer que o aumento do teor de óleo nos grãos está correlacionado de maneira negativa com os demais caracteres em estudo, para as duas populações.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem apontar as seguintes conclusões:

- a. As duas populações braquíticas (br_2), Piranão VD-2 e Piranão VF-1, apresentaram suficiente variabilidade genética para obtenção de progressos relativamente altos, em programas de melhoramento, para todos os caracteres estudados.
- b. Para os caracteres altura da planta, altura da espiga e teor de óleo nos grãos, a herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas foi considerada alta.
- c. As estimativas de herdabilidade no sentido restrito, para os caracteres altura da planta, altura da espiga e teor de óleo nos grãos foram superiores para o Piranão VD-2 em

relação ao Piranão VF-1.

- d. A herdabilidade ao nível de médias para produção de espigas foi estimada em 76,98% e 70,17%, para Piranão VD-2 e VF-1, respectivamente. Esses valores são considerados altos e as populações se mostram promissoras para utilização em programas de seleção.
- e. Para as duas populações, as correlações genéticas aditivas encontradas entre os caracteres altura da planta, altura da espiga e produção de espigas, foram todas positivas, sendo para APxAE = 0,7175 e 0,6084; APxPE = 0,515 e 0,451 e AExPE = 0,334 e 0,237 respectivamente para Piranão VD-2 e Piranão VF-1. A seleção para aumentar a produção de espigas nestas populações, poderá acarretar também, uma elevação da altura da planta e da altura da espiga.
- f. A altura da planta foi o caráter mais positivamente correlacionado com a produção de grãos no Piranão VD-2 ($r = 0,515$), fato também verificado no Piranão VF-1.
- g. Para a população Piranão VD-2, o valor da correlação genética aditiva entre produção de espigas e teor de óleo nos grãos foi positiva ($r = 0,070$), enquanto que para o Piranão VF-1, essa correlação foi negativa ($r = -0,224$).
- h. Para as duas populações, as correlações genéticas aditivas encontradas entre os caracteres teor de óleo nos

grãos, altura da planta e altura da espiga, foram todas negativas, sendo para APxTO = - 0,145 e - 0,387 e para AExTO = - 0,296 e 0,156, respectivamente para Piranão VD-2 e Piranão VF-1. A seleção para aumentar o teor de óleo nos grãos, caminha em sentido contrário à altura da planta, altura da espiga e também produção de espigas, exceção feita ao Piranão VD-2, no caso da produção de espigas.

- i. Na população Piranão VD-2, a correlação genética aditiva para APxTO ($r=-0,145$) foi menor que AExTO ($r = - 0,387$). Para a população Piranão VF-1, o inverso foi encontrado.
- j. O ganho genético esperado para o caráter peso de espigas foi maior nas duas populações, utilizando-se a seleção massal, do que utilizando-se a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes.
- l. O ganho genético esperado para o caráter teor de óleo nos grãos foi maior nas duas populações, utilizando-se a seleção massal, do que utilizando-se a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes.
- m. A população Piranão VD-2 apresentou um maior ganho genético do que a população Piranão VF-1, para os caracteres peso de espigas e teor de óleo nos grãos independentes do esquema de seleção adotado.
- n. As respostas correlacionadas obtidas quando selecionamos para o caráter teor de óleo nos grãos leva a uma modificação na estrutura da planta, uma vez que o caráter teor de

Óleo nos grãos correlaciona-se de forma negativa com a altura da planta e da espiga, nas duas populações.

- o. A seleção para peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, altera o teor de óleo nos grãos nas duas populações independentes do esquema de seleção adotado. O método de seleção massal apresenta valores de respostas correlacionadas levemente superiores aos obtidos quando se utiliza a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com sementes remanescentes.

6. LITERATURA CITADA

ANDRADE, J.A.C. & J.B. MIRANDA FILHO, 1980. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e do pendão de milho. Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética. Piracicaba, Nº 14: 5-10.

ALEXANDER, D.E., 1978. High Oil Corn. In: Illinois Maize Genetics Laboratory. Ed. D.E. ALEXANDER. University of Illinois. Urbana, Illinois, p.16-26.

ALEXANDER, D.E., L. SILVEIRA, F.I. COLLINS e R.C. RODGERS, 1967. Analysis of oil content of maize by wide line NMR. Journal American Oil Chemists Society, Illinois, 44(9): 555-558.

- ALEXANDER, D.E., J.W. DUDLEY e R.G. GREECH, 1970. Corn breeding and genetics. In: INGLETT, G.E. Ed. Corn: culture, processing, products. The Avi.Pub. Compl, Inc. p.6-23.
- ALEXANDER, D.E. e R.J. LAMBERT, 1968. Relationship of kernel oil content to yield in maize. Crop Science, Madison, 8(3):273-274.
- BATISTA, L.A.R., 1980. Seleção para tamanho do embrião relacionado com o teor de óleo de milho (*Zea mays* L.) Tese de Mestrado. ESALQ / USP. Piracicaba, SP.
- BAUMAN, L.F., CONWAY e S.A. WATSON, 1963. Heriability of variations in oil content of individual corn kernels Science, New York, 139 (3554): 498-499.
- _____, 1965. Inheritance of variation in oil content of individual corn (*Zea mays* L.) kernels. Crop Science, Madison, 5(2): 137-138.
- BEADLE, J.B., D.E. JUST, R.E. MORGAN e R.A. REINERS, 1965. Composition of corn oil. Journal of the American Oil Chemists Society, Illinois, 42(1): 90-95.
- BISCEGLI, C.I., 1977. Construção de um espectômetro de ressonância magnética nuclear (NMR) de banda larga. Duas aplicações tecnológicas dessa técnica. São Carlos, IFQSC/USP 62p. (Dissertação de Mestrado).
- BRUNSON, A.M.; F.R. EARLE e J.J. CURTIS, 1948. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. Journal American Society Agronomy, Geneva, 40(2): 180-185.

- CONWAY, T.F. e F.R. EARLE, 1963. Nuclear magnetic resonance for determining oil content of seeds. Journal American Oil Chemists Society, Illinois, 40(2): 265-268.
- CURTIS, J.J., A.M. BRUNSON, J.E. HUBBARD e F.R. ELARLE, 1956. Effect of the pollen parent on oil content of corn Kernel. Agronomy Journal, Madison, 48(12): 551-555.
- CURTIS, P.E.; LENG e R.H. HAGEMAN, 1968. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. Crop Science, Madison 8(6): 689-93.
- CRISOSTOMO, J.R. 1977. Estimação de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea mays* L.). Tese de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba, SP.
- CRISOSTOMO, J.R. e J.R. ZINSLY, 1977. Estimação de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea msys* L.). Relatório Cient. Depto. Gen. Piracicaba, nº 11: 33-37.
- DUDLEY, J.W., 1977. 76 generations of selection for oil and protein percentage in maize. Proceedings of the International Conference on Quantitative Genetics. Iowa State University Press, Ames, Iowa. p.459-473.
- DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J. & ALEXANDER, D.E., 1971. Variability and relationships among characters in *Zea mays* L. synthetics with improved protein quality. Crop Sci., 11: 512-514.

DUDLEY, J.W.; R.J. LAMBERT e I.A. de la ROCHE; 1977. Genetic analyzis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein. Crop Science, Madison, 17(1): 111-117.

ELROUBY, M.M. e L.H. PENNY, 1967. Variation and covariation in high oil population of corn (*Zea mays* L.) and their implications in selection. Crop Science, Madison, 7(3) : 216-219.

FALCONER, D.S., 1964. Introduction to Quantitative Genetics. N. York. The Ronald Press Co. 365p.

FUNDUIANU, D. & MOGA, A., 1982. Genetic variability in the content and yield of oil in maize population. Analele Institutului de Cercetari pentru Cereali si Plante Terenice (1980) 45:15-21. Apud: Plant Breeding Abstract 52 (4), abst. 2832.

GARDNER, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Science, Madison, 1: 241-245.

GARWOOD, D.L.; E.J. WEBER; R.J. LAMBERT e D.E. ALEXANDER , 1970. Effect of different cytoplasm on oil, fatty acids, plant height, and ear height in maize (*Zea mays* L.) Crop

Science, Madison, 10(1): 39-41.

GENTER, C.F.; EHEART e W.N. LINKOUS, 1956. Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. Agronomy Journal, Madison, 48(1): 63-67

GLOVER, D.V. e G.A. TOSELLO, 1973. Kernel characteristics, protein quality and biological value of the sugary-2 mutation and its combination with opaque-2 in *Zea mays* L.. Agronomy Abstracts, 65th Annual Meeting, Madison, p.5 (Abst).

HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B., 1981. Quantitative Genetics in maize Breeding. 1^a. Ed. Iowa State University Press/Ames 468p.

HOPKINS, C.G., 1899. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. In: DUDLEY, J.W. Ed., 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, p. 1-29.

HOPKINS, C.G.; L.H. SMITH e E.M. EAST, 1903. The structure of the corn kernel and the composition of its different

- parts. In: DUDLEY, J.W. Ed., 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, p. 33-63.
- JELLUM, M.D. e J.E. MARION, 1966. Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) grain. Crop Science, Madison, 6(1): 41-42.
- JELLUM, M.D., 1967. Fatty acid composition of corn (*Zea mays* L.) oil as influenced by kernel position on ear. Crop Science, Madison, 7(6): 593-595.
- KEMPTHORNE, O. 1966. An Introduction to Genetic Statistics. 3a. imp. New York. John Wiley Sons, 545p.
- KINOSHITA, K. e E. PATERNIANI, 1974a. Seleção para alto teor de óleo no milho Centralmex. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 07: 62-67.
- _____, 1974b. Proporção endosperma/embrião e o seu efeito sobre o teor de óleo no milho Centralmex. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 07: 68-73.
- LAMBERT, R.J.; D.E. ALEXANDER e R.C. RODGERS, 1967. Effect of kernel position on oil content in corn (*Zea mays* L.).

Crop Science, Madison, 7(2): 123-133.

LENG, E.R., 1962a. Results of long-term selection for chemical composition in maize and their significance in evaluating breeding systems. In: DUDLEY, J.W. Ed., Seventy generations for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, p. 149-172.

_____, 1962b. Selection reversal in strains of corn previously long-term selected for chemical composition. Crop Science, Madison, 2(2): 167-170.

_____, 1967. Changes in weight, germ ratio, and oil content during kernel development in high oil corn (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 7(4): 333-334.

LIMA, M. & E. PATERNIANI, 1977. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações com o melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 11: 84-89.

LORDÉLO, J.A.C., 1982. Parâmetros genéticos das populações de milho Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Tese de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba, SP.

MADSEN, E., 1976. Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry as a Quick. Method of Determination of Oil Content in Rapeseed. Journal of the American Oil Chemists Society, Illinois, 53 (7): 467-469.

- MILLER, P.A. e B. BRIMHALL, 1951. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. Agronomy Journal. Madison, 43(7): 305-311.
- MILLER, R.L.; DUDLEY, J.W. and ALEXANDER, D.E., 1981. High intensity selection for percent oil in corn. Crop Science, Madison, 21(3): 433-437.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1979. Avaliação de famílias de meios irmãos do segundo ciclo de seleção da população ESALQ PB 1 de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 13: 148-158.
- MIRANDA FILHO, J.B.; E. PATERNAINI & R. VENCONVSKY, 1972. Variância genética aditiva da altura da planta e da espiga em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 06: 104-108.
- MIRANDA FILHO; J.B. e R. RISSI; 1975. Interação dos efeitos genéticos com anos em um cruzamento dialélico intervarietal de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba. Nº 9: 102-114.
- MIRANDA; P.; R. RUSCHEL e E. PATERNIANI, 1976. Avaliação de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Central mex, para produção de grãos e óleo, Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas, Recife, 76: 37p.
- MORENO-GONZALES, J.; J.W. DUDLEY e R.J. LAMBERT, 1975. A

design III study of linkage disequilibrium for percent oil in maize. Crop Science, Madison, 15(4): 840-843.

MÔRO, J.R.; J.R. ZINSLY e E. PATERNIANI, 1974. Seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos germanos de milho (*Zea mays* L.) Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 08: 139-140.

N.I.L., 1972. Newport Instruments Limited. Use of portNewport Quantity Analyzer. Newport Pagnell, Buckinghamshire, England, 40p.

PATERNIANI, E., 1966. Genética e Melhoramento de milho
In: Cultura e Adubação do milho. Instituto Brasileiro de Potassa. São Paulo, p. 109-152.

PATERNIANI, E., 1972. Relação entre tamanho do embrião do milho avaliado visualmente e o teor de óleo. Relatório Científico do Instituto de Genética. Piracicaba, Nº 06: 86-90.

PATERNAINI; E., 1973. Origem e Comportamento do milho Piranão. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, Nº 07: 148-160.

PATERNIANI, E. 1978. Avaliação de cultivares de milho de planta baixa. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 12: 162-167.

PATERNIANI, E.; J.R. ZINSLY e J.B. MIRANDA FILHO, 1977. Po

- pulação melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. Relatório Científico do Instituto de Genética. Piracicaba, Nº 11: 108-114.
- PIMENTEL GOMES, F. 1978. Curso de Estatística Experimental. 8 ed. São Paulo, Livraria Nobel S.A. 430p.
- PONELEIT, C.G. e L.F. BAUMAN, 1970. Diallel analyses of fatty acids in corn (*Zea mays* L.) oil. Crop Science, Madison, 10(4): 338-341.
- QUEIROZ, M.A. 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênes de meios irmãos de milho e suas implicações no melhoramento. Tese de Mestrado ESALQ/USP. Piracicaba.
- RAMALHO, M.A.P., 1978. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas. Piracicaba, ESALQ/USP, 112 p. (Tese de Doutorado).
- RISSI, R. 1980. Estimação de parâmetros genéticos em duas subpopulações de variedade de milho (*Zea mays* L.) Piranão. Tese de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba.
- RISSI, R.; VIEGAS, G.P.; E.PATERNIANI e MIRANDA FILHO, J.B. 1976. Comportamento de híbridos e populações de milho (*Zea mays* L.) de porte baixo, em duas densidades de plantio e em quatro locais. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 10: 186-196.
- ROBINSON, H.F.; R.E. COMSTOCH & P.H. HARVEY 1949. Estimates of heritability and degree of dominance in corn. Agro

onomy Journal, Madison, 41: 353-359.

RUSCHEL, R. e BAUMAN, L.F. 1973. Seleção para alto teor de óleo no grão numa população de milho opaco-2. Pesq. Agropecuária brasileira, série Agron., 8: 239-244.

SOUZA JÚNIOR; C.L.; T.C. PEIXOTO; R. VENCOVSKY e J.R. ZINSLY, 1978. Considerações a respeito do número de repetições utilizado na avaliação de progênies. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 12: 185-193.

SOUZA Jr., C.L.; I.O. GERALDI & J.R. ZINSLY, 1980 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de alguns caracteres na população de milho (*Zea mays*, L.) Suwan. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 14:139-145.

SOUZA Jr., C.L.; I.O. GERALDI & J.R. ZINSLY, 1980 Correlações genéticas e fenotípicas entre seis caracteres da população de milho (*Zea mays*, L.) var. Suwan. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 14: 146-152.

SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL; 1949. Quantitative inheritance of oil in the corn kernel. Agronomy Journal, Madison, 41 (1): 30-33.

SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL, 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn

kernel. Agronomy Journal, Madison, 42(2): 83-88.

STELL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological Science. McGraw-Hill Book. Company, Inc. New York, USA, 481p.

TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e de qualidade do grão na população ESALQ-VD opaco de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, Nº 14, 190-193.

VENCOVSKY, R. 1969. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades pelo método de Gardner e Eberhart. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, Nº 03, 99-111.

VENCOVSKY, R. 1975. Progresso esperado na seleção recorrente recíproca baseada em famílias de meios irmãos e plantas prolíferas. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, Nº 09: 192-196.

WESTON, E.S. e W.R. TODD, 1963. Textbook of biochemistry 3rd Edition. The McMillan Co., New York, 1432p. (Original não consultado; apud ALEXANDER, D.E. e R.J. LAMBERT, 1968. Relationship of kernel oil content to yield in maize. Crop Science, Madison, 8(3): 273-274.

WOODWORTH, C.M.; LENG, E.R. and JUGENHEIMER, R.W., 1952. Fi

fty generations of selection for protein and oil in corn.
Agronomy Journal, Madison, 44(2): 60-65.

ZUBER, M.S. 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. Agronomy Journal, Madison, 34(1): 30-47.

TABELAS

Tabela 4 - Valores dos quadrados médios e significância do Teste F da análise de variância para os caracteres altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em metros; peso de espigas (PE), em (kg/4,8m²) e teor de óleo nos grãos (TO) em (%), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		AP*	AE*	PE*	TO
Progênes	149	19,4361**	14,6122**	0,76398**	0,40426**
Testemunhas	99	10,4993	6,7579	0,38950	0,05214
D. progênes	600	15,3667	11,5114	1,18550	0,14557
D. testemunhas	400	10,3415	7,0969	0,97742	0,07846

* = valores multiplicados por 10^{-3}

**= significância a nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 5 - Valores dos quadrados médios e significância do Teste F da análise de variância para os caracteres, altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em metros; peso de espigas (PE), em (kg/4,8m²) e teor de óleo nos grãos (TO) em (%), para a população Piracicaba, SP, 1982/83.

F.V.	G.L.	Quadrados		Médios	
		AP*	AE*	PE*	TO
Progênes	149	21,6762**	11,0974**	0,53307**	0,232205**
Testemunhas	99	15,5878	7,2035	0,30387	0,062249
D. progênes	600	10,4981	7,8490	0,82870	0,132552
D. testemunhas	400	10,2052	5,8198	0,98091	0,072115

* = valores multiplicados por 10⁻³

** = significância a nível de 1% de probabilidade.

Tabela 6- Médias e Coeficientes de variação experimental obtidos para progênies e testemunhas para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 com suas respectivas testemunhas. Piracicaba, SP, 1982/83.

Populações	AP (metros)	AE (metros)	PE (Kg/4,8m ²)	TO (%)
Piranão VD ¹ -2	1,902	0,807	0,185	4,62
C.V. (%) ³	5,64	11,26	10,77	7,42
Testemunha ²	1,856	0,823	0,193	4,61
C.V. (%) ⁴	5,52	9,94	10,22	4,72
Piranão VF ¹ -1	1,679	0,708	0,178	4,68
C.V. (%) ³	7,45	12,31	9,70	5,82
Testemunha ²	1,799	0,798	0,181	4,47
C.V. (%) ⁴	6,94	10,63	9,61	5,58

- 1 Estimativas obtidas a partir de 150 progênies de meios irmãos avaliadas;
- 2 Estimativas obtidas a partir de 100 parcelas do híbrido simples avaliadas;
- 3 Coeficiente de variação experimental obtidos para as progênies pertencentes à população Piranão VD-2 e VF-1;
- 4 Coeficiente de variação experimental obtidos para as testemunhas pertencentes à população Piranão VD-2 e VF-1.

Tabela 7- Estimativas obtidas para as variâncias ao nível de plantas, para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP*	AE*	PE*	TO*
σ^2_p	7,9318	6,9713	0,36705	337,9754
σ^2_e	8,4310	5,3386	0,35459	36,4519
$\sigma^2_{d_1}$	15,3667	11,5114	1,1855	145,5676
$\sigma^2_{d_2}$	10,3415	7,0967	0,9774	78,4575
σ^2_A	31,7272	27,8852	1,4632	1351,9016
$\sigma^2_{F_p}$	31,7295	23,8213	1,90714	519,9949
$\sigma^2_{F_t}$	18,7725	12,4353	1,33199	114,9094
C.V.g	4,68	10,35	10,35	12,59

* = valores de variâncias multiplicados por 10^{-3}

σ^2_p = estimativa da variância genética entre plantas;

σ^2_e = estimativa da variância do erro ambiental entre parcelas;

$\sigma^2_{d_1}$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie;

$\sigma^2_{d_2}$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha;

σ^2_A = estimativa da variância genética aditiva entre plantas;

$\sigma^2_{F_p}$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas da progênie;

$\sigma^2_{F_t}$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas da testemunha;

C.V.g (%) = coeficiente de variação genético.

Tabela 8- Estimativas obtidas para as variâncias ao nível de plantas, para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Pirirão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP*	AE*	PE*	TO*
$\hat{\sigma}_p^2$	6,0298	3,4881	0,2335	157,8684
$\hat{\sigma}_e^2$	13,5468	6,0395	0,2688	47,8266
$\hat{\sigma}_{d_1}^2$	9,3664	7,8490	0,82870	132,5516
$\hat{\sigma}_{d_2}^2$	10,2052	5,8193	0,98091	72,1148
$\hat{\sigma}_A^2$	24,1192	13,9524	0,9340	631,474
$\hat{\sigma}_{F_p}^2$	30,0747	17,3766	1,3310	338,2466
$\hat{\sigma}_{F_t}^2$	23,7520	11,8593	1,2497	119,9414
C.V.g	4,62	8,33	8,58	8,47

* = valores de variâncias multiplicados por 10^{-3}

$\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância genética entre plantas;

$\hat{\sigma}_e^2$ = estimativa da variância do erro ambiental entre parcelas;

$\hat{\sigma}_{d_1}^2$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas dentro da progênie;

$\hat{\sigma}_{d_2}^2$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas dentro da testemunha;

$\hat{\sigma}_A^2$ = estimativa da variância genética aditiva entre plantas;

$\hat{\sigma}_{F_p}^2$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas da progênie;

$\hat{\sigma}_{F_t}^2$ = estimativa da variância fenotípica entre plantas da testemunha;

C.V.g (%) = coeficiente de variação genético

Tabela 10 - Estimativas obtidas ao nível de plantas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (h^2), para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), e teor de óleo nos grãos (TO) e; estimativa obtida entre médias de progênes para o caráter peso de espigas (PE), para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

	Piranão VD-2	Piranão VF-1
AP	0,999	0,8019
AE	1,1706	0,8029
PE	0,7698	0,7017
TO	0,6499	0,4667

Tabela 12- Valores obtidos para os quadrados médios da análise de variância para o caráter teor de óleo, juntamente com o coeficiente de correlação intraclasses para as populações Piranão VD-2 e Piranão-VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
	G.L.	QM	G.L.	QM
Espigas	298	0,3721599**	298	0,3793935**
Amostras/Espigas	1185	0,3097528	1185	0,3310370
rI		0,5004		0,4861

rI = coeficiente de correlação intra classe;

** = significância a nível de 1% de probabilidade.

Tabela 13 - Valores obtidos para os produtos médios envolvendo os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83.

Fonte de Variação	Produtos Médios					
	AP.AE*	AP.PE*	AE.PE*	AP.TO*	AE.TO*	PE.TO*
Progênes	117,047	15,353	9,5495	-65,554	-90,654	10,598
Testemunhas	63,772	7,199	4,0370	12,080	53,010	2,730
Dentro de progênie	0,744	0,757	-0,1500	-12,980	-1,375	1,458
Dentro de testemunha	1,151	1,174	0,7770	0,675	-0,929	0,004

* = valores multiplicados por 10^{-4}

Tabela 14 - Valores obtidos para os produtos médios envolvendo os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

Fonte de Variação	Produtos Médios					
	AP.AE*	AP.PE*	AE.PE*	AP.TO*	AE.TO*	PE.TO*
Progênes	69,676	13,824	10,123	34,256	- 4,244	- 0,73785
Testemunhas	41,590	8,515	7,934	158,075	32,401	13,40967
Dentro de progênie	0,411	0,591	0,207	- 0,238	0,025	0,06776
Dentro de testemunha	- 0,513	0,832	- 0,062	21,927	- 0,080	3,58770

* = valores multiplicados por 10⁻⁴

Tabela 15 - Estimativas obtidas ao nível de plantas, para as covariâncias entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP.AE*	AP.PE*	AP.TO*	AE.PE*	AE.TO*	PE.TO*
Côv _p	53,356	8,2374	- 74,903	5,697	-143,574	7,5712
Côv _e	63,542	6,9642	11,945	3,882	53,196	2,7298
Côv _{d₁}	0,744	- 0,7575	- 12,980	- 0,150	- 1,375	- 1,4585
Côv _{d₂}	1,151	1,1740	0,6750	0,777	- 0,929	0,0040
Côv _A	213,425	32,9496	-229,6120	22,788	-574,296	30,3088
Côv _{F_p}	117,642	14,4441	- 75,9380	9,428	- 91,939	8,8485
Côv _{F_t}	64,693	8,138	12,6200	4,658	52,081	2,7338

* = valores multiplicados por 10⁻⁴

Côv_p = covariância genética entre plantas;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_{d₁} = covariância fenotípica dentro de progênie;

Côv_{d₂} = covariância fenotípica dentro da testemunha;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas;

Côv_{F_p} = covariância fenotípica entre plantas da progênie;

Côv_{F_t} = covariância fenotípica entre plantas da testemunha.

Tabela 16 - Estimativas obtidas ao nível de planta, para as covariâncias entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Piranão VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP.AE*	AP.PE*	AP.TO*	AE.PE*	AE.TO*	PE.TO*
Côv _p	27,902	5,3572	-119,385	2,135	-36,666	-13,44353
Côv _e	41,693	8,3485	153,689	7,946	32,417	12,69213
Côv _{d₁}	0,411	0,5915	0,238	0,027	0,025	0,06776
Côv _{d₂}	-0,513	0,8325	21,927	-0,062	-0,080	3,58770
Côv _A	116,080	21,4288	477,540	8,540	-146,664	-53,77413
Côv _F	70,006	14,2972	34,543	10,108	-4,224	-0,68364
Côv _{F_p}	41,179	9,181	175,616	7,884	32,337	16,27983

* = valores multiplicados por 10⁻⁴

- = covariância genética entre plantas;
- = covariância do erro ambiental entre parcelas;
- = covariância fenotípica dentro de progênies;
- = covariância fenotípica dentro da testemunha;
- = covariância genética aditiva entre plantas;
- = covariância fenotípica entre plantas da testemunha;
- = covariância fenotípica entre plantas da testemunha.

Tabela 17 - Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os coeficientes de correlação entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Pira não VD-2. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP.AE	AP.PE	AP.TO	AE.PE	AE.TO	PE.TO
r_A	0,717	0,515	- 0,145	0,334	- 0,296	0,070
r_{F_p}	0,428	0,170	- 0,059	0,121	- 0,083	0,030
r_{F_t}	0,423	0,200	0,027	0,093	0,138	0,002

r_A = estimativa da correlação genética aditiva entre plantas;

r_{F_p} = estimativa da correlação fenotípica entre plantas da progênie;

r_{F_t} = estimativa da correlação fenotípica entre plantas da testemunha.

Tabela 18 - Estimativas obtidas ao nível de plantas, para os coeficientes de correlação entre os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para a população Pira não VF-1. Piracicaba, SP, 1982/83.

	AP.AE	AP.PE	AP.TO	AE.PE	AE.TO	PE.TO
r_A	0,608	0,451	- 0,387	0,237	- 0,156	- 0,224
r_{F^P}	0,306	0,226	0,028	0,160	- 0,005	- 0,003
r_{F^t}	0,245	0,168	0,329	0,145	0,086	0,133

r_A = estimativa da correlação genética aditiva entre plantas;

r_{F^P} = estimativa da correlação fenotípica entre plantas da progênie;

r_{F^t} = estimativa da correlação fenotípica entre plantas da testemunha.

Tabela 19 - Médias e estimativas dos progressos esperados por seleção, por geração, em porcentagem, para os caracteres peso de espigas e teor de óleo nos grãos, considerando-se dois esquemas seletivos, nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP. 1982/83.

Esquema	Piranão VD-2			Piranão VF-1		
	Peso de espigas					
	\bar{X}	Gs/ciclo	Gs/ciclo	\bar{X}	Gs/ciclo	Gs/ciclo
	Kg/planta	Kg/planta	(%)	(Kg/planta)	(Kg/planta)	(%)
1	0,185	0,0590	31,9	0,178	0,0449	25,2
2	0,185	0,0460	25,2	0,178	0,0339	19,4

	teor de óleo nos grãos					
	\bar{X}	Gs/ciclo	Gs/ciclo	\bar{X}	Gs/ciclo	Gs/ciclo
	(%)	(vr.abs.)	(%)	(%)	(vr.abs.)	(%)
1	4,62	0,3290	7,12	4,68	0,1905	4,07
2	4,62	0,3100	6,71	4,68	0,1623	3,47

- 1 Seleção massal de 10% em ambos os sexos;
- 2 Seleção entre (20%) e dentro (10%) de progênes de meios irmãos, com sementes remanescentes.

Tabela 20 - Estimativas das respostas correlacionadas esperadas em valor absoluto e em porcentagem, considerando-se dois esquemas de seleção, para as diversas situações, com os caracteres altura de planta (AP), altura da espiga (AE), peso de espigas (PE) e teor de óleo nos grãos (TO), para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP. 1982/83.

$RC_{Y/X}$	Piranão VD-2				Piranão VF-1			
	RC_1		RC_2		RC_1		RC_2	
	valor absoluto	(%)	valor absoluto	(%)	valor absoluto	(%)	valor absoluto	(%)
$RC_{PE/TO}$	0,007	4,00	0,007	3,73	- 0,016	- 9,10	0,014	- 7,64
$RC_{AP/TO}$	- 0,055	- 2,89	- 0,056	- 2,94	- 0,144	- 8,58	- 0,121	- 7,21
$RC_{AE/TO}$	- 0,140	-17,35	- 0,131	-16,18	- 0,044	- 6,24	- 0,037	- 5,22
$RC_{TO/PE}$	0,128	2,64	0,096	2,08	- 0,259	- 5,53	- 0,204	- 4,37
$RC_{TO/AP}$	- 0,226	- 4,90	- 0,197	- 4,27	- 0,483	- 10,33	- 0,437	- 9,37
$RC_{TO/AE}$	- 0,653	-14,13	- 0,518	-11,22	- 0,195	- 4,17	- 0,15	- 3,28

$RC_{Y/\bar{x}}$ = Progresso esperado no caráter y, quando a seleção é praticada em x;

RC_1 = resposta correlacionada com seleção massal de 10%, em ambos os sexos;

RC_2 = resposta correlacionada com seleção entre (20%) e dentro (10%) de progênies de meios irmãos, com sementes remanescentes.