**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES DE MILHO BRAQUÍTICO,
PELO DELINEAMENTO I, DE COMSTOCK E ROBINSON**

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA E SILVA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

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

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Agosto – 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

S586e Silva, Sebastião de Oliveira e
Estimativas de parâmetros genéticos em populações
de milho braquítico, pelo delineamento I, de Constock
e Robinson. Piracicaba, 1990.

138p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Milho - Melhoramento 2. Milho - População - Pa-
râmetro genético 3. Milho - População - Teor de óleo
4. Milho - População - Variação fenotípica 5. Milho -
População - Variação genética 6. Milho - Progenie 1.
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Pira-
cicaba

CDD 633.15

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES DE MILHO BRAQUÍTICO,
PELO DELINEAMENTO I, DE COMSTOCK E ROBINSON**

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA E SILVA

Aprovada em: 18/09/90

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Rubens Zinsly	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Cássio Roberto de Melo Godoi	ESALQ/USP
Dr. Mario Augusto Pinto da Cunha	CNPMF/EMBRAPA

Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO
Orientador

Aos meus pais
(in memoriam)

OFEREÇO

À minha esposa
e filhos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, particularmente ao Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura – CNPMF, pela oportunidade de aperfeiçoamento técnico oferecida, a nível de pós-graduação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos;

À Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP pelo subsídio de todo o projeto de pesquisa;

Ao Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello, pelo interesse científico, orientação e amizade;

Ao Prof. Dr. Cláudio Lopes de Souza Junior pela colaboração prestada na condução deste estudo;

Aos professores do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas da ESALQ-USP, pelos ensinamentos ministrados;

Ao colega Cosme Damião Cruz pela ajuda nas análises estatístico-genéticas;

A todos que direto ou indiretamente contribuíram para o bom êxito deste trabalho;

Meus agradecimentos

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
 1. INTRODUÇÃO	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA	 3
2.1. Composição química do grão de milho	3
2.2. Ácidos graxos do óleo do grão de milho	4
2.3. Fatores que afetam a percentagem do óleo em milho	8
2.3.1. Efeito ambiental	8
2.3.2. Efeito da fonte polinizadora	8
2.3.3. Efeito da posição da espiga na planta e dos grãos na espiga	9
2.3.4. Efeito materno	10
2.4. Genes envolvidos com o conteúdo de óleo em milho	12
2.4.1. Genes envolvidos com os ácidos graxos	14
2.4.2. Localização de genes que controlam o teor de ácidos graxos	15
2.4.3. Efeito da endogamia sobre o teor de óleo	15
2.5. Alterações morfo-fisiológicas do grão resultantes da seleção para óleo	 16
2.6. Variabilidade genética do conteúdo de óleo em milho	18
2.7. Variabilidade genética em caracteres da planta do milho	19

Página

2.8. Relação entre teor de óleo do grão de milho com outras características da planta	22
2.9. Métodos de seleção usados para aumentar o teor de óleo em milho	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Material	29
3.2. Métodos	30
3.2.1. Obtenção das progênes do delineamento I de Comstock e Robinson	30
3.2.2. Execução experimental	30
3.2.2.1. Campo	30
3.2.2.2. Análise de laboratório	33
3.2.3. Análise estatístico-genética	33
3.2.4. Análises de variância	34
3.2.5. Análises de covariância	38
3.2.6. Distribuição de frequências das médias dos caracteres	41
3.2.7. Precisão das estimativas	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Médias populacionais	43
4.1.1. Médias populacionais para caracteres da planta	45
4.1.2. Médias populacionais para teor de óleo	46
4.2. Considerações sobre o delineamento I	47
4.3. Potencial das populações para o melhoramento	48

	Página
4.3.1. Coeficientes de variação experimental (CVe%), genética (CVg%) e índice de variação ($b = CVg\% / CVe\%$) para caracteres da planta.	49
4.3.2. Coeficientes de variação experimental (CVe%), genética (CVg%) e índice de variação ($b = CVg\% / CVe\%$) para teor de óleo	51
4.3.3. Variâncias genéticas ambientais e fenotípicas para caracteres da planta.	52
4.3.4. Variâncias genéticas ambientais e fenotípicas para teor de óleo	55
4.3.5. Coeficientes de herdabilidade para caracteres da planta	57
4.3.6. Coeficientes de herdabilidade para teor de óleo	59
4.3.7. Progressos esperados com a seleção para caracteres da planta	59
4.3.8. Progressos esperados com a seleção para teor óleo de milho	61
4.4. Associação entre caracteres.	62
4.4.1. Correlações genéticas e fenotípicas entre rendimento de espiga e outros caracteres da planta.	63
4.4.2. Correlações genéticas e fenotípicas entre o teor de óleo e outros caracteres da planta	65
4.4.3. Respostas correlacionadas esperadas com a seleção	67
5. CONCLUSÕES	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
TABELAS	92
FIGURAS	112
APÊNDICE	125

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Distribuição das médias para teor de óleo (%), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	113
FIGURA 2 – Distribuição das médias para rendimento de espiga (kg/5m ²), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	114
FIGURA 3 – Distribuição das médias para peso de espiga (g), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	115
FIGURA 4 – Distribuição das médias para peso de grãos (g), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	116

FIGURA 5 – Distribuição das médias para peso de 100 grãos (g), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	117
FIGURA 6 – Distribuição das médias para número de fileiras de grãos (nº fileira/espiga), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	118
FIGURA 7 – Distribuição das médias para número de grãos por fileira (nº grãos/fileira), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	119
FIGURA 8 – Distribuição das médias para diâmetro de espiga (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	120

- FIGURA 9 – Distribuição das médias para comprimento de espiga (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86. 121
- FIGURA 10 – Distribuição das médias para diâmetro de sabugo (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86. 122
- FIGURA 11 – Distribuição das médias de altura de planta (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86. . . 123
- FIGURA 12 – Distribuição das médias de altura de espiga (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86. . . 124

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Esperanças matemáticas dos quadrados médios das análises de variâncias segundo o delineamento I, ao nível de média de parcelas.	36
TABELA 2 – Esperanças matemáticas para os produtos médios das análises de covariâncias segundo o delineamento I, ao nível de médias de parcelas	40
TABELA 3 – Valores médios obtidos para os caracteres teor de óleo (TO), rendimento de espiga (RE), peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), peso de 100 grãos (P100), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de sabugo (DS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e os respectivos intervalos de confiança (IC) a 5% de probabilidade, referentes às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, Piracicaba, SP (Caterpillar). 1985/86.	93
TABELA 4 – Valores de significância dos quadrados médios obtidos a níveis de médias de parcelas de 12 caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	94
TABELA 5 – Valores de significância dos quadrados médios obtidos a nível de médias de parcelas de 12 caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	95

TABELA 6 – Estimativas para variância de machos ($\hat{\sigma}_m^2$), variância de fêmeas dentro de machos ($\hat{\sigma}_{f/m}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância genética dominante ($\hat{\sigma}_D^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$) variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e variância entre médias de famílias de meios irmãos ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$) razão entre variância de dominância, variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2 / \hat{\sigma}_A^2$) e os respectivos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas individuais (h^2) e ao nível de médias de família de meios irmãos ($\frac{h^2}{\bar{X}}$) para 12 caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba-SP. (Caterpillar), 1985/86.

96

TABELA 7 – Estimativas para variância de machos ($\hat{\sigma}_m^2$), variância de fêmeas dentro de machos ($\hat{\sigma}_{f/m}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância genética dominante ($\hat{\sigma}_D^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$) variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e variância fenotípica entre médias de famílias de meios irmãos ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$) razão entre variância de dominância, variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2 / \hat{\sigma}_A^2$) e os respectivos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas individuais (h^2) e ao nível de médias de família de meios irmãos ($\frac{h^2}{\bar{X}}$) para 12 caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba-SP. (Caterpillar), 1985/86.

97

TABELA 8 – Estimativas dos progressos esperados (Gs_1) por ciclo, para 11 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, com seleção massal em um só sexo, considerando-se a intensidade de seleção a 10%. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

98

	Página
TABELA 9 – Estimativas dos progressos esperados (G_{s2}) por ciclo, para 12 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, com seleção entre famílias de meios irmãos, com sementes remanescentes, considerando-se a intensidade de seleção de 20%. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.	99
TABELA 10 – Produtos médios ao nível de médias de parcela, relativos às combinações entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.	100
TABELA 11 – Produtos médios ao nível de médias de parcela, relativos às combinações entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.	101
TABELA 12 – Produtos médios ao nível de médias de parcela relativos às combinações entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.	102
TABELA 13 – Produtos médios ao nível de médias de parcela, relativos às combinações entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.	103
TABELA 14 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_E$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população VD-2. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	104

TABELA 15 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	105
TABELA 16 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população VD-2. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	106
TABELA 17 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.	107
TABELA 18 – Estimativas de coeficientes de correlação entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86 . .	108

TABELA 19 – Estimativas de coeficientes de correlação entre teor de óleo e 11 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.	109
TABELA 20 – Estimativas das respostas correlacionadas ($R_{y/x}$) por ciclo, no teor de óleo, quando uma seleção entre (20%) progenies de meios irmãos foi feita em 11 caracteres, da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.	110
TABELA 21 – Estimativas das respostas correlacionadas ($R_{y/x}$) por ciclo em 11 características, quando uma seleção entre (20%) progenies de meios irmãos foi feita no teor de óleo das plantas da população Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.	111

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES DE MILHO BRAQUÍTICO, PELO DELINEAMENTO I, DE COMSTOCK E ROBINSON

Autor: SEBASTIÃO DE OLIVEIRA E SILVA

Orientador: Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o comportamento genético e fenotípico de duas populações de milho braquítico, foram obtidas, pelo delineamento I de Comstock e Robinson, 364 e 381 progênies respectivamente das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Foram avaliados os caracteres teor de óleo (TO), rendimento de espiga (RE), peso de espiga (PE), peso de grãos (PG), peso de 100 grãos (P100), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de sabugo (DS), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Os dados foram obtidos de ensaios conduzidos em Piracicaba no período de 1985/86. Usou-se o delineamento experimental de látice, com uma parcela de 5m² (25 plantas), empregando-se como testemunhas os híbridos duplos Ag 352 B e DEK XL 540. O RE foi avaliado em toda parcela e os demais caracteres em amostras (5 plantas) dentro da parcela.

Além das estimativas de médias, foram estimados, com as análises de variância e covariância, os seguintes parâmetros: variâncias fenotípicas e genéticas, coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, ao nível de plantas e de médias de progênies; coeficiente de variação experimental (CVe) e genético (CVg); Índice de variação ($b = CVg/CVe$); coeficientes de correlação fenotípicos e genéticos entre caracteres; progressos e respostas correlacionadas esperados com a seleção.

As duas populações apresentaram médias idênticas de RE, AP, AE e TO médios superiores, aqueles observados nas testemunhas. Todos caracteres avaliados (com exceção do PE, GF, NF, DE, DS, AP da população Piranão VD-2) nestas populações apresentaram variância genética aditiva suficiente para permitir o melhoramento, no entanto, somente os caracteres TO, NF, CE, DS das duas populações e DE, AP e AE da população Piranão VD-2 e RE da população Piranão VF-1 apresentaram variância de dominância diferente de zero.

As estimativas de herdabilidade e dos progressos esperados com a seleção massal e seleção de famílias de meios irmãos dos caracteres RE, PE, PG, P100, NF, GF, DE, DS, AP e AE da população Piranão VF-1 foram superiores aquelas da Piranão VD-2. O contrário ocorreu para h^2 e G_s dos caracteres TO e CE, em que as maiores estimativas foram observadas na população Piranão VD-2.

O RE foi positivamente correlacionado com todos os outros caracteres nas duas populações. A população Piranão VD-2 apresentou as maiores correlações entre RE e os caracteres PE, PG, NF, DS e AE e menores entre RE e os caracteres P100, GF, DE, CE e AP do que aquelas observadas na população Piranão VF-1. Todos os caracteres da população Piranão VD-2 foram positivamente correlacionados com o TO. As correlações entre o TO e os caracteres RE, PE, PG, P100, GF, DE, AP e AE da população VF-1 foram também positivas embora de menor magnitude. Foi observada uma baixa correlação negativa entre TO e os caracteres NF, CE e DS da Piranão VF-1.

As respostas correlacionadas nos caracteres PE, PG, CE, DS e AP, com a seleção no teor de óleo foram maiores que os ganhos na seleção direta destes caracteres da população Piranão VD-2. Na população Piranão VF-1 nenhum caráter apresentou ganho indireto, com a seleção para TO superior ao ganho com seleção direta.

ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS IN MAIZE BRACHYTIC POPULATIONS USING THE DESIGN I OF COMSTOCK AND ROBINSON

Author: SEBASTIÃO DE OLIVEIRA E SILVA

Adviser: Prof. GERALDO ANTONIO TOSELLO

SUMMARY

The research was carried out in order to evaluate the genetic and phenotypic performance of two brachytic maize populations by using the Design I suggested by Commstock and Robinson.

Were analysed 364 and 381 progenies from each population Piranão VD-2 and Piranão VF-1. Data were obtained for oil content (TO), ear yielding (RE), ear weight (PE), kernel weight (PG), 100 kernel weight (P100), kernel row number (NF), kernel number per row (GF), ear diameter (DE), ear length (CE), cob diameter (DS), plant height (AP) and ear height (AE). The experimental evaluation was done in Piracicaba in 1985/86 using a square lattice design having each plot 5,0 m² (25 plants) using as testers the double cross Ag 352-B and DEK XL 540. The RE data was evaluated using the whole plot and among the others only 5 plants were considered from each plot.

From the analysis of variance and covariance the following estimates were obtained: phenotypic and genetic variances, coefficients of heritability, coefficient of experimental variation (CV_e) and genetic variation (CV_g), variation index ($b = CV_g/CV_e$), coefficient of phenotypic and genetic correlation, expected genetic gain and expected genetic correlated response with selection.

Both population presented the same average performance for RE, AP, AE and were greater in TO compared to the testers. Among the characters evaluated for both populations, enough genetic variance was detected to permit breeding exception done for PE,

PG, NF, DE, DS and AP within the Piranão VD-2. On the other hand it was identified that TO, NF, CE, DS in both populations and DE, AP and AE in the Piranão VD-2 and RE in the Piranão VF-1 presented a dominant genetic variance different from zero.

The estimates of heritability and genetic progress considering mass selection and selection using half-sib families on the characters RE, PE, PG, P100, NF, GF, DE, AP and AE within the Piranão VF-1 were higher compared to the Piranão VD-2. Values in the opposite direction were obtained for h^2 and Δ_G when TO and CE were considered within the Piranão VD-2 population. The RE showed a positive genetic correlation with all the characters under analysis in both populations. The Piranão VD-2 population showed higher correlation values between RE and PE, PG, NF, DS and AE, and the lower values between RE and P100, GF, DE, CE, AP than Piranão VF-1.

All the comparisons done against TO were positively correlated for population VD-2. Within the population VF-1 lower positive values for correlation were identified involving TO and RE, PE, PG, P100, GF, DE, AP and AE. Some lower negative correlation values also were detected mainly for TO against NF, CE and DS in the VF-1 population.

The correlated genetic response for PE, PG, CE, DS and AP against TO showed to be higher than the gain with direct selection in the Piranão VD-2. In the Piranão VF-1 the gain was higher when the direct selection procedure was considered.

1 – INTRODUÇÃO

O uso do óleo de milho diretamente na alimentação humana tem aumentado significativamente nos últimos anos, graças as suas qualidades dietéticas. Isto se deve à elevada proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados evitando assim, elevação dos níveis de colesterol no sangue e minimizando os problemas cardiovasculares e de hipertensão (FITCH, 1985). Apesar disto, são raros os programas de melhoramento visando modificar o teor de óleo em grãos de milho.

As linhagens e híbridos de milho apresentam teores de óleo que variam de 2,5 a 5,5% e 4 a 5% respectivamente.

Milho com alto teor de óleo constitui-se em um atrativo para uso em rações, devido a demanda de alta caloria na alimentação de aves, suínos e bovinos. Além da elevada conversão alimentar, estas rações fornecem maiores proporções de carotenóides, que melhora a pigmentação da pele e do plasma das aves. O óleo do milho é usado na indústria

alimentícia em produtos de padaria, óleo de cozinha, margarina, maionese, tempero de saladas, sendo também empregado na fabricação de munição, cosméticos, esmaltes, sabão e óleo solúvel.

O teor de óleo é um caráter quantitativo controlado principalmente por genes de ação aditiva (EL ROUBY & PENNY, 1967; MORENO-GONZALES *et alii* 1975; DUDLEY *et alii*, 1977; MILLER *et alii*, 1981). Os resultados obtidos por MORENO-GONZALES *et alii* (1975), que consideram a ação gênica dominante importante para este caráter divergem daqueles observados por EL ROUBY & PENNY (1967) e MILLER *et alii* (1981) que consideram sem importância esse tipo de ação. A maioria dos trabalhos que envolvem estimativas de parâmetros genéticos não estimam a variância de dominância. No entanto, ela pode ser estimada através de sistemas de cruzamentos mais complexos, como os delineamentos I, II e III de Comstock e Robinson.

O melhoramento genético visando aumentar o teor de óleo em milho, é obtido com relativa facilidade, devido a alta herdabilidade deste caráter. O processo de seleção para elevar o teor de óleo no entanto, poderá provocar modificações em outros caracteres da planta, devido as possíveis ligações gênicas e ou pleiotropia.

O presente trabalho tem por objetivo estimar os componentes da variância genética e fenotípica de diversos caracteres da planta e da covariância entre o teor de óleo e estes caracteres nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, através do delineamento I de Comstock e Robinson. Com estas estimativas calcular os progressos esperados e as respostas correlacionadas, obtendo-se assim informações sobre o potencial genético destas populações para melhoramento intra-populacional e sobre as possíveis alterações nos caracteres da planta provocadas pelo melhoramento para teor de óleo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição química do grão de milho

O grão de milho é um fruto de uma só semente, ou cariopse, característico das gramíneas. A camada externa (pericarpo), derivada da parede do ovário, com $2n$ cromossomos, tem constituição genética maternal e pode ser incolor, vermelha, marrom alaranjada ou variegada. A ponta do grão é a parte remanescente do tecido que conecta o grão ao sa-bugo e permite uma rápida absorção de umidade. Dentro do grão está o endosperma com $3n$ cromossomos, sendo que $2n$ provém da mãe e n da fonte polinizadora, e o embrião com $2n$ cromossomos. O endosperma, que pode ser branco, amarelo ou laranja, é envolvido por uma camada ou raramente várias camadas de células denominadas aleurona, que tem constituição genética $3n$ e apresenta-se nas cores vermelha, púrpura, azul, bronzeada, marrom, laranja, incolor e amarela (CURTIS *et alii*, 1956).

O endosperma é responsável por aproximadamente 85% do peso total do grão, enquanto o embrião e o pericarpo correspondem respectivamente a 10 e 5% daquele va-

lor (KIESSELBACH, 1949). Na Tabela 1 – Apêndice é apresentada uma análise química aproximada do grão de milho.

A composição química do grão de milho varia com a linhagem, híbrido ou população, sendo influenciada pelo tipo de solo, fertilização e condições climáticas. As porcentagens médias de amido, proteína, lipídeos, açúcares e cinzas dos diversos componentes de um milho normal, em base de peso seco, podem ser observadas na Tabela 2 – Apêndice.

O amido do milho comum apresenta 73-78% de amilopectina (molécula ramificada) e 22-27% de amilose (molécula não ramificada). As duas moléculas são polímeros de glucose e possuem alto peso molecular. A molécula de amilose contém em média 1.000 unidades de glucose enquanto a da amilopectina pode conter até 40.000 unidades deste açúcar (INGLET, 1970).

As proteínas do grão são classificadas em albuminas (solúveis em água), globulinas (solúveis em solução de cloreto de sódio), prolaminas (solúveis em etanol a 80%) e glutelinas (solúveis em hidróxido de sódio).

Os lipídeos ou óleo de milho, compreendem um grupo de substâncias químicas solúveis em solventes de baixa polaridade, como éter de petróleo, n-hexano, benzeno, clorofórmio, e praticamente insolúveis em água. Os principais ácidos graxos que os constituem são: ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico, linolênico e araquídico (BEADLE *et alii*, 1965; NILSSON *et alii*, 1968).

2.2. Ácidos graxos do óleo do grão de milho

As variedades e híbridos de milho do Brasil apresentam em média 4,5% de óleo no grão, embora haja informações na literatura de variedades comerciais que possuem até 8,7% de óleo (MAZZARI & SIQUEIRA, 1982).

Determinando-se os teores de óleo, proteína e carboidratos dos grãos e multiplicando-os pelos respectivos valores de 9,4, 5,4 e 4,2 cal/g e somando os produtos tem-se

o valor calórico do grão (WESTON & TODD, 1963). Foi observado que este valor em cal/g de matéria seca no grão está correlacionado, positivamente, com o teor de óleo e em menor grau com percentagem de proteína e negativamente com o rendimento em grãos (DUDLEY *et alii*, 1977). Apesar da correlação negativa entre a energia de carboidratos e de óleo observada por ALEXANDER & LAMBERT (1968), eles concluíram que a habilidade de uma planta em produzir carboidratos e sintetizar óleo são fisiologicamente independente e que alguns genótipos estão limitados em sua capacidade de estocar energia pelo ineficiente sistema de síntese de óleo.

Através da análise de vários constituintes do grão de milho, foi determinado que cerca de 85% do total de óleo está contido no embrião (LENG, 1967; CURTIS *et alii*, 1968; HOPKINS *et alii*, 1974; VÖRÖSBARANYI, 1981), embora no início do desenvolvimento da semente o endosperma apresente teores de óleo superiores ao do embrião (CURTIS, *et alii*, 1968). Além da diferença em quantidade, o óleo do endosperma apresenta maiores teores de ácidos palmítico, esteárico e linolênico e menores teores de ácido linoleico (JELLUM *et alii*, 1969).

Os principais ácidos graxos encontrados na semente de milho são: ácidos linoleico (58%), oleico (27%), palmítico (12%), esteárico (2%), linolênico (0,8%) e araquídico (0,2%) (BEADLE *et alii*, 1965; NILSSON *et alii*, 1968 e VÖRÖSBARANYI, 1981), ocorrem também o B-caroteno (NILSSON *et alii*, 1968) e o ácido mirístico (VÖRÖSBARANYI, 1981). Os ácidos palmítico e esteárico são saturados, enquanto o oleico, linoleico e linolênico são insaturados (ROCHE *et alii*, 1971b e PAMIN *et alii*, 1986). O grau de insaturação é determinado pelo índice de iodo, que é negativamente correlacionado com a percentagem de óleo (QUACKENBUSH, 1961).

Acentuadas variações nos teores de ácidos graxos podem ocorrer naturalmente ou podem ser obtidas por processos de seleção (VÖRÖSBARANYI, 1981; WIDSTROM & JELLUM, 1984). Assim é que JELLUM & WIDSTROM (1983) obtiveram a linhagem 57 a partir de genótipos de milho introduzidos do Nepal que apresentavam de 2,8 a 11,5% de ácido esteárico. Deste mesmo germoplasma foi obtida a linhagem GE 180 que possui 18,3, 13,8 e 38,2% respectivamente dos ácidos esteárico, palmítico e linoleico, enquanto os teores médios destes ácidos são de 2, 12 e 58% respectivamente.

A biossíntese dos ácidos graxos segue as seguintes etapas: ácido laurico – ácido mirístico – ácido palmítico – ácido esteárico – ácido oleico – ácido linoleico (ALEXANDER & CREECH, 1977). Uma vez que o ácido oleico é desnaturado para linoleico, explica-se assim as relações observadas entre estes dois ácidos (CURTIS *et alii*, 1968; PONELEIT & BAUMAN, 1970 e ROCHE *et alii*, 1971a) daí ROCHE *et alii* (1971a) considerarem que o controle dos dois ácidos graxos seja efetuado a nível de desnaturação de oleato. Em estudos dos teores de óleo nos cloroplastos do escutelo e nas mitocôndrias de células das raízes, VÖRÖSBARANYI (1981) observou que o metabolismo ou biossíntese dos lípidos e particularmente a síntese do ácido linoleico depende de iluminação.

A degradação dos lípidos ocorre através da ação dos glioxissomos ou microcorpos que são responsáveis em levar os produtos catabólicos (acetil coenzima A) até a gluconeogênese. Os glioxissomos são constituídos das enzimas catalase, malato sintetase e isocitrato liase. Apesar da grande diferença no teor de lípidos das linhagens "Illinois High Oil" - IHO (20%) e "Illinois Low Oil" - ILO (0,8%), não foi detectada grande diferença entre suas populações de glioxissomos e atividades da catalase e malato sintetase. A atividade da isocitrato liase foi duas vezes maior nas sementes de IHO, em relação a ILO (TSAFARIS & SCANDALIOS, 1983a e TSAFARIS & SCANDALIOS, 1983b). A mais alta atividade da isocitrato liase das sementes com alto teor de lípido não foi considerada uma consequência do lípido em si, e, sim, devido à ligação entre genes controlando a atividade do isocitrato liase e aqueles que controlam o teor de lípido (TSAFARIS & SCANDALIOS, 1983a).

A qualidade de um lípido é determinada pela proporção e o grau de insaturação (Índice de iodo) dos vários ácidos graxos que o compoem, bem como da posição relativa dos ácidos graxos no triglicerídeo (QUACKENBUSH, 1961; PONELEIT & BAUMAN, 1970; ROCHE *et alii*, 1971a; ROCHE *et alii*, 1971b e PAMIN *et alii*, 1986). Os óleos com maior percentagem de ácidos graxos de cadeias longas, tendo duplas ligações estruturais são mais insaturados e mais desejáveis para a nutrição humana além de serem mais fáceis de refinar. Um óleo de alta qualidade tem uma proporção relativamente alta de ácido linoleico e menores quantidades de ácido palmítico e esteárico (PONELEIT & BAUMAN, 1970 e PAMIN *et alii*, 1986).

A maioria dos estudos de composição do óleo em ácidos graxos revelaram uma correlação negativa entre os teores de ácido oleico e linoleico no óleo do grão do mi-

lho (PONELEIT & ALEXANDER, 1965; CURTIS *et alii*, 1968; PONELEIT & BAUMAN, 1970; JELLUM, 1970; ROCHE *et alii*, 1971a; WEBER & ALEXANDER, 1975; JELLUM, 1984 e JELLUM & WIDSTRON, 1984), cuja magnitude pode chegar próximo de 1,0 ($r = -0,99$), como observado por VÖRÖSBARANYI (1981). Foi observada também uma correlação negativa entre teor de óleo de todo grão com os teores de ácido linoleico e palmítico (QUACKENBUSH, 1961; CURTIS *et alii*, 1968 e PONELEIT & BAUMAN, 1970) enquanto os teores de ácidos esteárico e oleico foram positivamente correlacionados com o conteúdo de óleo (CURTIS *et alii*, 1968 e PONELEIT & BAUMAN, 1970). No entanto, não foi detectada nenhuma correlação entre rendimento de grãos e a composição de ácidos graxos do óleo (PAMIN *et alii*, 1986).

O teor e a composição do óleo do grão de milho podem ser afetados pelo local, época e ano de plantio, posição da espiga na planta (primeira ou segunda espiga) e pela posição do grão na espiga (base, meio e ponta), mas nenhum destes fatores, atuando só ou em conjunto, exercem influência tão marcante quanto os fatores genéticos (JELLUM & MARION, 1966; e JELLUM, 1967).

Parece que existe uma certa relação entre os genes *opaco-2* (o_2), *floury-2* (fl_2), *sugary-2* (su_2) e *waxy* (wx) com teores e composição do óleo do milho. Foi observado que a presença do gene *opaco-2* ou *floury-2* aumenta o teor de óleo nos grãos, no entanto esta maior percentagem pode não ser significativa se considerarmos o rendimento em óleo (kg/ha), tendo em vista a redução de peso do grão, que normalmente está associada a estes genes (ARNOLD *et alii*, 1974; MEIRA, 1975; ARNOLD *et alii*, 1977 e MARTINIELLO *et alii*, 1978). A presença do gene Su_2 aumenta a percentagem de óleo do embrião e do endosperma (GLOVER & TOSELLO, 1973; ROUNDY, 1976) e o gene *wx* afeta a composição dos ácidos graxos destes dois componentes do grão (WIDSTROM & JELLUM, 1984).

Há considerável variabilidade genética para todos os componentes do óleo de milho (QUACKENBUSH, 1961; PONELEIT & BAUMAN, 1970 e PAMIN *et alii*, 1986) e também uma correlação negativa, embora baixa, entre os ácidos insaturados (linoleico e oleico) e os ácidos saturados (palmítico e esteárico), assim é possível melhorar a qualidade através da seleção para ácidos insaturados (QUACKENBUSH, 1961 e PONELEIT & BAUMAN, 1970). A falta de correlação entre rendimento e composição do óleo sugere que ambas as características podem ser simultaneamente melhoradas (PAMIN *et alii*, 1986).

2.3. Fatores que afetam a percentagem do óleo em milho

2.3.1. Efeito ambiental

Os resultados dos primeiros trabalhos de seleção para óleo de milho realizados na variedade "Burr's White" revelaram que o ambiente exercia influência no teor de óleo, embora não houvesse definição de quais fatores ambientais e qual a influência de um fator isolado na composição química do grão (HOPKINS, 1974). Somente bem mais tarde é que os componentes ambientais tais como ano, local, adubação, época de plantio, densidade de plantio e temperatura foram isolados e relacionados com a componente de variação genética (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949; SPRAGUE & BRIMHALL, 1950; JELLUM & MARION, 1966; JELLUM, 1967; PONELEIT & BAUMAN, 1970 e MEIRA, 1975).

Além do teor de óleo que em alguns casos é intensamente influenciado pelo ambiente (MENDES, 1972), a composição do óleo em ácidos graxos também sofre influência deste fator (JELLUM & MARION, 1966; PONELEIT & BAUMAN, 1970). Assim os locais favoráveis a altos teores de lipídeos tendem a produzir óleo com mais ácido oleico e com menores teores de ácido linoleico. De forma semelhante ao local, o ano exerce influência significativa na qualidade do óleo do grão de milho (JELLUM & MARION, 1966).

2.3.2. Efeito da fonte polinizadora

Existem várias formas de isolar e assim avaliar o efeito da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo. Este isolamento foi obtido através de genes marcadores, ou seja, aqueles que afetam a coloração do endosperma da semente, por MILLER & BRIMHALL (1951) e CURTIS *et alii* (1956), por meio da polinização dirigida com pais contrastantes para teor de óleo (ALEXANDER & LAMBERT, 1968) e, ainda, através do desenvolvimento de sementes de polinização cruzada e autofecundada provenientes de uma mesma planta (BATISTA

& TOSELLO, 1982). Os resultados mostraram que a fonte polinizadora possui pequeno, mas consistente efeito sobre o conteúdo de óleo da semente de milho. Portanto nos estudos de conteúdo de óleo do grão necessita-se de polinização controlada. O não controle da polinização pode acarretar uma determinação errônea do conteúdo de lipídeo, prejudicando a avaliação das progênes para a seleção visando a alteração do conteúdo de óleo.

O efeito da fonte polinizadora, em relação a energia de óleo produzida foi estudada por ALEXANDER & LAMBERT (1968), que observaram que plantas polinizadas por uma fonte de baixo teor de óleo produzirá significativamente menos caloria de óleo, do que as polinizadas por fontes de alto óleo.

O termo xenia é definido como a influência do grão de pólen no embrião e no endosperma e metaxenia quando a influência é sobre o fruto ou semente (BRINK & COOPER, 1947; ALLARD, 1971). Considerando que o grão de milho é um fruto com uma semente ou cariopse e que o pólen afeta o teor de óleo em todo grão (embrião mais endosperma), o termo metaxenia seria mais adequado para definir a influência do pólen no teor de óleo do grão, embora em alguns trabalhos seja usado o termo xenia (RUSCHEL, 1972).

O efeito da metaxenia foi relatado por muitos pesquisadores (MILLER & BRIMHALL, 1951; CURTIS *et alii* 1956; ALEXANDER & LAMBERT, 1968; GARWOOD *et alii*, 1970 e RUSCHEL, 1972), daí a se considerar que o teor de óleo nos grãos de milho é determinado principalmente pelo genótipo da semente.

2.3.3. Efeito da posição da espiga na planta e dos grãos na espiga

A posição da espiga na planta não tem efeito sobre os teores de ácidos palmítico, esteárico e linolenico, no entanto a espiga superior (situada no topo), apresenta maior teor de ácido oleico, menor teor de ácido linoleico e maior conteúdo de óleo nos grãos quando comparada com a outra espiga (JELLUM & MARION, 1966 e JELLUM, 1967). Sendo estas diferenças pequenas e na maioria das vezes não significativas, os autores concluíram não haver na prática diferenças no teor e qualidade do óleo dos grãos de diferentes espigas da planta.

O efeito da posição do grão dentro de uma espiga sobre o conteúdo de óleo na semente foi determinado por LAMBERT *et alii* (1967) e em relação a qualidade deste óleo foi verificado por JELLUM (1967). Em média, os grãos da base, parte central e ápice apresentaram respectivamente 5,0, 5,3 e 4,7% de óleo. Embora os grãos da posição mediana tivessem maior conteúdo de óleo, os grãos da base apresentaram maior quantidade desta substância, devido ao seu maior peso (17 mg comparado com 14 mg dos grãos do centro e 13 mg dos grãos do ápice). A diferença no conteúdo de óleo dos grãos situados nas diferentes posições da espiga se deve principalmente a efeitos esporofíticos (LAMBERT *et alii*, 1967).

A posição do grão dentro da espiga influencia mais os teores de ácido oleico e linoleico do que o conteúdo do ácido palmítico. De uma forma geral, a proporção dos ácidos palmítico e linoleico aumenta linearmente da base para o ápice da espiga, enquanto diminui a do ácido oleico. Estes efeitos foram observados em linhagens, mas não em híbridos simples (JELLUM, 1967).

Uma vez que o conteúdo e qualidade do óleo dos grãos de milho podem ser influenciados pela posição do grão na espiga, sugere-se o uso de sementes da posição mediana da espiga em estudos de seleção de grãos individuais. Para se obter amostra representativa da espiga deve-se usar fileiras inteiras de grãos para retirada de amostras (JELLUM, 1967; LAMBERT *et alii*, 1967).

2.3.4. Efeito materno

Considerando que o grão de milho é composto por três tipos de tecidos geneticamente distintos, o pericarpo de constituição exclusivamente maternal com o núcleo contendo número diploide de cromossomos ($2n$), o endosperma e a aleurona com núcleo triploide ($3n$), sendo $2n$ proveniente da parte materna e n da fonte polinizadora e o embrião com núcleo diplóide ($2n$), em que n cromossomos foram fornecidos pelo pai e n pela mãe (CURTIS *et alii*, 1956), que os sítios primários para a síntese do óleo são as mitocôndrias e os cloroplastos (STUMPF & JAMES, 1963) e que o ATP, Mn^{++} , coenzima A, acetatos e glicerol e outros componentes que participam da síntese do óleo (BARREN *et alii*, 1961; HAWKE & STUMPF, 1965) são fornecidos pela planta que produzirá a semente, era de se esperar efeitos citoplas-

máticos e ou maternos no conteúdo e composição do óleo. Mas como a atividade de síntese de ácido graxo é governada principalmente pela quantidade de componentes cedidos pela planta, o genótipo maternal pode controlar o conteúdo de óleo da semente, sem apresentar efeitos citoplasmáticos significativos (SINGH & HADLEY, 1968).

Na maioria dos estudos de teor de óleo em grãos de milho, observou-se um acentuado efeito materno (MILLER & BRIMHALL, 1951; CURTIS *et alii*, 1956; JELLUM, 1966; GARWOOD *et alii*, 1970 e BATISTA & TOSELLO, 1982), embora haja resultado mostrando pequena influência maternal (MILLER *et alii*, 1981). A influência materna pode ser detectada a nível de percentagem de óleo no germe, na proporção do germe em relação a semente toda e a nível de qualidade do óleo (CURTIS *et alii*, 1956; JELLUM, 1966; GARWOOD *et alii*, 1970 e PONELEIT & BAUMAN, 1970) e seu efeito é muito maior quando comparado ao efeito citoplasmático (GARWOOD *et alii*, 1970 e PONELEIT & BAUMAN, 1970).

O efeito materno no teor de óleo de grãos de milho foi demonstrado de uma forma simplificada por MILLER & BRIMHALL(1951),através do cruzamento da linhagem "Illinois Low Oil" (ILO), usada como fêmea, com a linhagem "Illinois High Oil" (IHO), resultando indivíduos que apresentavam teores médios de óleo em torno de 3,25%, enquanto o cruzamento recíproco, tendo como mãe a linhagem com alto teor de óleo, produziu descendentes com teores médios de óleo de 6,0%.

A influência da planta de milho na qualidade de sua semente é variável e depende do ácido graxo analisado e do genótipo usado. De modo geral o oléico e o linoleico são os ácidos graxos mais influenciados pela planta mãe (CURTIS *et alii*, 1956 e JELLUM, 1966).

Apesar do endosperma apresentar uma proporção de dois para um de genes maternos para paternos, a influência materna sobre o conteúdo de óleo do endosperma é menor do que aquela do germe (CURTIS *et alii*, 1956).

O isolamento do efeito materno foi normalmente obtido através de avaliações de cruzamentos recíprocos (JELLUM, 1966; PONELEIT e BAUMAN, 1970). Ele foi também estudado por meio de comparações pareadas entre o conteúdo de óleo da mesma espiga,

tendo diferentes machos como pai (MILLER & BRIMHALL, 1951) ou ainda através da avaliação de sementes autofecundadas e de polinização livre (BATÍSTA & TOSELLO, 1982).

24. Genes envolvidos com o conteúdo de óleo em milho

A maioria dos trabalhos sobre herança quantitativa do conteúdo de óleo em grãos de milho evidenciou que a variância aditiva é o principal fator que afeta o controle desta característica (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949; EL ROUBY & PENNY, 1967; LENG, 1974; DUDLEY *et alii*, 1977; MILLER *et alii*, 1981), mas não existe concordância em relação a variância dominante do conteúdo de óleo. Enquanto os estudos envolvendo as linhagens "Illinois High Oil" (IHO) e "Illinois Low Oil" (ILO), resultantes da seleção divergente para teor de óleo da variedade "Burr's White" mostraram evidências de efeito de dominância e, portanto, atribuíram-se, importância a genes de ação dominante (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949; MORENO-GONZALEZ *et alii*, 1975 e DUDLEY, 1977), os trabalhos com a variedade "Reid Yellow Dent", onde as estimativas de variâncias de dominância obtidas pelo delineamento I de Comstock e Robinson não defiriram de zero, levaram a conclusão de que os genes de ação dominante não foram importante para a percentagem de óleo (MILLER *et alii*, 1981).

MORENO-GONZALEZ *et alii* (1975) e DUDLEY (1977), estudando linhagens resultantes da seleção divergente para teor de óleo e proteína, respectivamente na 68ª e 76ª gerações de seleção em Illinois, observaram que alguns cruzamentos exibiram dominância para alto óleo, em outros o dominante era o baixo teor de óleo e que próximo da metade dos loci que diferenciam o teor de óleo das linhagens de alto teor de óleo, das linhagens de baixo teor de óleo mostraram algum grau de dominância. Resultados semelhantes foram obtidos por PONELEIT & BAUMAN (1970), através de cruzamentos dialélicos de nove linhagens, recíprocos e seus F_2 (o material apresentava variação no teor de óleo de 3-7%) e por SPRAGUE & BRIMHALL, (1949), com sete linhagens (cinco resultantes da seleção divergente de Illinois e duas de Iowa) e as respectivas gerações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 .

Foi demonstrado que o componente de variância aditiva possui muitos loci com ligação completa e entre os loci dominantes ocorre falta de ligação, indicando que os genes com ação dominante estão distribuídos ao longo de todo o genoma em distâncias tais que possam ser herdados independentemente (MORENO-GONZALEZ *et al*, 1975). Estudo em 76 gerações de seleção divergente para teor de óleo na variedade "Burr's White", revelou que dentro de sete gerações não houve nenhum efeito apreciável da ligação gênica, nas linhagens "Illinois High Oil" e "Illinois Low Oil" (DUDLEY, 1977).

O teor de óleo nos grãos de milho é uma característica poligênica que depende basicamente da proporção do germe em relação ao grão e do conteúdo de óleo do embrião (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949 e MILLER & BRIMHALL, 1951). O número de genes envolvidos neste sistema ainda não está bem definido. SPRAGUE & BRIMHALL (1949) encontraram de 20-40 genes influenciando o teor de óleo; o trabalho de DUDLEY (1977) estimou em 54 este número. Deve-se acrescentar, ainda, que estes dois resultados foram obtidos para os mesmos materiais, ou seja, linhagens resultantes da seleção divergente para óleo de Illinois, portanto, pode não ser aplicado ao milho irrestritamente.

Devido a natureza poligênica do conteúdo de óleo, era de se esperar que alguns destes genes apresentassem algum efeito pleiotrópico. Assim, o tratamento de linhagens de milho com agente mutagênico etil metano sulfonato (EMS), provocou mutações recessivas, cujos portadores apresentavam menores teores de óleo nas sementes. Estas, na geração M₂, resultaram em sementes albinas, sugerindo-se desta forma que o gene loc (recessivo) possa ser um gene regulador que se expressa no embrião, em sua forma recessiva homozigota, como uma severa redução no teor de óleo, afetando os cloroplastos dos tecidos esporofíticos, levando a produção de sementes albinas (PLEWA, 1979).

Também é esperado que muitos dos genes que controlam o teor de óleo estejam ligados a fatores relacionados a outras características importantes da planta, gerando correlações positivas ou negativas em diversas intensidades. Assim, foi detectado por TSAFA-

RIS & SCANDALIOS (1983), que os genes que controlam os níveis de isocitrato liase, enzima que compõe os glioxissomos, estão ligados àqueles que controlam o teor de lipídios, e por ROUNDY (1976) que o gene sugary-2 (su_2) quando presente, invariavelmente, provoca aumentos do teor de óleo em linhas com alto ou baixo teor de óleo.

2.4.1. Genes envolvidos com os ácidos graxos

Estudando a quantidade e qualidade do óleo em cruzamentos dialélicos, PONELEIT & BAUMAN (1970) observaram que, além da variância aditiva, a variância de dominância é um fator importante no controle do conteúdo dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico do óleo de milho. Empregando oito cruzamentos recíprocos e suas linhagens puras parentais, JELLUM (1966) mostrou uma diversidade de ação gênica para os ácidos graxos, de acordo com o cruzamento e o ácido graxo considerado.

ROCHE *et alii* (1971a), em estudos genéticos do ácido linoleico através de classes fenotípicas em populações F_1 , F_2 , F_3 , RC_1 e RC_2 oriundas dos cruzamentos IHO x R84, R84 x C103 e C103 x IHO concluíram que a diferença entre as linhagens IHO e R84 é determinada por um simples alelo exibindo quase completa dominância e que as linhagens IHO e R84 possuem os genótipos L_n/L_n e l_n/l_n respectivamente. A R84 difere da C103 por um simples alelo com dominância incompleta. Do cruzamento entre IHO x C103 e as respectivas populações segregantes, concluiu-se que a herança do ácido linoleico está associada pelo menos a dois loci gênicos. Em trabalho semelhante com cinco linhagens, WEBER (1983) observou que mais de um locus gênico parecia estar envolvido no estabelecimento do ácido linoleico. Considerando a correlação negativa entre ácido linoleico e oleico e que na biosíntese de ácidos graxos em sementes de plantas superiores o oleato é desnaturado para linolato (ROCHE *et alii*, 1971a e ALEXANDER & CREECH, 1977), sugere-se que o controle genético destes dois ácidos seja exercido a nível de desnaturação de oleato (ROCHE *et alii*, 1971a).

Em estudos utilizando linhagens contrastantes com relação ao teor de ácido esteárico e suas populações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 , JELLUM & WIDSTROM (1983) concluíram que o caráter composição de ácido esteárico é controlado essencialmente por um único gene, com dominância para baixo ácido esteárico, havendo no entanto influência de genes modificadores. Embora SUN *et alii* (1978) concordem que um único gene seja responsável pelo

conteúdo deste ácido graxo, eles concluíram que a dominância era para alto ácido esteárico. Comparando os dois trabalhos, observa-se que JELLUM & WIDSTROM (1983) efetuaram análises de óleo em grãos individuais e a variação do ácido esteárico foi de 1,41 a 10,15%, enquanto SUN *et alii* (1978) analisaram óleo em amostras de grãos que apresentavam variação do teor de ácido esteárico muito menor (1,40 a 2,30%).

A variação genética do óleo do grão de milho existe sob tres níveis, total de óleo, composição de ácidos graxos e distribuição posicional dos ácidos graxos no triglicerídeo. No entanto, o modo de herança da especificidade posicional é desconhecida, supondo-se, que seja determinada por genes de efeitos secundários ou modificadores (ROCHE *et alii*, 1971a).

2.4.2. Localização de genes que controlam o teor de ácidos graxos

Usando translocações B-A ou técnicas de translocações recíprocas com o gene marcador ceroso (*waxy*) para assinalar regiões dos braços de cromossomos que afetam a composição dos ácidos graxos do óleo do embrião, foi detectada uma região no braço longo do cromossomo 4 que afeta os teores dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico (JELLUM & WIDSTROM, 1984; WIDSTROM & JELLUM, 1984; SHADLEY & WEBER, 1986). No braço longo do cromossomo 10 foi localizada outra região que afeta os teores de ácido palmítico e esteárico (SHADLEY & WEBER, 1986). Os resultados indicaram, ainda, que no braço longo do cromossomo 5 localizam-se genes que afetam os teores de ácido linoleico e a dosagem da composição de ácidos graxos do endosperma (SHADLEY & WEBER, 1980; JELLUM & WIDSTROM, 1984; SHADLEY & WEBER, 1986). O braço curto do cromossomo 1 também está envolvido no controle do ácido linoleico (WIDSTROM & JELLUM, 1984).

2.4.3. Efeito da endogamia sobre o teor de óleo

Em estudos dialélicos envolvendo nove raças de milho, seus possíveis F₁'s e o cruzamento duplo US 13, DUDLEY *et alii* (1977) observaram efeitos significativos da heterose para o conteúdo de óleo. Efeitos heteróticos foram também observados para os ácidos graxos em muitos dos cruzamentos recíprocos, entre linhagens de milho, efetuados por

JELLUM (1966). Estimativas de heteroses positivas e negativas obtidas através da fórmula $H = F_1 - MP$ (onde MP é a média dos pais) foram obtidas por DUDLEY (1977) no estudo de 76 gerações de seleção divergente para óleo e proteína.

Considerando os resultados obtidos pela análise direta de sementes autotécundadas em relação àsquelas de polinização livre, BATISTA & TOSELLO (1982) observaram efeitos de depressão por endogamia de 4,0% para percentagem de óleo na população ESALQ-VF-1 e de 8,0% na mesma população melhorada para embrião grande.

2.5. Alterações morfo-fisiológicas do grão resultantes da seleção para óleo

As análises dos diversos constituintes do grão revelaram que cerca de 85% do total do óleo estão contidos no germe ou embrião (LENG, 1967 e HOPKINS *et alii*, 1974). Em vários trabalhos foram observadas correlações positivas entre teor de óleo do grão e tamanho do embrião e também entre teores de óleo no germe e no grão (BRUNSON *et alii*, 1948; SPRAGUE & BRIMHALL, 1949; MILLER & BRIMHALL, 1951; CURTIS *et alii*, 1968; RUSCHEL, 1972; GLOVER & TOSELLO, 1973; RUSCHEL & BAUMAN, 1973; MILLER *et alii*, 1981). De um modo geral, os autores concluíram que o aumento no teor de óleo dos grãos de milho depende principalmente do aumento da proporção do embrião em relação ao grão e da sua concentração em óleo. O fator mais importante, no entanto, depende da concentração de óleo da variedade usada (DUDLEY *et alii*, 1974), embora muitos autores considerem a proporção do germe em relação ao grão ou tamanho relativo do embrião como o principal fator (MILLER & BRIMHALL, 1951; RUSCHEL, 1972 ; RUSCHEL & BAUMAN, 1973).

Baseando-se nestas informações, PATERNIANI (1972) propôs o uso da seleção visual do tamanho relativo do embrião como um critério a ser empregado em programas que visem o aumento do conteúdo de óleo nos grãos de milho. O uso desta técnica possibilitará progressos razoáveis pelo menos nas etapas iniciais de um programa para elevar o conteúdo de óleo.

A eficiência da seleção visual do tamanho do embrião no melhoramento do teor de óleo do grão foi estudada por KINOSHITA & PATERNIANI (1973a) na população Centralmex e por BATISTA (1980) na população ESALQ-VD-2. Os resultados obtidos pelos au-

tores, no entanto, são divergentes, enquanto BATISTA (1980) concluiu que este sistema de seleção foi eficiente para elevar o conteúdo de óleo nos grãos de milho, com ganhos médios de 1,44% por ciclo em relação à população original, os resultados obtidos por KINOSHITA & PATERNIANI (1973a) mostraram que o aumento do tamanho do embrião não provocou acréscimo correspondente no teor de óleo da semente, embora a seleção tenha sido eficiente para aumentar tamanho do embrião, com ganho de 3% por ciclo de seleção nesta característica.

Além do embrião, o peso do grão é afetado pela seleção para alto teor de óleo. Mas o efeito de redução no peso do grão resultante da seleção para elevar o teor de óleo em milho só foi verificado a partir de 7% de óleo nos grãos (SRIWATANAPONGSE & BAUMAN, 1966); CURTIS *et alii*, 1968; DUDLEY *et alii*, 1974; MILLER *et alii*, 1981), justificando assim a afirmativa de ALEXANDER & SEIF (1963) de que a redução no tamanho do endosperma, nas variedades de alto teor de óleo, é um fator de importância primária no melhoramento para alto conteúdo de óleo, principalmente quando se pensa em índices de seleção para tal característica.

As mudanças nos pesos da semente, germe, percentagem de óleo do germe e relação entre peso germe/endosperma, durante o desenvolvimento da semente, foram estudadas por LENG (1967), que chegou às seguintes conclusões: a proporção em peso do germe em relação ao grão todo, aumenta do início de sua formação (20 dias após o florescimento) até próximo a maturidade do grão (sete semanas mais tarde); o teor de óleo no germe passa de aproximadamente 38% (início da formação do germe) para 54-56% (quarta semana de desenvolvimento do grão), permanecendo quase constante daí para frente. O conteúdo de óleo do grão aumentou quase da mesma forma que a proporção do germe e só atingiu o nível máximo sete semanas após a polinização.

Tendo em vista que o teor de óleo dos grãos de milho é uma função direta do tamanho relativo do embrião e de seu conteúdo em óleo, LENG (1961) demonstrou que os métodos mais precisos para a predição de respostas a seleção para a percentagem de óleo são os que consideram os componentes proporção do germe em relação ao grão e percentagem de óleo do germe.

A seleção para alto teor de óleo no embrião pode provocar aumentos no peso total do embrião, na percentagem de germe em relação ao grão, no tamanho e na per-

tagem de óleo do germe e reduções no peso do endosperma e da semente, promovendo ainda um acréscimo na velocidade do desenvolvimento do embrião durante a germinação (SRIWATANAPONGSE & BAUMAN, 1966 e CURTIS *et alii*, 1968). Por isto, a percentagem de óleo do germe pode ser usada como uma medida indireta do índice de qualidade de sementes individuais do milho (SRIWATANAPONGSE & BAUMAN, 1966).

2.6. Variabilidade genética do conteúdo de óleo em milho

A maioria dos trabalhos em que se estimam variâncias genéticas o fazem exclusivamente com a finalidade de obtenção da variância aditiva com os objetivos de previsão de ganhos em programas de melhoramento do teor de óleo de determinada população (BAUMAN *et alii*, 1965; MIRANDA *et alii*, 1976; TOSELLO & GERALDI, 1980a; BIANCO, 1984; ZIMBACK, 1985; ZANOTTO, 1986 e PAMIN *et alii*, 1986). Os trabalhos que envolvem estimativas de variâncias de dominâncias, bem como interpretações genéticas dos valores assumidos pelas variâncias em relação ao tipo de ação gênica envolvida, são mais raros (EL ROUBY & PENNY, 1967; MORENO-GONZALES *et alii*, 1975 e MILLER *et alii*, 1981).

Os valores de variância de dominância observados por EL ROUBY & PENNY (1967) e MILLER *et alii*, (1981), respectivamente em uma variedade sintética do cruzamento "Ford's High Oil" x "Iowa High Oil" e nos ciclos zero e cinco de seleção da variedade "Reid Yellow Dent" não diferiram de zero, indicando que os genes de ação dominante não foram importantes para a percentagem de óleo; no entanto, aqueles observados por MORENO-GONZALES *et alii*, (1975) no cruzamento de linhagens de alto e baixo teor de óleo resultante da 68ª geração de seleção divergente para o teor de óleo de Illinois, foram diferentes de zero, levando a obtenção de um grau médio de dominância (a) igual a 0,508 para F_2 e 0,681 para F_6 , mostrando assim a importância da ação gênica dominante no teor de óleo.

Na Tabela 3 - Apêndice, são apresentados resultados de estimativas de variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$), razão entre variância de dominância e variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$), média ($\bar{x}$), herdabilidade no sentido restrito ao nível de planta (h^2), herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de parcelas, coeficiente de variação genética (CVg), Índice de variação ($b = CVg/CVe$) e o progresso esperado com a seleção (G_s) para o teor de óleo no grão de milho, em várias populações, obtidas por diferentes autores. Observa-

se que a variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) para o teor de óleo variou de $1,40 \times 10^{-2}(\%)^2$ obtida por MILLER *et alii* (1981) no ciclo zero da variedade "Reid Yellow Dent" a $155,00 \times 10^{-2}(\%)^2$ observado por MORENO-GONZALES *et alii* (1975) em uma população F_2 , do cruzamento entre linhagens de alto e baixo teor de óleo. A herdabilidade a nível de plantas apresentou valores que variaram de 9,85 a 85,80%. A variação do ganho de seleção foi inferior àquela da herdabilidade, pois o menor valor do ganho 1,03% é 9,21 vezes inferior ao maior valor obtido por MIRANDA *et alii* (1976) que é de 9,49%, enquanto a diferença entre os extremos da herdabilidade ao nível de média de progênies foi 12,60.

MIRANDA *et alii* (1976) trabalhando com 300 famílias de meios irmãos da variedade Centralmex HS IV-MI observaram que a variância dentro de famílias ($\hat{\sigma}_d^2$) em relação ao teor de óleo foi 3,3 vezes maior que a variância entre progênies. Relação de $\hat{\sigma}_d^2/\hat{\sigma}_p^2$ maior do que 1,0, foi também observada por ZIMBACK, 1985 e ZANOTTO, 1986. No entanto, BIANCO (1984) observou proporção inferior a 1,0 entre variância dentro de famílias e variância entre famílias.

Os valores de $\hat{\sigma}_A^2 = 0,8220 \pm 0,1560 (\%)^2$; $\hat{\sigma}_D^2 = 0,0870 \pm 0,088 (\%)^2$; $\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2 = 0,1897$ e $h^2 = 76,7 \%$ foram apresentados como estimativas médias para estes parâmetros da percentagem de óleo, indicando assim que esquemas simples de seleção devem conduzir a bons resultados no melhoramento de óleo em milho (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981).

Em quase todas as populações estudadas foi detectada suficiente variabilidade genética para obtenção de progressos significativos em programa de melhoramento para o teor de óleo; esta variabilidade não foi exaurida mesmo depois de 76 ciclos de seleção para teor de óleo (DUDLEY *et alii*, 1974).

2.7. Variabilidade genética em caracteres da planta do milho

Levantamentos realizados por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981) em 99 trabalhos em cinco tipos de populações mostraram variabilidade genética aditiva suficiente para o melhoramento do rendimento de grãos. Estes autores observaram valores médios de $468,8 (g/pta)^2$ e $279,9 (g/pta)^2$, respectivamente para a variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) e a variância de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$).

Estimativas de variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$), razão entre variância de dominância e variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$), bem como herdabilidade ao nível de plantas (h^2) para o rendimento de grãos em g/pta, obtidas por diferentes pesquisadores em populações brasileiras de milho, são apresentadas na Tabela 4 - Apêndice. O maior valor assumido pela variância aditiva foi de 879 (g/pta)², observado por SOARES FILHO (1987) na população Piranão VF-1 B, enquanto o menor valor deste parâmetro foi 54 (g/pta)² obtido por BIGOTO (1988) na população ESALQ PB-1 IV. VENCovsky *et alii* (1988) obtiveram valores médios (médias de 58 estimativas) de variância aditiva de 309 (g/pta)² e de herdabilidade de 11,00% . Na Tabela 4 - Apêndice, observa-se ainda que a herdabilidade do rendimento de grãos é sempre baixa (25,12–1,85%) e que estimativas de variância de dominância são pouco frequentes.

Nas populações brasileiras de milho braquítico avaliadas, a variância aditiva para o caráter altura de planta (Tabela 5-Apêndice) esteve entre 698 e 94 (cm/pta)² valores estes obtidos respectivamente por SOARES FILHO (1987) e ZANOTTO (1986). Com exceção das herdabilidades 13,38 e 21,39% obtidas por BIGOTO (1986) e 26,0% obtida por BENITEZ TORRES (1986), todos os outros valores de herdabilidade para altura de plantas foram de médios a altos. Uma variação semelhante nos valores de variância aditiva e uma alta herdabilidade ao nível de plantas foram observadas no caráter altura de espiga (Tabela 5 - Apêndice). Esta semelhança dos valores de variâncias e de herdabilidade é, em parte, explicada pela alta correlação existente entre os caracteres altura de planta e altura de espiga.

A ocorrência de variâncias genéticas negativas quando detectadas se deve aos seguintes fatores: 1) modelo genético inadequado; 2) erro de amostragem; 3) delineamento experimental inadequado (efeitos de competição entre indivíduos); 4) ordenação de cruzamentos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981 e LINDSEY *et alii*, 1962). Um ou vários destes fatores podem ter ocorrido, levando a obtenção da variância aditiva negativa -2,00 (cm/espiga)² obtida por PAL *et alii* (1986) para comprimento de espiga. Variâncias negativas de dominância são mais frequentes do que variâncias aditivas negativas (BRIDGES & KNAPP, 1987). Apesar dos valores negativos de variâncias observados para o caráter comprimento de espiga, os valores médios das estimativas destes parâmetros obtidos por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981) foram de 152,4 x 10⁻² (cm/espiga)² para $\hat{\sigma}_A^2$, 50,40 x 10⁻² (cm/espiga)² para $\hat{\sigma}_D^2$ e 38,10% para h_x^2 (Tabela 6 - Apêndice).

O maior valor assumido pela variância aditiva do diâmetro de espigas foi de $8,14 \times 10^{-2}$ (cm/espiga)² no cruzamento entre as populações Entrelaçado x ESALQ PB-1, obtido por SANTOS (1985). O valor médio da $\hat{\sigma}_A^2$ foi de $4,60 \times 10^{-2}$ (cm/espiga)², em 35 estimativas obtidas por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981). Excetuando os valores de herdabilidade média para diâmetro de espiga de 7,19 e 13,6% obtidos respectivamente por SOARES FILHO (1987) e VARGAS *et alii* (1982), todas as demais herdabilidades foram acima de 32,00% (Tabela 7 – Apêndice).

Existe uma grande diferença entre o maior e o menor valor da estimativa da $\hat{\sigma}_A^2$ para o caráter diâmetro do sabugo (o maior valor é 33,31 vezes o menor valor), no entanto os valores assumidos pela herdabilidade média teve uma variação muito menor, haja visto que entre os valores extremos existe uma proporção de 11,92 apenas, uma vez que todas as herdabilidades médias para diâmetro de sabugo foram de médias a altas (Tabela 8 – Apêndice).

Com um valor mínimo de 4,41 g² e um máximo de 14,28 g² pode-se observar, pelos dados da Tabela 9 – Apêndice, pequena variação nos valores da variância aditiva, para peso de 100 grãos nas diferentes populações. Os valores da herdabilidade média variaram de 34,12%, obtido por QUEIROZ (1969) em um composto dentado branco, a 79,87%, obtido por MOTA (1974) na população Centralmex.

A $\hat{\sigma}_A^2$ para o número de grãos por fileiras variou de 68,00 a 220,87 (grãos/fileira)² e a herdabilidade média do caráter, em todos os trabalhos levantados foi alta (46,50–67,40%) (Tabela 10 – Apêndice).

O caráter número de fileiras de grãos por espiga apresentou variâncias aditivas, em média, superiores àquelas apresentadas pelo número de grãos por fileiras. No entanto, a média da herdabilidade, do número de grãos por fileira foi superior àquela do número de fileiras por espiga, embora ambas características tenham herdabilidade de média a alta (Tabela 10 – Apêndice).

2.8. Relação entre teor de óleo do grão de milho com outras características da planta

Existem muitos trabalhos onde procurou-se estudar as possíveis relações entre o teor de óleo do grão ou mesmo entre o teor de óleo do germe com outras características da planta do milho. Os caracteres rendimento de espigas ou de grãos, peso de 100 grãos, volume e densidade dos grãos, altura de espiga e altura de planta, percentagem de proteína e de triptofano no grão e energia do grão foram os mais empregados nestes estudos.

A correlação entre teor de óleo no milho e o rendimento de grãos foi estudada por muitos autores, com resultados contraditórios. Alguns experimentos revelaram haver uma correlação positiva, embora baixa, entre teor de óleo e produtividade em grãos (MILLER & BRIMHALL, 1951; GUPTA *et alii* 1975; MILLER *et alii* 1981; BIANCO, 1984 e ZIMBACK, 1985), enquanto outros encontraram correlações negativas (baixa a média) entre estas duas características (EL ROUBY & PENNY, 1967; ALEXANDER *et alii*, 1970; DUDLEY *et alii* 1977; TOSELLO & GERALDI, 1980b e BIANCO, 1984). Apesar destes resultados contrastantes MILLER & BRIMHALL (1951), trabalhando com teores de óleo e rendimentos que variavam de 5,2 a 8,0% e 3.400 a 5.700 kg/ha respectivamente e uma correlação positiva ($r=0,41$) entre teor de óleo e rendimento de grãos, concluíram que aumentos de até 3% no teor de óleo pode ser obtido sem afetar a produtividade do material. Na realidade a seleção para alto teor de óleo só é significativa na redução do peso de grãos, quando o conteúdo de óleo atingir limites superiores a 7% (DUDLEY *et alii*, 1974; MILLER *et alii*, 1981). Assim PATERNIANI (1972) mostrou ser possível elevar o conteúdo de óleo sem reduzir a produtividade dos grãos.

Correlação negativa alta entre o teor de óleo e peso de 100 grãos ($r=-0,85$) foi observada por DUDLEY *et alii* (1977) em estudo de populações resultantes da seleção divergente para óleo da variedade "Burr's White". Valores negativos, muito baixos, de correlação entre estas características foram obtidas por ALEXANDER & SEIF (1963) EL ROUBY & PENNY (1967), ZIMBACK (1985) e por BATISTA & TOSELLO (1979) na subpopulação alto óleo da população ESALQ-VD. Nas subpopulações ESALQ-VD original e opaco foi observada correlação positiva baixa entre teor de óleo e peso de 100 grãos (BATISTA & TOSELLO, 1979 e TOSELLO & GERALDI, 1980b). Estes resultados suportam a idéia de que existe uma baixa correlação positiva entre o teor de óleo e o peso de 100 grãos em populações pouco melhoradas para alto óleo. Esta correlação se modifica e passa a ser negativa à medida que se intensi-

fica a seleção para óleo. Assim, material com 76 gerações de seleção para alto óleo apresentou alta correlação negativa entre estas duas características.

Estudando a variação genética da composição de ácidos graxos e a percentagem de óleo entre famílias de irmãos germanos interpopulacionais (Nebraska B e Nebraska Krug), PAMIN *et alii* (1986) observaram alta correlação positiva entre rendimento de grão e rendimento de óleo; resultado semelhante foi obtido por LAMBERT *et alii* (1967). Isto é facilmente explicável, tendo em vista que o rendimento de grãos é um dos componentes que entram no cálculo do rendimento de óleo. Alta correlação positiva entre teor de óleo (%) e rendimento de óleo (kg/ha) foi observada por EL ROUBY & PENNY (1967).

Usando duas subpopulações (original e alto óleo) oriundas da população ESALQ-VD, BATISTA (1980) observou que em ambas subpopulações a percentagem de óleo apresentou correlação fenotípica positiva muito baixa com o carácter densidade de grãos. Resultado semelhante foi observado entre teor de óleo e volume de 100 grãos na ESALQ VD original. No entanto, a população alto óleo apresentou uma correlação fenotípica negativa baixa, entre os caracteres teor de óleo e volume de 100 grãos. ZIMBACK (1985) observou altas correlações genéticas aditivas negativas entre teor de óleo e densidade de grãos na população de milho dentado braquítico opaco. Os valores assumidos pela correlação fenotípica foram positivos baixos, portanto não divergiram daqueles observados por BATISTA (1980) para estas características.

Estudos relacionando teor de óleo com proporção do germe em relação ao grão inteiro foram efetuados por MILLER & BRIMHAL (1951) em milho de endosperma normal e por RUSCHEL (1972) em milho opaco-2. Em ambos casos observaram-se que estas características estão positivamente correlacionadas. Observou-se também altas correlações positivas entre a percentagem de óleo do germe com a percentagem de óleo do grão e variação independente das características tamanho relativo do germe e percentagem de óleo no germe (MILLER & BRIMHALL, 1951). Devido à influência do teor de óleo no tamanho relativo do embrião, no tamanho individual do grão e principalmente na velocidade das reações durante a germinação, SRIWATANAPONGSE & BAUMAN (1966) sugeriram o uso do teor de óleo como uma medida indireta da qualidade da semente.

Baixas correlações positivas entre o teor de óleo e altura de planta e entre teor de óleo e altura de espiga foram obtidas por BIÁNCIO (1984) nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 e por EL ROUBY & PENNY (1967) na variedade sintética resultante do cruzamento "Ford's High Oil" x "Iowa High Oil", levando os autores a concluir que estes caracteres variam independentemente na planta.

A relação entre o teor de óleo e outros componentes do grão foi bastante estudada. Mais comum ainda são os estudos que envolvem a relação entre óleo e proteína (triptofano, lisina) devido aos aspectos nutricionais (MILLER & BRIMHALL, 1951; RUSCHEL, 1972; RUSCHEL & BAUMAN, 1973; BAUMAN, 1975; DUDLEY *et alii* 1977, TOSELLO & GERALDI, 1980b; ZIMBACK, 1985; SONG *et alii*, 1986). Na maioria dos trabalhos onde se correlacionou teor de óleo com conteúdo de proteína obteve-se valores positivos de médios a baixos (MILLER & BRIMHALL, 1951; BAUMAN, 1975; DUDLEY *et alii*, 1977 e SONG *et alii*, 1986); no entanto as correlações genéticas aditivas entre estas características, observadas por ZIMBACK (1985), foram de $r_A = 0,8111$ e $r_A = 0,8430$ respectivamente para as subpopulações A e B oriundas do composto braquítico dentado opaco-2. A proteína do germe, ao contrário da proteína do grão ou do endosperma, está negativamente correlacionada com o teor de óleo do germe (RUSCHEL, 1972; RUSCHEL & BAUMAN, 1973 e BAUMAN, 1975).

Os resultados do estudo da correlação entre conteúdos de óleo e de triptofano no grão são contraditórios. Enquanto ZIMBACK (1985) observou valores positivos altos de correlação genética aditiva ($r_A=0,845$ e $r_A=1,000$), TOSELLO & GERALDI (1980b), observaram valores baixos e negativos, apesar de ambos os trabalhos terem sido conduzidos em população de milho opaco-2. Os valores desta correlação, obtidos por MILLER & BRIMHALL (1951), foram positivos e medianos.

Envolvendo ainda aspectos relacionados à qualidade do grão, foi observada correlação positiva entre o teor de óleo no grão e o teor de lisina também no grão (BAUMAN, 1975; SONG *et alii*, 1986) e negativas entre o teor de óleo no grão e o teor de lisina na proteína do endosperma (BAUMAN, 1975) e entre conteúdo de amido e o teor de óleo do grão (MILLER & BRIMHALL, 1951).

Avaliando a variação genética da composição de ácidos graxos e da percentagem de óleo em famílias de irmãos germanos intrapopulacionais envolvendo as populações "Nebraska B" e "Nebraska Krug", PAMIN *et alii* (1986) observaram correlações negativas entre percentagem de óleo e os teores de ácido linoleico e linolênico, cujos valores foram $r=-0,48$ e $r=0,45$ respectivamente e correlação positiva entre teor de óleo no grão e teor de ácido oleico ($r=0,51$).

DUDLEY *et alii* (1977) levantaram tres aspectos a respeito da capacidade de armazenamento energético do milho; 1) concentração de energia no grão em cal/g de matéria seca; 2) produção de energia por grão em cal/g; 3) rendimento de energia Kcal/ha. A produção de energia por grão e rendimento de energia são positivamente correlacionados com conteúdo de óleo ($r=0,99$ e $r=0,49$) e com o rendimento de grãos ($r=0,58$ e $r=0,98$) respectivamente. Eles observaram também que o total de energia produzida é mais fortemente influenciada pela produção de grãos do que pela concentração de energia nos grãos.

Estudando a relação entre o conteúdo de óleo e o rendimento em milho usando híbrido simples como fêmea, cruzado com linhagens com baixo e alto teor de óleo, ALEXANDER & LAMBERT (1968) observaram correlações negativas entre calorias de óleo e calorias de carboidratos no grão polinizado com machos de baixo teor de óleo e positiva muito baixa entre estes caracteres, quando usou machos de alto teor de óleo. Segundo os autores, os resultados obtidos sugerem que a habilidade de uma planta em produzir carboidratos e sintetizar óleo é praticamente independente ou pelo menos independente fisiologicamente .

Usando material resultante do cruzamento entre "Ford's High Oil" x "Iowa High Oil", EL ROUBY & PENNY (1967) observaram baixa correlação negativa entre percentagem de óleo e data de florescimento e ausência de correlação entre o conteúdo de óleo e acamamento. Não foi também observada correlação entre teor de óleo nos grãos e resistência à diploidia nos sintéticos estudados por ALEXANDER & SEIF (1963).

2.9. Métodos de seleção usados para aumentar o teor de óleo em milho

O primeiro método usado no melhoramento de óleo em grãos de milho foi de espiga por fileira, que consistia essencialmente na escolha de um grupo de espiga com

características agrônômicas 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 progenies eram misturadas para obtenção da geração seguinte. Este método foi idealizado por C.G. Hopkins e aplicado no melhoramento divergente para teor de óleo e proteína da variedade "Burr's White" iniciado em Illinois em 1896 (HOPKINS, 1974). Com poucas e raras modificações, o método de melhoramento espiga por fileira continuou sendo usado por muitas gerações de seleção. Resultados da 50ª, 65ª e 70ª gerações são apresentados respectivamente por WOODWORTH *et alii* (1974), DUDLEY & LAMBERT (1974) e DUDLEY *et alii* (1974). O método de seleção espiga por fileira, quando usado no melhoramento do conteúdo de óleo em milho, é equivalente à seleção entre famílias de meios irmãos, uma vez que a percentagem de óleo dos grãos é estabelecida pelo genótipo do próprio grão (DUDLEY, 1977).

Vários outros métodos têm sido empregados no melhoramento de óleo em grãos de milho, tais como; seleção massal (EL ROUBY & PENNY, 1967; PATERNIANI, 1972; RUSCHEL & BAUMAN, 1973 ; WEBER & ALEXANDER, 1975); seleção em famílias de meios irmãos (RUSCHEL & BAUMAN, 1973; MIRANDA *et alii*, 1976; FUNDUIANU & MOGA, 1980 e MILLER *et alii*, 1981); seleção em famílias de irmãos germanos (EL ROUBY & PENNY, 1967; RUSCHEL & BAUMAN, 1973 ; FUNDUIANU & MOGA, 1980); obtenção de híbridos através de autofecundação, "top cross" e retrocruzamento (ALEXANDER *et alii*, 1970); seleção para capacidade geral de combinação (EL ROUBY & PENNY, 1967), seleção de progênies autofecundadas S₁ (PAMIN *et alii*, 1986); seleção recorrente (SPRAGUE *et alii*, 1952); seleção recorrente recíproca (ALEXANDER *et alii*, 1970).

Utilizando os resultados de 61 gerações de seleção divergente para óleo e proteína em milho efetuada em Illinois, LENG (1961) comparou os resultados de ganhos esperados, com ganhos reais obtidos, através de três métodos: 1) Extrapolação da linha de regressão (diferencial de seleção acumulado x percentagem de óleo); 2) uso da fórmula $R = i \hat{\sigma} h^2$ (FALCONER, 1964) onde R: é a resposta esperada por geração, i: é a intensidade de seleção, $\hat{\sigma}$: é o desvio padrão e h^2 : é a herdabilidade; 3) subdivisão do caráter teor de óleo nas componentes tamanho do germe e teor de óleo no germe. O autor concluiu que o método de previsão de ganho que subdivide o caráter em componentes é o que mais se aproxima do ganho real.

No entanto, a seleção baseada somente no tamanho do embrião pode não ser eficiente no melhoramento do teor de óleo (KINOSHITA & PATERNIANI, 1973b).

Em programas de melhoramento poderão ser empregadas progênes autofecundadas e ou progênes de polinização livre, sem grandes alterações no ganho genético a ser obtido. Isto se deve à alta correlação existente entre estes dois tipos de progênes para teor de óleo ($r = 0,67$), observada por BATISTA (1981). A seleção no entanto, deverá ser baseada não só nas médias de progênes, mas também em grãos simples, aumentando assim a eficiência dos métodos de melhoramento para óleo (BAUMAN *et alii*, 1965).

O estudo da eficiência dos métodos de melhoramento foi feito por muitos pesquisadores, através de previsões de ganhos genéticos (MILLER *et alii*, 1981; BIANCO, 1984; ZIMBACK 1985; ZANOTTO, 1986) ou por meio de cálculos de ganhos genéticos reais, obtidos ao submeter uma mesma população a mais de um método de seleção para teor de óleo nos grãos (SPAGUE & BRIMHALL, 1950; EL ROUBY & PENNY, 1967; RUSCHEL & BAUMAN, 1973 e PAMIN *et alii*, 1986).

Os ganhos genéticos esperados no teor de óleo dos grãos através da seleção massal foram comparados àqueles da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (MILLER *et alii*, 1981; BIANCO, 1984; ZIMBACK, 1985). Nas populações Piranão VD-2, Piranão VF-1 e Dentado braquítico opaco-2, observaram-se que os ganhos genéticos esperados pela seleção massal de 10% em ambos os sexos foi levemente superior à seleção entre (20%) e dentro (10%) de progênes de meios irmãos, com sementes remanescentes (BIANCO, 1984 e ZIMBACK, 1985). Na variedade "Reid Yellow Dent", observou-se ganhos genéticos esperados um pouco superiores na seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em relação à seleção massal, obtendo-se o ganho esperado máximo quando a intensidade de seleção dentro foi maior que entre famílias (MILLER *et alii*, 1981). Esta contradição nos resultados talvez possa ser explicada em parte pela diferença de intensidade de seleção entre e dentro de famílias meios irmãos consideradas na seleção da variedade "Reid Yellow Dent" em relação àquelas assumidas nas populações Piranão VD-2, Piranão VF-1 e Dentado braquítico opaco-2.

A comparação de ganhos genéticos no teor de óleo, obtidos nos diversos métodos de melhoramento, foi feita por muitos autores (SPRAGUE & BRIMHALL, 1950; EL

ROUBY & PENNY, 1967; RUSCHEL & BAUMAN, 1973; PAMIN *et alii*, 1986). Com exceção de EL ROUBY & PENNY (1967), que compararam os ganhos de seleção massal com seleção recorrente para capacidade geral de combinação, em todas as comparações foram empregadas progênies autofecundadas. Os ganhos genéticos obtidos pela seleção massal foram superiores àqueles obtidos pela seleção para capacidade geral de combinação para percentagem de óleo, o contrário foi observado quando se considerou o rendimento em óleo em kg/ha (EL ROUBY & PENNY, 1967). A seleção de progênies autofecundadas foi tão eficiente quanto a seleção baseada em famílias de meios irmãos ou irmãos germanos (RUSCHEL & BAUMAN, 1973 e PAMIN *et alii*, 1986) e 2,6 vezes superior à seleção recorrente, em ganhos genéticos para conteúdo de óleo dos grãos (SPRAGUE & BRIMHALL, 1950). Ganhos genéticos obtidos pela seleção de progênies autofecundadas superiores aqueles obtidos por seleção de progênies de irmãos germanos foram obtidos por PAMIN *et alii* (1986) na população "Nebraska Krug".

Considerando os valores elevados de herdabilidade associados ao conteúdo de óleo e a influência do genótipo do grão nesta característica, sugerem-se os esquemas simples de seleção, com ênfase na seleção de grãos individuais, como os métodos mais adequados de melhoramento para óleo em milho (PONELEIT & BAUMAN, 1970; DUDLEY, 1977 e HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Foram usadas as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, que correspondem a versão braquítico das populações ESALQ VD e ESALQ VF respectivamente, obtidas por cruzamentos e retrocruzamentos, usando a variedade Piranão como pai não recorrente e fonte do gene braquítico 2 (br_2). Após um retrocruzamento, seguiram-se três gerações de cruzamentos ao acaso em lotes isolados. Em cada população foi praticada uma seleção com objetivo de uniformizar a arquitetura (PATERNIANI, 1977). A variedade Piranão usada como pai não recorrente, foi obtida a partir de cruzamentos entre Piramex e Tuxpeño (br_2) (PATERNIANI, 1973).

As plantas da população Piranão VD-2, caracterizam-se por ser braquíticas e apresentar grande produtividade, espigas relativamente grossas, com grãos amarelos dentados, largos e longos. A população Piranão VF-1 apresenta plantas braquíticas com boa produtividade, espigas com grãos duros e de cor laranja. As duas populações encontram-se no segundo ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos, para alto teor de óleo (BIANCO, 1984).

Como testemunhas, foram empregados os híbridos duplos Ag-352-B da Agrocere e DEK XL 540 da Dekalb, de porte baixo, que em cultivos comerciais, têm manifestado boas produtividades e características agrônômicas satisfatórias.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Obtenção das progênes do Delineamento I de Comstock e Robinson

No ano agrícola 1983/84 foram instaladas 150 parcelas (fileira de dez plantas) com sementes da população Piranão VD-2. Em cada uma destas parcelas, a primeira planta, usada como macho (doadora de pólen), foi cruzada com cinco a seis plantas da mesma parcela, resultando assim progênes de irmãos germanos descendentes de um mesmo macho (Delineamento I). Os mesmos procedimentos foram tomados em relação à população Piranão VF-1. Obtiveram-se assim, 364 e 381 progênes respectivamente das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1.

3.2.2. Execução Experimental

3.2.2.1. Campo

As 745 progênes das duas populações usadas, foram avaliadas no município de Piracicaba, no Campo Experimental da Caterpillar, no ano agrícola 1985/86, em solo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico (Tabela 11 - Apêndice). As médias mensais de temperatura mínima e máxima, umidade relativa e de precipitação pluviométrica ocorridas no período de avaliação em campo são apresentadas na Tabela 12 - Apêndice.

Usou-se o espaçamento de 1,00m entre linhas e 0,20m entre plantas. A parcela utilizada foi de 5m², onde foram semeadas 25 sementes. Empregou-se o delineamento em látices triplo, sendo as progênes do delineamento I da população Piranão VD-2, dispostas em três látices 10 x 10 e um látice 8 x 8. Na avaliação da população Piranão VF-1 usou-se três látices 10 x 10 e um látice 9 x 9. No início, meio e fim de cada repetição de cada látice eram dispostas as parcelas dos híbridos Ag-352-B da Agrocere e DEK XL 540 da Dekalb. Somente as repetições um e dois foram usadas nas avaliações dos caracteres e nas análises estatístico-genéticas.

Foi efetuada uma adubação no sulco com 300 kg/ha de fórmula 4-14-8. Posteriormente foram feitas duas aplicações de 150 kg/ha de sulfato de amônia. Para o controle de ervas daninhas usou-se o herbicida Primextra, aplicado logo após a semeadura.

Nas progênies de cada população foram tomados dados de doze caracteres, conforme discriminação mostrada a seguir:

Altura da planta (AP): Distância em centímetros, entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e a inserção da folha superior, determinada através de régua dividida em unidades de cinco centímetros. Esta medida foi feita em cinco plantas competitivas, tomadas ao acaso dentro da parcela.

Altura da espiga (AE): A medida de AE foi obtida nas mesmas plantas e com a mesma régua em que se mediu a AP e corresponde à distância em centímetros, entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e a inserção da primeira espiga.

Rendimento de espigas ou peso de espigas por parcelas (RE): Devido ao fato das parcelas terem apresentado variações em relação ao estande ideal de 25 plantas, as mensurações do caráter RE, que envolveram todas as plantas das unidades experimentais, sofreram, além das correções no teor de umidade dos grãos, ajustes para o referido estande.

A determinação do teor de umidade dos grãos foi feita em um aparelho “Steinlite”. Os dados de RE foram então corrigidos para umidade 15,5%, conforme a seguinte fórmula:

$$PC_{15.5} = \frac{PC (1 - u)}{0,845} \quad \text{onde tem-se:}$$

PC_{15,5}: peso de campo corrigido para 15,5% de umidade

PC: peso de campo observado.

u : umidade observada em cada parcela.

A correção do estande foi feita através do método de covariância (STEEL & TORRIE, 1960). A metodologia aqui usada baseia-se na realização de uma análise de variância relativa ao estande e de análise de covariância entre estande e peso das espigas, ambas tomando como base o delineamento de blocos casualizados. Obtem-se assim um coeficiente de regressão linear do peso de espigas em relação as variações do estande (b), o qual

é dado pelo SP_e/SQ_e onde SP_e é a soma dos produtos residuais da análise de covariância e SQ_e é a soma de quadrados residual da análise de variância do estande. A presente correção foi efetuada a nível de totais de parcela segundo a fórmula:

$$P_c = P_o - b (S - N), \text{ onde:}$$

P_c : peso de campo corrigido para estande ideal de 25 plantas.

P_o : peso de campo observado.

b : coeficiente de regressão linear do peso das espigas em relação às variações de estande com base em cada parcela de cada tratamento.

N : estande ideal.

S : estande observado.

Assim, as espigas colhidas de cada parcela eram despalhadas e pesadas. Os valores submetidos às correções de umidade e estande correspondem ao rendimento de espiga por parcela RE.

Amostras ao acaso, da primeira espiga, foram retiradas de quatro a cinco plantas competitivas da parcela. De cada espiga, devidamente identificada, em relação à planta que lhe deu origem, foram anotados os seguintes caracteres; peso de espiga (PE), peso de grãos (PG), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), peso de 100 grãos (P100), número de grãos por fileira (GF), número de fileiras de grãos por espiga (NF) e diâmetro de sabugo (DS), descritos como se segue:

Peso de espigas (PE): Foi efetuado em espigas despalhadas. O PE, em gramas, foi obtido através de uma balança de marca Toledo, com capacidade máxima de 5kg e sensibilidade a nível de gramas.

Comprimento de espiga (CE): De cada uma das k espigas retiradas dentro da parcela foi medido o CE em cm. Considerou-se como CE toda a extensão do sabugo, independente da presença ou não de grãos na base ou extremidade. A medida foi feita utilizando uma régua com cursor e escala milimétrica, especialmente confeccionada para as determinações de CE, DE e DS.

Diâmetro de espiga (DE): Imediatamente após a determinação do CE media-se o diâmetro da espiga, em cm, usando a régua já descrita. Considerando a forma cônica da maioria das espigas, e portanto o diâmetro diminuindo da base para a ponta da espiga, considerou-se o diâmetro mediano como o representativo de cada espiga.

Número de grãos por fileiras (GF) e número de fileiras de grãos por espiga (NF): Após medir o comprimento e diâmetro, contou-se o GF e NF para cada espiga.

Peso de grãos (PG): As espigas foram debulhadas e os grãos pesados na mesma balança e com a mesma unidade (g), usados na avaliação do PE.

Peso de 100 grãos (P100): Foram tomados ao acaso 100 grãos de cada espiga, os quais foram pesados da mesma forma que se fez para PE.

Diâmetro de sabugo (DS): O DS foi avaliado usando a mesma régua, igual unidade e idênticos critérios da determinação do DE.

3.2.2.2. Análise de laboratório

Teor de óleo (TO): Das mesmas espigas, amostradas nas parcelas, conforme descrição no item anterior (3.2.2.1. Campo), obteve-se amostras de 20 grãos para a determinação do teor de óleo. Empregou-se o método de extração por solvente, usando n-hexano, um extrator tipo Soxhlet (TOSELLO, 1978 e BIANCO, 1984).

De forma semelhante ao item anterior, manteve-se a estrutura de látice, com as observações dentro das parcelas.

3.2.3. Análise estatístico-genética

As análises estatísticas basicamente foram de dois tipos, análise de variância e análise de covariância. A execução destas análises foi feita da seguinte forma: inicialmente eram calculadas a média dos tratamentos e a variância dentro de cada tratamento de

um dado látice e população (isto é, nos casos em que havia observações dentro). A variância dentro posteriormente era indexada na análise do delineamento I (COMSTOCK & ROBINSON, 1948). Em seguida procedia-se a análise de variância de cada látice individualmente, desta forma obtendo-se o valor do erro efetivo médio que era usado na análise do delineamento I.

Após a análise individual de todos os experimentos (quatro por populações) para uma característica em uma população, foi feito um agrupamento. O quadro de análise de variância agrupada do delineamento I tem como grau de liberdade e soma de quadrados a somatória dos graus de liberdade e somatória da soma dos quadrados das análises individuais, respectivamente. De uma forma semelhante foi feito o agrupamento para o cálculo da variância dentro.

No desdobramento dos tratamentos em machos e fêmeas/machos (delineamento I), todas as vezes que havia somente uma fêmea por macho, impossibilitando assim o cálculo da variância de fêmea/macho ($\hat{\sigma}_{f/m}^2 = 0$), o tratamento era eliminado, explicando-se assim a não correspondência do número total de tratamentos que constam dos quadros de análises com aqueles inicialmente avaliados em campo.

Foram feitas todas as análises de covariância possíveis dos caracteres RE e TO, ou seja, estudou-se a covariância de cada um destes dois caracteres com todos os outros avaliados neste trabalho, perfazendo um total de 42 análises de covariância agrupadas para as duas populações.

As análises de covariâncias foram executadas e agrupadas de maneira idêntica às análises de variância.

3.2.4. Análises de variância

Nas análises de variâncias feitas inicialmente para látice (COCHRAN & COX, 1957), empregou-se o seguinte modelo matemático.

$$Y_{ijkl} = u + t_i + r_k + b_{j(k)} + e_{ij(k)} + d_{l(ijk)},$$

onde:

Y_{ijk} = observação relativa ao indivíduo l , do tratamento i , no bloco j da repetição k .

u = média geral.

t_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, I$).

r_k = efeito da repetição k ($k = 1, 2, \dots, K$).

$b_{j(k)}$ = efeito do bloco j , dentro da repetição k ($j = 1, 2, \dots, J$).

$e_{ij(k)}$ = erro experimental associado à parcela ij , dentro da repetição k .

$d_{l(ijk)}$ = efeito concernente ao indivíduo l , da parcela ijk ($l = 1, 2, \dots, L$).

Com exceção da média geral, todos os efeitos foram considerados como aleatórios tendo-se as seguintes esperanças matemáticas:

$$E(t_i) = E(r_k) = E[b_{j(k)}] = E[e_{ij(k)}] = 0;$$

$$E(t_i^2) = \sigma_t^2; E(r_k^2) = \sigma_r^2; E[b_{j(k)}^2] = \sigma_b^2; E[e_{ij(k)}^2] = \sigma^2; \text{ sendo}$$

σ_t^2 = variância genética entre tratamentos.

σ_r^2 = variância ambiental entre repetições.

σ_b^2 = variância ambiental entre blocos dentro de repetições.

σ^2 = variância do erro experimental entre parcelas, dentro de blocos.

A fonte de variação dentro (caracteres avaliados planta a planta) foi estimada independente e posteriormente introduzida na análise.

As análises de variâncias para todos os caracteres foram efetuadas com a média de parcela, à exceção do RE que foi feita com totais de parcelas.

Os tratamentos foram posteriormente desdobrados de acordo com o delineamento I (COMSTOCK & ROBINSON, 1948). Nas análises de variâncias deste delineamento empregou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + m_i + f_{j(i)} + r_k + e_{ij(k)} \text{ onde:}$$

u = média geral

m_i = efeito do macho i ($i = 1, 2, \dots, m$)

$f_{j(i)}$ = efeito da fêmea; no macho i ($j = 1, 2, \dots, f$).

r_k = efeito da repetição k ($k = 1, 2, \dots, K$)

$e_{ij(k)}$ = erro experimental associado à parcela do cruzamento do macho i com a fêmea j , dentro da repetição k .

Da mesma forma já mencionada, com exceção da média geral, todos os efeitos foram considerados como aleatórios.

Na Tabela 1, encontram-se as esperanças matemáticas dos quadrados médios da análise de variância do delineamento I, acrescido da variância dentro (σ_d^2). Este modelo de quadro de análise de variância foi usado para as análises individuais e agrupadas para todos os caracteres das duas populações.

Partindo-se do pressuposto de que estimativas das variâncias individuais, dentro de parcelas, de maior magnitude possam estar associadas a erros experimentais (variações quanto a fertilidade do solo, incidências de pragas e doenças, erros de leitura em análise de laboratório, entre outros fatores), decidiu-se pela eliminação de tais estimativas com vistas a uma avaliação mais precisa dos quadrados médios dentro de parcelas. A eliminação de algumas variâncias dentro, parte do princípio de SQ_d/σ^2 populacional, obtidos a partir de amostras aleatórias obedecem a distribuição de qui-quadrado χ^2 (SNEDECOR & COCHRAN, 1967 e ROHATGI, 1976). Deste modo, deliberou-se arbitrariamente excluir as estimativas com valores mais elevados, situados na porção final da cauda da distribuição de χ^2 , correspondente a 1% da área total, conforme o proposto por SOARES FILHO (1987).

TABELA 1 – Esperanças matemáticas dos quadrados médios das análises de variâncias^a segundo o delineamento I ao nível de média de parcelas.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	$E(Q.M.)_1$	$E(Q.M.)_2$	F
Repetições	-	-			
Machos	g_1	Q_1	$\sigma_d^2/K + \sigma_e^2 + K_1 \sigma_{t/m}^2 + K_2 \sigma_m^2$	$\sigma^2 + K_1 \sigma_{t/m}^2 + K_2 \sigma_m^2$	Q_1/Q_2
Fêmeas/machos	g_2	Q_2	$\sigma_d^2/K + \sigma_e^2 + K_1 \sigma_{t/m}^2$	$\sigma^2 + K_1 \sigma_{t/m}^2$	Q_2/Q_3
Erro efetivo médio	g_3	Q_3	$\sigma_d^2/K + \sigma_e^2$	σ^2	
Dentro	g_4	Q_4	σ_d^2		

^aAnálises considerando a presença $E(Q.M.)_1$ e a ausência $E(Q.M.)_2$ da fonte de variação dentro.

Na tabela das esperanças dos quadrados médios os coeficiente r (repetição) e f (número de fêmeas por machos) do delineamento i foram substituídos por K_1 e K_2 , devido ao desbalanceamento ou diferentes números de fêmeas por machos. As estimativas dos valores de K_1 e K_2 foram obtidas segundo o procedimento VARCOMP DO SAS PC Versão 60.3 para Nested design (SAS INSTITUTE, 1988), sendo K = número de plantas avaliadas por parcela (peso de espigas K = estande ideal; demais caracteres $K = k_h$ ou seja a média harmônica do número de plantas avaliadas por parcela).

Da Tabela 1 serão estimados:

$$\hat{\sigma}_m^2 = (Q_1 - Q_2)/K_2: \text{variância genética entre machos.}$$

$$\hat{\sigma}_{f/m}^2 = (Q_2 - Q_3)/K_1: \text{variância entre fêmeas dentro de machos.}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_3 - Q_4/K: \text{variância do erro ao nível de parcelas.}$$

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_4: \text{variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas.}$$

A interpretação genética dos componentes de variância é a seguinte (COMSTOCK & ROBINSON, 1948):

$$\hat{\sigma}_m^2 = (1/4) \hat{\sigma}_A^2$$

$\hat{\sigma}_{f/m}^2 = (1/4) \hat{\sigma}_A^2 + 1/4 \hat{\sigma}_D^2$. Assim, foram estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos como se segue, (COMSTOCK & ROBINSON, 1948 e HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981):

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \hat{\sigma}_m^2: \text{variância genética aditiva.}$$

$$\hat{\sigma}_D^2 = 4(\hat{\sigma}_{f/m}^2 - \hat{\sigma}_m^2): \text{variância genética dominante.}$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2: \text{variância fenotípica ao nível de plantas.}$$

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = Q_1/K_2$: variância fenotípica entre médias de progênies de meios irmãos. Vale ressaltar que o valor médio obtido para um macho equivale ao de uma progênie de meio irmão, sendo este resultante da média das médias de progênies de irmãos germanos, provenientes do cruzamento daquele macho com j fêmeas. A mesma consideração deverá ser feita para os cálculos da herdabilidade ao nível de médias de progênies de meios irmãos (h_x^2) do progresso esperado com a seleção de famílias de meios irmãos (Gs_2) e nos estudos de covariância.

$$\hat{h}^2 = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_F^2: \text{herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas.}$$

$$\hat{h}_x^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2: \text{herdabilidade no sentido restrito, ao nível de médias de progênies de meios irmãos.}$$

A partir destas estimativas foram obtidos os seguintes parâmetros:

a) Coeficiente de variação genética (em termos de progênes de meios irmãos).

$$CVg \% = 100 \times \hat{\sigma}_p / u$$

onde u: média

$\hat{\sigma}_p$: raiz quadrada da variância de progênes de meios irmãos.

b) Coeficiente de variação experimental

$$CVe \% = 100 \times \sqrt{Q_3} / u$$

c) Índice de variação genética

$$b = CVg \% / CVe \%$$

Os progressos esperados foram obtidos conforme as expressões dadas por VENCOVSKY (1987).

$$d) Gs_1 = i(1/2) \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_F$$

Gs_1 : progresso esperado com seleção massal em um só sexo.

i : diferencial de seleção standardizado correspondente a uma intensidade de seleção de 10% (i = 1,7555).

$\hat{\sigma}_F$: desvio padrão fenotípico entre plantas.

$$e) Gs_2 = i'(1/4) \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_{\bar{F}}$$

Gs_2 : progresso esperado com seleção entre famílias de meios irmãos, com sementes remanescentes.

i' : diferencial de seleção standardizada correspondente a uma intensidade de seleção de 20% (i = 1,3998).

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}$: desvio padrão fenotípico entre médias de famílias de meios irmãos.

3.2.5. Análises de covariância

As análises de covariância foram efetuadas a partir de análises de variância, mediante a aplicação do método apresentado por KEMPTHORNE (1966), o qual compreende, além da análise de cada caráter individualmente, uma análise de variância dos caracteres somados dois a dois. Os produtos médios entre caracteres resultam dos quadrados mé-

dios das análises de variâncias realizadas, segundo processo dado a seguir.

	Quadrados médios(QM)	Produtos médios (PM)
Machos	$QMm_x \quad QMm_y \quad QMm_s$	$PMm_{x,y} = 1/2(QMm_s - QMm_x - QMm_y)$
Femeas/machos	$QMf/m_x \quad QMf/m_y \quad QMf/m_6$	$PMf/m_{x,y} + 1/2(QMf/m_s - QMf/m_x - QMf/m_y)$
Erro efetivo médio	$QMe_x \quad QMe_y \quad QMe_s$	$PMe_{x,y} = 1/2 (QMe_s - QMe_x - QMe_y)$

onde:

x e y = caracteres em estudo

s = x + y.

Com relação às combinações entre caracteres avaliados a partir de números diferentes de indivíduos por parcelas, como foi o caso entre o rendimento de espiga (n = estande ideal da parcela) e os demais caracteres ($n \leq 5$ plantas), em razão das análises de covariância terem sido realizadas ao nível de médias de parcelas, considerou-se para n o tamanho da amostra relativa ao caráter mensurado com base no maior número de indivíduos (RE), segundo demonstrado por GERALDI *et alii* (1978).

Em relação às demais combinações, devido às variações no tamanho das amostras obtidas dentro de parcelas, decorrentes de problemas de estande ; estabeleceu-se para K o valor correspondente à média harmônica dos números de plantas compreendidas por tais amostras relativamente a cada par de caracteres (k_h).

O agrupamento das análises de covariância foi feito de forma idêntica ao efetuado para análise de variância. Ou seja, analisava-se a covariância entre duas característi-

cas em uma população, segundo o delineamento I, para cada látice e posteriormente fazia-se o agrupamento como descrito para a análise de variância (Tabela 2).

TABELA 2 – Esperanças matemáticas para os produtos médios das análises de covariâncias segundo o delineamento I, no nível de médias de parcelas.

Fonte de variação	G.L.	P.M.	E(P.M.)
Machos	g ₁	P ₁	$COV_e + K_1 COV_{f/m} + K_2 COV_m$
Fêmeas/machos	g ₂	P ₂	$COV_e + K_1 COV_{f/m}$
Erro efetivo médio	g ₃	P ₃	COV_e

Os valores de K_1 e K_2 foram calculados de forma semelhante àquela da análise de variância, considerando o envolvimento de duas variáveis.

Da análise de covariância foram estimados os seguintes parâmetros:

$CÔV_m = (P_1 - P_2)/K_2$: covariância genética entre os caracteres ao nível de machos.

$CÔV_{f/m} = (P_2 - P_3)/K_1$: covariância genética entre caracteres ao nível de fêmeas dentro de machos.

$CÔV_e = P_3$: covariância ambiental entre caracteres ao nível de parcelas.

A interpretação genética dos componentes de covariância entre caracteres (COMSTOCK & ROBINSON, 1948 e HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981) foi a seguinte:

$$CÔV_m = 1/4 \text{ } CÔV_A$$

$CÔV_{f/m} = 1/4 \text{ } CÔV_A + 1/4 \text{ } CÔV_D$. Assim serão estimados os seguintes parâmetros:

$CÔV_A = 4CÔV_m$: covariância genética aditiva.

$CÔV_D = 4(CÔV_{f/m} - CÔV_m)$: covariância genética dominante.

$CÔV_F = P_1/K_2$: covariância fenotípica entre médias de progênies de meios irmãos.

A partir destas estimativas, foram obtidas as correlações genéticas e fenotípicas de acordo com a metodologia relatada por FALCONER (1964) e KEMPTHORNE

(1966), conforme apresentada a seguir:

a) $r_{A(x,y)} = \text{CÔV}_{A(x,y)} / \hat{\sigma}_{Ax} \cdot \hat{\sigma}_{Ay}$: correlação genética aditiva entre pares de caracteres.

b) $r_{F(x,y)} = \text{CÔV}_{F(x,y)} / \hat{\sigma}_{\bar{F}_x} \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}_y}$: coeficiente de correlação fenotípica entre médios de famílias de meios irmãos.

Conforme os procedimentos apresentados por FALCONER (1964), a expressão utilizada para estimar as respostas correlacionadas é a seguinte:

$R_{(y/x)} = i' \cdot 1/4 \text{CÔV}_{A(x,y)} / \hat{\sigma}_{\bar{F}_x}$: resposta correlacionada esperada no caráter y quando a seleção é praticada em x, entre médias de famílias de meios irmãos.

i' : já definido em Gs_2 .

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_x}$: desvio padrão fenotípico entre médias de famílias de meios irmãos para o caráter x.

3.2.6. Distribuição de frequências das médias dos caracteres

Para todas as características estudadas, determinou-se a amplitude de variação (maior e menor valor avaliado), a média geral e o número de médias avaliadas. Em seguida determinou-se o intervalo de confiança segundo STEEL & TORRIE (1960), da seguinte forma:

$$IC = \bar{X} \pm t S_{\bar{X}}$$

$\bar{X}$: média geral observada para cada caráter.

t: valor tabelado de t a 5% de probabilidade, de acordo com os graus de liberdade.

$S_{\bar{X}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{ti}^2 / r}$: erro padrão da média.

$\hat{\sigma}_{ti}^2$: estimativa da variância dos tratamentos na análise inicial dos látices.

r = número de repetições;

Finalmente traçou-se o polígono de frequência das médias de cada caráter.

3.2.7. Precisão das estimativas

A precisão das estimativas dos componentes da variância $V(\hat{\sigma}_A^2)$, $V(\hat{\sigma}_D^2)$, $V(\hat{\sigma}_e^2)$ e $V(\hat{\sigma}_d^2)$ foi calculada conforme a metodologia de VELLO & VENCOVSKY (1974) e HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981) a partir dos quadrados médios e estimativas de variâncias através das seguintes relações:

$$1) V(\hat{\sigma}_A^2) = \frac{16 \times 2}{(K_2)^2} \left[\frac{Q_1}{(g_1+2)} + \frac{Q_2}{g_2+2} \right] : \text{Variância da variância aditiva}$$

$$2) V(\hat{\sigma}_D^2) = \frac{16 \times 2}{(K_1)^2} \left[\frac{Q_2^2}{g_2+2} + \frac{Q_3^2}{g_3+2} + \frac{1}{(K_2/K_1)^2} \left(\frac{Q_1^2}{g_1+2} + \frac{Q_2^2}{g_2+2} \right) \right] :$$

Variância da Variância de dominância.

$$3) V(\hat{\sigma}_e^2) = \frac{2}{K^2} \left[\frac{Q_3^2}{g_3+2} + \frac{Q_4^2}{g_4+2} \right] : \text{Variância da variância do erro efetivo médio.}$$

$$4) V(\hat{\sigma}_d^2) = \frac{2 Q_4^2}{(g_4 + 2)} : \text{Variância da variância fenotípica entre plantas dentro de progênies.}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Médias populacionais

Os caracteres peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), peso de 100 grãos (P100), número de fileiras de grãos da espiga (NF), número e grãos por fileira (GF), diâmetro da espiga (DE), diâmetro do sabugo (DS), juntamente com a prolificidade constituem-se nos principais componentes do rendimento de espiga (RE).

Os valores médios obtidos para PE, PG, DE, DS, AP e AE (Tabela 3) na população Piranão VD-2 foram superiores e mais precisos (menor intervalo de confiança), do que aqueles observados por SOARES FILHO (1987) para a mesma população. Comparando os resultados obtidos pelo mesmo autor para a população Piranão VF-1 B com aqueles da Piranão VF-1, tem-se que esta última população apresentou menores valores para PE, PG, AP e AE, idêntico valor de DS e maior valor de DE em relação a Piranão VF-1 B.

As alturas de planta e de espiga apresentadas pelas testemunhas Ag 352-B e DEK XL 540 foram, respectivamente, 159,38cm e 86,11cm e 168,61cm e 86,00cm, enquanto os respectivos valores das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 foram 161,68cm e 83,96cm e 167,17cm e 88,26cm.

Apesar dos resultados evidenciando uma maior AP e AE da população Piranão VD-2 em relação à Piranão VF-1 (SOUZA Jr., 1981; SOUZA Jr., & ZINSKY, 1981; PATERNIANI *et alii*, 1982 e CASTRO, 1983), os valores obtidos para estes caracteres (Tabela 3), embora próximos, mostram uma pequena superioridade na AP e AE da população Piranão VF-1. Esta alteração pode ter sido uma consequência do melhoramento para teor de óleo feita nestas populações.

Trabalhando com a população ESAKQ-PB1, SANTOS (1985) observou valores inferiores de PE, PG, CE e DE, intermediários de GF e superiores de NF e DS em relação as duas populações usadas neste estudo.

Os valores médios de 32,36g para peso de 100 grãos obtidos na população Piranão VD-2 foram superiores àqueles observados por ZIMBACK (1985) para milho opaco e idênticos aos valores da testemunha (ESALQ-VD) usada pelo autor. A população Piranão VF-1 (com P100 igual a 29,05g) no entanto, apresentou valores próximos aos observados pelo mesmo autor para o composto braquítico VD opaco.

Nas Figuras 1-12 encontram-se as distribuições de médias para os 12 caracteres avaliados. Com exceção de NF e DE da população Piranão VD-2, todas as demais curvas aproximam-se bastante de uma curva de distribuição normal padrão.

Somente os caracteres RE, AP, AE e TO foram avaliados nas testemunhas Ag 352-B e DEK XL 540 e os valores médios obtidos foram comparados àqueles observados nas populações estudadas.

Devido a importância atribuída ao caráter teor de óleo neste trabalho; sempre que possível ele será discutido separadamente, de uma forma comparativa com os resultados obtidos na literatura. Os demais caracteres independente de sua maior ou menor importância serão considerados de forma global, sem se ater a detalhes de estimativas individuais.

4.1.1. Médias populacionais para caracteres da planta

Encontram-se na Tabela 3 os valores médios obtidos para os caracteres RE, PE, PG, P100, NF, GF, DE, CE, DS, AP, AE e os respectivos intervalos de confiança (IC) a 5% de probabilidade, referentes às duas populações avaliadas.

O rendimento de espigas apresentado pela população Piranão VD-2 foi de 8,0151 kg/5m², o que corresponde a 16,03 t/ha de espigas ou 13,16 t/ha de grãos (eliminando o peso de sabugo obtido para esta população). A população Piranão VF-1 apresentou rendimento de 6,7178 kg/5m², correspondente a 13,44 t/ha de espigas ou a 10,89 t/ha de grãos. Comparando o RE das populações com aqueles obtidos pelas testemunhas, observa-se que a população Piranão VD-2 apresentou rendimento médio ligeiramente superior aos 7,9993 kg/5m² apresentado pelo Ag 352-B e pouco inferior aos 8,2033 kg/5m² da DEK XL 540, enquanto a população Piranão VF-1 apresentou rendimento inferior ao das duas testemunhas. Uma vez que os dois híbridos usados são materiais comerciais, verifica-se a boa performance das duas populações em relação ao rendimento.

Considerando o maior rendimento da população Piranão VD-2 em relação à população Piranão VF-1, era de se esperar que os componentes do RE também obedecessem esta ordem. Realmente, a população Piranão VD-2 apresentou maiores médias para PE, PG, P100, GF e DF do que a Piranão VF-1, no entanto esta última população teve um idêntico CE e uma maior média de NF em relação a Piranão VD-2.

O fato de DE não apresentar uma distribuição mais próxima da normal pode ser devido talvez a unidade de mensuração (cm) empregada em sua determinação. A utilização de mm talvez fosse mais recomendável por permitir que a distribuição dos dados pudesse ser estabelecida com maior precisão, logrando assim um melhor ajuste em relação à curva normal. A descontinuidade ocorrida na curva para o caráter NF, talvez possa ser explicada pela distribuição discreta e pela não ocorrência de valores ímpares de número de fileiras de grãos. Distribuição irregular (que se afasta da normal) foi também observada para NF por SANTOS (1985) na população ESALQ PB1 e nos cruzamentos ESALQ PB1 x Cravo e ESALQ-PB1 x Entrelaçado.

Para os caracteres CE e DS das duas populações nota-se uma similaridade nas médias (Tabela 3), assim como nas suas curvas de distribuições e amplitudes de variação (Figuras 9-10). As maiores discrepâncias entre curvas de distribuições e amplitude de variações nas duas populações ocorreu nos caracteres RE, PE, PG e AP (Figuras 2,3,4 e 11).

4.1.2. Médias populacionais para teor de óleo

Apesar do maior rendimento apresentado pela população Piranão VD-2, esta apresentou um teor de óleo médio inferior ao da Piranão VF-1 (Tabela 3). Estudando o potencial genético para teor de óleo da semente, nestas mesmas populações, BIANCO (1984) obteve valores de 4,62% para a Piranão VD-2 e de 4,68% para a Piranão VF-1, portanto inferiores àqueles obtidos neste trabalho. A diferença entre as médias do teor de óleo das duas populações acentuou-se com a intensificação do processo de melhoramento para óleo das populações, haja vista o maior valor desta diferença obtido neste estudo em relação àquele conseguido por BIANCO (1984).

O menor valor obtido para TO em milho foi de 1,2% na linhagem "Illinois Low Oil" após 87 gerações de seleção para baixo teor de óleo, enquanto o valor mais elevado foi de 21,3% observado na "Illinois High Oil" (ALEXANDER, 1988); valores em torno de 17% de óleo, foram obtidos por MISEVIC & ALEXANDER (1989) após 24 ciclos de seleção no sintético Alexho. Apesar destes extremos apresentados, os teores de óleo obtidos na maioria dos trabalhos variam de 4-9%, como pode ser constatado na Tabela 3 – Apêndice. A Piranão

VD-2 com 4,62% de óleo (BIANCO, 1984) e a ESALQ VF-1 (embrião grande) com 6,21% de óleo (ZANOTTO, 1986) foram respectivamente as populações com menor e maior teor de óleo entre as populações de alto óleo avaliadas no Departamento de Genética da ESALQ. Enquanto as testemunhas Ag-352-B e DEK XL 540 apresentaram respectivamente 4,63 e 4,48% de óleo, o TO médio da população Piranão VD-2 foi de 4,79% e da Piranão VF-1 foi de 5,06%. Apesar de ter rendimentos de espigas comparáveis aos híbridos comerciais, as populações avaliadas apresentam teor de óleo bem superior.

Embora seja possível aumentar o teor de óleo de qualquer população de milho, o procedimento às vezes não é economicamente viável, uma vez que altas concentrações em óleo invariavelmente estão associadas a baixos rendimentos de espiga.

A Figura 1 mostra a curva de distribuição das médias para o teor de óleo nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Por esta figura, constata-se que as duas populações apresentaram distribuição de médias e amplitudes de variação semelhantes, embora a sua média geral tenha sido diferente.

4.2. Considerações sobre o Delineamento I

O delineamento I subentende-se como delineamento estatístico de efeitos aleatórios. Além de fornecer estimativas de variância aditiva e de variância de dominância, ele permite ainda estimar a capacidade geral de combinação dos machos. Para que o modelo básico do delineamento seja atendido são necessárias as condições: herança diplóide, ausência de epistasia e equilíbrio de Hardy-Weinberg e de ligação (COMSTOCK & ROBINSON, 1952). Este delineamento apresenta dois inconvenientes: 1) alta frequência de estimativas de variâncias negativas, principalmente variância de dominância; 2) imprecisão na estimativa da variância de dominância, uma vez que o erro padrão associado a este parâmetro é sempre grande devido à função complexa usada no seu cálculo (COMSTOCK & ROBINSON, 1952; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981; BRIDGES & KNAPP, 1987).

O uso do delineamento I tem levado à obtenção de estimativas de variância de dominância negativas para todos os caracteres da planta (LINDSEY *et alii*, 1962; GOODMAN, 1965; WILLIAMS *et alii*, 1965; EBERHART *et alii*, 1966; HALLAUER & WRIGHT,

1967). A ocorrência de estimativas de variâncias aditivas negativas é bem menor e tem sido verificada somente para alguns caracteres (WILLIAMS *et alii*, 1965; MARQUEZ-SANCHEZ & HALLAUER, 1970; BRIDGES & KNAPP, 1987).

As principais causas atribuídas à obtenção de variâncias negativas são: 1) uso inadequado do delineamento experimental; 2) inadequação do sistema de amostragem; 3) ordenação dos cruzamentos; 4) reduzido número de fêmeas por machos em caracteres com baixa herdabilidade (LINDSEY *et alii*, 1962; MARQUEZ-SANCHEZ & HALLAUER, 1970; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981 e BRIDGES & KNAPP, 1987).

Apesar de todos estes inconvenientes o delineamento I é usado com mais frequência do que o delineamento II de Comstock e Robinson, principalmente devido a facilidade de obtenção dos acasalamentos.

4.3. Potencial das populações para o melhoramento

Na análise agrupada, foi eliminado um látice 10 x 10 da população Piranão VD-2, por apresentar valores de CVe% não compatíveis com os demais látices, bem como por fornecer estimativas de variâncias negativas para a maioria dos caracteres avaliados. Assim esta análise foi efetuada atendendo a observância da regra de Box (GOMES, 1976) a qual estabelece que em tais situações o valor do quadrado médio residual de maior magnitude nunca deve exceder ao daquele de menor tamanho de 3 a 4 vezes.

Nas Tabelas 4 e 5, onde são apresentados os valores de significância dos quadrados médios de 12 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, observa-se que o F para machos foi significativo somente para os caracteres TO, P100 e CE, enquanto a significância de F para fêmeas/machos ocorreu para os caracteres TO, NF, DE, CE, DS, AP e AE da população Piranão VD-2. Considerando que o F para fêmeas/machos é o resultado da razão $QM_{f/m}/QM_e$ e que o F para machos resulta da razão $QM_m/QM_{f/m}$ conclui-se que os valores de QM_m são baixos em relação aos demais quadrados médios, o que resultará na obtenção de baixas variâncias aditivas.

Uma vez que o F para machos do caráter RE não foi significativo espera-

va-se que um ou mais caracteres componentes do RE assim também o fossem (Tabela 4), isto, no entanto, não explica os valores de F não significativos obtidos para AP e AE.

Ao contrário do que ocorreu na população Piranão VD-2, na Piranão VF-1 todos os caracteres, com exceção da AP, GF e CE apresentaram F de machos significativo e o F de fêmeas/machos também significativo para todos caracteres, exceto AE (Tabela 5).

Apesar do RE ter sido avaliado em toda parcela (estande ideal) e seus componentes em amostras dentro de parcelas ($n \leq 5$ plantas) houve uma total coincidência entre o rendimento de espiga e seus principais componentes (PE e PG) quanto a significância de F.

A população Piranão VD-2, com F de machos não significativos para a maioria dos caracteres, apresentou F de machos para teor de óleo significativo a 1% de probabilidade, enquanto a Piranão VF-1, que teve F de machos altamente significativo (1% de probabilidade) para RE e seus componentes, teve F de machos para teor de óleo somente significativo a 5% de probabilidade. O estágio do melhoramento do TO e do RE das duas populações talvez explique os valores médios alcançados por estes caracteres e seu nível de significância de F.

4.3.1. Coeficientes de variação experimental (CVe%), genética (CVg%) e índice de variação ($b = CVg\% / CVe\%$) para caracteres da planta

Conforme mencionado anteriormente, o caráter RE está estreitamente relacionado aos caracteres PE e PG, que são seus principais componentes. Também já foi dito que as amostras para RE foram tomadas em toda parcela que, com a correção do estande tinha 25 plantas (estande ideal), enquanto PE e PG foram avaliados em amostras de aproximadamente cinco plantas ($n \leq 5$). A amostragem de toda parcela associada à correção do estande na avaliação do RE resultou na obtenção de CVe% para este caráter inferior àqueles obtidos para PE e PG.

O CVe% obtido para um caráter na população Piranão VD-2 foi praticamente o mesmo obtido para este caráter na população Piranão VF-1 (Tabelas 4 e 5). Comparando

estes valores de CVe% com as médias obtidas na literatura para os mesmos parâmetros e caracteres, tem-se que o RE e CE tiveram CVe% inferiores, NF, GF, DE e DS apresentaram valores idênticos, enquanto P100, AP e AE assumiram valores superiores aqueles médios que constam da Tabela 13 - Apêndice.

Apesar dos CVe%'s apresentados pela AP e AE nas duas populações estudadas serem superiores à média da Tabela 13 - Apêndice, eles não ultrapassaram o valor superior da amplitude de variação observada para este parâmetro nos diversos trabalhos. No entanto, este limite foi ultrapassado em 29% pelo CVe% do caráter P100.

À semelhança do que foi determinado no presente trabalho, cabe mencionar RISSI (1980) que chamou a atenção para o fato de que habitualmente o caráter AE apresenta CVe% superior a AP tanto em materiais normais quanto naqueles braquíticos, não obstante as mensurações destes caracteres provirem de um mesmo conjunto de plantas.

A análise comparativa dos valores dos coeficientes de variação experimental para caracteres da planta das duas populações empregadas neste estudo, com as correspondentes médias de CVe%, obtidas para os mesmos caracteres em outras populações (Tabela 13 - Apêndice), leva a concluir que, de um modo geral, os experimentos tiveram uma precisão de média a alta.

Tendo-se em vista que os coeficientes de variação experimental normalmente diferem entre os distintos caracteres e condições experimentais e considerando o fato de que o coeficiente de variação genética tem sua magnitude influenciada pela média do caráter ou caracteres que se esteja considerando, Vencovsky (1975), citado por GERALDI (1977), e RAMALHO (1977), sugere que a comparação da variabilidade genética de um dado caráter entre diferentes populações, bem como entre diversos caracteres ao nível de uma mesma população ou conjunto de populações, seja efetuado através do Índice de variação ou coeficiente b , que dá a proporção da variância genética entre progênies em relação ao erro residual, além de eliminar a influência da média populacional nas comparações a serem realizadas. Conforme mencionado em material e métodos, considerou-se para o cálculo de CVg% a variância de famílias de meios irmãos, ou seja, considerou-se $1/4$ da variância aditiva.

Para os caracteres GF e DE da população Piranão VD-2 não foi possível estimar os parâmetros CVg% e b, devido aos valores negativos obtidos para variância de machos. Os demais caracteres da população Piranão VD-2, com exceção de CE e AE, também apresentaram valores CVg% e b inferiores aos da Piranão VF-1. O coeficiente de variação genética do CE e o Índice de variação do CE e AP da população Piranão VD-2 foram superiores àqueles parâmetros dos mesmos caracteres da Piranão VF-1.

Em relação ao coeficiente de variação genética, SAMPAIO (1986) relacionou um total de 41 estimativas relativas ao rendimento de grãos de diferentes variedades de milho, encontrando-se as mesmas compreendidas entre os limites de 3,4 e 21,0%, com uma média de 8,0%. Estes valores em sua maioria inferiores a 10,0%, ao serem confrontados com os da Tabela 4 e 5 evidenciam o baixo CVg% para RE da população Piranão VD-2, enquanto a população VF-1 apresentou valor médio para este parâmetro.

Em levantamento bibliográfico apresentado por SAMPAIO (1986) envolvendo 38 estimativas referentes ao rendimento de grãos de várias populações de milho, os valores dos Índices de variação estiveram entre os limites de 0,22 a 0,92 com uma média de 0,49. Os resultados obtidos para b, nas duas populações enquadram-se neste intervalo. O valor do Índice de variação da população Piranão VF-1 é praticamente igual a média obtida pelo autor.

De uma forma geral, todos os caracteres da população Piranão VD-2 apresentaram valores b de médio a baixos, enquanto os Índices de variação da população Piranão VF-1 assumiram valores médios em relação aos observados na literatura.

4.3.2. Coeficientes de variação experimental (CVe%), genética (CVg%) e Índice de variação ($b = CVg\% / CVe\%$) para teor de óleo

Os valores de 5,97% e 5,40% obtidos para os coeficientes de variação experimental, respectivamente para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, foram idênticos àqueles obtidos por BIANCO (1984) para as mesmas populações. Em média, os coeficientes de variação experimental para teor de óleo obtidos em outros trabalhos foram superiores aos calculados para as duas populações (MORENO—GONZALES *et alii*, 1975; MI-

RANDA *et alii*, 1976; TOSELLO & GERALDI, 1980a; ZIMBACK, 1985 e ZANOTTO, 1986), embora KINOSHITA & PATERNIANI (1973) tenham obtido CVe% inferior aos observados neste estudo.

A população Piranão VD-2 apresentou CVg% duas vezes maior do que aquele apresentado pela Piranão VF-1. Uma vez que as duas possuem CVe% próximos, daí o valor b da Piranão VD-2 ser superior ao da Piranão VF-1. A média de Índice de variação obtida de oito populações da Tabela 3 - Apêndice foi superior ao valor b da população Piranão VF-1 e inferior ao da Piranão VD-2 (Tabelas 4 e 5).

O coeficiente de variação experimental e o Índice de variação das duas populações comparados aos resultados obtidos por diferentes autores permite a afirmativa de que os CVe% para TO no presente estudo foram de médios a baixos e os valores de b de médios a altos.

4.3.3. Variâncias genéticas ambientais e fenotípicas para caracteres da planta

Entre as 48 estimativas de variâncias aditivas ($\hat{\sigma}_A^2$) e dominantes ($\hat{\sigma}_D^2$) das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 obtidas para 12 caracteres ocorreram sete com valores negativos. Os caracteres GF e DE da população Piranão VD-2 foram os únicos casos de $\hat{\sigma}_A^2$ negativa. Estimativas de $\hat{\sigma}_D^2$ negativas foram obtidas para os caracteres P100, GF das duas populações e AE da população Piranão VF-1 (Tabelas 6 e 7).

Várias são as hipóteses que poderiam explicar as estimativas negativas. A primeira e mais simples seria a de que os verdadeiros valores destas estimativas seriam algo próximo de zero e portanto, possível de ocorrer valores negativos, haja vista os pequenos valores das variâncias em relação aos seus próprios erros padrão. Em segundo lugar, deve-se considerar que uma das características do delineamento I é a frequente ocorrência de variância genética negativa (BRIDGES & KNAPP, 1987), fato que se acentua pela ordenação dos cruzamentos (LINDSEY *et alii*, 1962; MARQUEZ SANCHEZ & HALLAUER, 1970). A última hipótese é a de que o número de fêmeas por machos usada no delineamento I foi muito baixo. Assim, para os caracteres P100, GF, DE e AE que apresentaram variâncias negativas, são sugeridos respectivamente seis, seis, quatro e seis fêmeas por machos (MARQUEZ SANCHEZ & HAL-

LAUER, 1970), ao invés de três como empregado neste estudo.

Considerando os baixos valores da variância aditiva do caráter diâmetro da espiga obtidos em diferentes populações (Tabela 7 - Apêndice), a primeira hipótese é a mais adequada para explicar o valor negativo ocorrido. No caso do número de grãos por fileira a primeira situação não se aplica bem, uma vez que as estimativas dos $\hat{\sigma}_A^2$ deste caráter são bem maiores que a do DE (Tabela 10 - Apêndice). Devido a ocorrência sistemática de estimativas de $\hat{\sigma}_D^2$ negativas para P100 e dos baixos valores das estimativas da $\hat{\sigma}_D^2$ quando positivas (EL ROUBY & PENNY, 1967; MILLER *et alii*, 1981), pode se afirmar que o verdadeiro valor da variância de dominância deste caráter é muito baixo (próximo de zero), portanto os genes de ação dominante não são importantes para o peso de 100 grãos. Variâncias de dominância negativas, portanto consideradas iguais a zero, foram obtidas para o caráter GF nas duas populações avaliadas e por VARGAS *et alii* (1982) na população ZAC-58. Considerando a existência generalizada de variância de dominância diferente de zero para altura de espiga (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981; BENITEZ TORRES, 1986), a ocorrência pouco frequente de variâncias dominantes negativas para este mesmo caráter (MARQUEZ-SANCHEZ & HALLAUER, 1970 e VARGAS *et alii*, 1982) e levando-se em conta ainda que somente a população Piranão VF-1 apresentou $\hat{\sigma}_D^2$ negativa, as três hipóteses anteriormente levantadas poderiam explicar este fato. Tendo em vista que o caráter AP, estreitamente relacionado a AE, apresentou $\hat{\sigma}_D^2$ que não difere de zero, é lógico pensar que o verdadeiro valor da $\hat{\sigma}_D^2$ de AE da população Piranão VF-1 seja zero.

Apesar da involuntária sistematização dos cruzamentos e da impossibilidade de obtenção de maior número de fêmeas por machos a ocorrência de variâncias negativas foi baixa.

Independente do caráter e dos valores obtidos para $\hat{\sigma}_A^2$ e $\hat{\sigma}_D^2$, na maioria dos trabalhos levantados, a variância aditiva foi sempre maior que a variância de dominância (MOLL & ROBINSON, 1967; MARQUEZ-SANCHEZ & HALLAUER, 1970; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981; VARGAS *et alii*, 1982; VALOIS & MIRANDA FILHO, 1984 e BENITEZ TORRES, 1986).

A ausência do cálculo da $\hat{\sigma}_d^2$ para o caráter RE impediu a estimativa da variância fenotípica entre plantas e consequentemente da herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas (h^2) e do progresso esperado na seleção massal. No intuito de contornar o problema, GARDNER (1961), apoiando-se em conhecimentos de natureza empírica, sugeriu a possibilidade do emprego da relação $\hat{\sigma}_d^2 = 10 \hat{\sigma}_e^2$ nos casos específicos de rendimento de grãos, em que a fonte de variação entre plantas dentro de progênies fosse desconhecida. No entanto, QUEIROZ (1969) indicou como mais recomendável a relação $\hat{\sigma}_d^2 = 5 \hat{\sigma}_e^2$ em se tratando de pesquisas conduzidas sob condições experimentais peculiares às condições do Departamento de Genética /ESALQ-USP. Considerando que foram obtidas as variâncias fenotípicas entre plantas dentro de parcelas para PE e PG e que estes caracteres, juntamente com o número de espigas, são os principais componentes do RE, assim a herdabilidade a nível de plantas estimada para PE e PG dará uma idéia da h^2 que se obteria para RE.

Estimativas com maior precisão são aquelas (em tese) em que os caracteres, a priori, são reconhecidos por sua alta herdabilidade. Caracteres como RE e seus componentes principais, como o PE e PG, deveriam ser avaliados com maior número de plantas possíveis (AGUILAR MORAN, 1984 e SOARES FILHO, 1987), evitando-se casos de falta de precisão como o ocorrido para a variância aditiva do peso de espigas na população Piranão VD-2 (Tabela 6). Via de regra a precisão das estimativas de variâncias genéticas é relativamente baixa (VELLO & VENCOVSKY, 1974), exceção à variância fenotípica entre plantas dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$) onde a alta precisão de suas estimativas deve-se primeiro ao número elevado de graus de liberdade, e em segundo lugar, é que as mesmas provieram de quadrados médios únicos calculados independentemente das análises de variâncias, ao contrário de outras estimativas de variâncias primárias ($\hat{\sigma}_m^2$, $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ e $\hat{\sigma}_e^2$), que procederam de equações algébricas envolvendo um maior número de quadrados médios, estando sujeitos consequentemente a erros mais expressivos. Além disso, a eliminação dos quadrados médios, obtidos dentro da parcela, que se mostraram relativamente elevados e portanto poderiam estar associados a erros experimentais, contribuiu para a maior precisão da $\hat{\sigma}_d^2$.

Os valores de variância aditiva do rendimento de espiga das populações avaliadas, quando transformados para as mesmas unidades usadas na Tabela 4 - Apêndice para rendimentos de grãos, resultam em $454,83 \text{ (g/pta)}^2$ e $1063,36 \text{ (g/pta)}^2$ respectivamente para

as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Variâncias aditivas para rendimento de grãos de 423 (g/pta)^2 para a população Piranão VD-2B e de 879 (g/pta)^2 para o Piranão VF-1B foram obtidas por SOARES FILHO (1987). A média de 99 estimativas de variâncias aditivas para rendimento de grãos, calculada por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981) foi de $469,1 \text{ (g/planta)}^2$. VENCOSKY *et alii* (1988) obtiveram uma variância aditiva média de 309 (g/pta)^2 para 58 estimativas. Face ao exposto e considerando que o rendimento em espiga apresenta variância aditiva um pouco maior que o rendimento de grãos, conclui-se que os valores obtidos para $\hat{\sigma}_A^2$ do RE da população Piranão VD-2 é um valor médio e da Piranão VF-1 é considerado alto.

A variância de dominância para RE da população Piranão VD-2 não diferiu de zero, enquanto a população Piranão VF-1 apresentou $\hat{\sigma}_D^2$ diferente de zero (Tabelas 6 e 7). A forma complexa de estimar o erro associado a estimativa de $\hat{\sigma}_D^2$ normalmente leva a obtenção de erros padrões elevados e conseqüentemente a variâncias de dominâncias que não diferem de zero; no entanto, as 99 estimativas levantadas por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981) apresentaram em média $286,8 \text{ (g/planta)}^2$ para variância de dominância e $210,0 \text{ (g/planta)}^2$ para o desvio padrão.

Com exceção da $\hat{\sigma}_A^2$ do TO, P100 e CE, todas as estimativas de variâncias aditivas dos caracteres da planta da população Piranão VF-1 foram superiores àquelas da população Piranão VD-2. As duas populações apresentaram valores idênticos para $\hat{\sigma}_A^2$ de P100, enquanto as variâncias aditivas estimadas para CE e TO da população Piranão VD-2 foram superiores ao da Piranão VF-1.

Dos 12 caracteres avaliados, sete da população Piranão VD-2 (TO, NF, CE, DS, DE, AP e AE) e cinco da Piranão VF-1 (TO, NF, CE, DS e RE) apresentaram estimativas de variâncias de dominância diferentes de zero (Tabela 6 e 7). Como pode ser observado para os caracteres TO, NF, CE, DS a $\hat{\sigma}_D^2$ significativa ocorreu nas duas populações, enquanto que para DE, AP e AE este fato só se verificou na população Piranão VD-2.

4.3.4. Variâncias genéticas ambientais e fenotípicas para teor de óleo

Quando comparadas as duas populações avaliadas em termos de $\hat{\sigma}_A^2$

nota-se que a Piranão VD-2 apresentou uma estimativa maior para este parâmetro em relação à população Piranão VF-1 (Tabelas 6 e 7). Os valores estimados para as duas populações, no entanto, foram inferiores à média das 17 estimativas das variâncias aditivas apresentadas na Tabela 3 - Apêndice.

A população Piranão VF-1 com menor variância aditiva, apresentou variância de dominância superior à Piranão VD-2 mas em ambas as populações foi detectada $\hat{\sigma}_D^2$ diferente de zero, fato este também verificado por SPRAGUE & BRIMHALL (1949), MORENO-GONZALEZ *et alii*, (1975) e DUDLEY (1977). Conclui-se, assim, que os genes de ação dominantes são importantes no estabelecimento do teor de óleo das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Uma vez que foi observado efeito de heterose para TO (DUDLEY, 1977), espera-se que os híbridos obtidos destas populações apresentem teores de óleo bem superiores às linhagens que lhes deram origem.

O baixo valor estimado para a variância aditiva inferior ao valor da estimativa de variância de dominância do TO, observado na população Piranão VF-1, pode ter sido causado pelos desvios, inerentes às estimativas de $\hat{\sigma}_D^2$ (COMSTOCK & ROBINSON, 1952) e ou uma pequena redução na $\hat{\sigma}_A^2$ provocada pela sua exploração no processo seletivo ou mesmo as duas causas associadas. Mas isto não vai de encontro à maioria dos trabalhos de herança quantitativa do teor de óleo em milho, os quais levaram à conclusão de que a variância aditiva é o principal fator que afeta o controle deste caráter (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949; EL ROUBY & PENNY, 1967; LENG, 1974; DUDLEY *et alii* 1977; MILLER *et alii*, 1981).

Independente do caráter, o número mínimo de fêmeas por machos, sugerido para o delineamento I, é quatro (MARQUEZ-SANCHEZ & HALLAUER, 1970). Embora não haja na literatura informações sobre o número mais adequado de fêmeas/machos para o caráter TO, é lógico supor que o número médio de 3,1 fêmeas por machos usada neste experimento tenha sido baixo, o que poderia provocar distorções nas estimativas dos parâmetros. Inclusive, este fato poderia explicar a obtenção de $\hat{\sigma}_D^2$ superior a $\hat{\sigma}_A^2$ como a que ocorreu na população Piranão VF-1. Uma vez que os valores de $\hat{\sigma}_D^2$ das duas populações são semelhantes e que a população Piranão VF-1 apresenta maior média de TO, e por isto supõe-se mais melhorada para este caráter, a possibilidade de pequena redução da variância aditiva também não pode ser descartada.

A variância fenotípica dentro de progênie foi aproximadamente 10 vezes maior que a variância do erro e portanto semelhante a razão entre estas variâncias sugerida por GARDNER (1961) para o rendimento de grãos. A variância de machos foi inferior a variância fenotípica entre plantas dentro de progênies; resultados semelhantes foram obtidos por MIRANDA *et alii* (1976), ZIMBACK (1985) e ZANOTTO (1986) na relação entre variância de progênie e variância fenotípica entre plantas dentro de parcela.

As duas populações apresentaram suficiente variabilidade genética para obtenção de progressos significativos em programa de melhoramento para o teor de óleo.

4.3.5. Coeficientes de herdabilidade para caracteres da planta

Com exceção do TO e CE, todos os caracteres da população Piranão VF-1 apresentaram herdabilidade superior aos da população Piranão VD-2 (Tabela 6 e 7). Somente os caracteres TO e P100 da população Piranão VD-2 apresentaram herdabilidade média a alta. Todos os outros caracteres desta população tiveram baixa h^2 . Na população Piranão VF-1 ao contrário, somente GF, CE e AP tiveram baixa herdabilidade, todos os outros apresentaram valores de h^2 médios a altos.

Em caracteres mais influenciados pelo ambiente, a herdabilidade a nível de médias tende a ser superior àquela determinada a nível de plantas. Assim sendo, a indicação deste ou daquele processo seletivo relativamente ao melhoramento de um dado carácter deverá basear-se preferivelmente em sua herdabilidade ao nível de planta, visto que esta reflete com maior fidelidade o comportamento frente às variações ambientais.

Os valores de herdabilidade ao nível de plantas para PE (3,73%) e PG (5,61%) da população Piranão VD-2, apesar de baixos em relação aos dados da Tabela 4 - Apêndice, foram compatíveis com os valores observados por BIGOTO (1988) nas populações ESALQ PB-1-II e ESALQ PB-1-IV. As herdabilidades de 13,57% para PE e 13,63% para PG da população Piranão VF-1 encontram-se em torno da média (11,00%) de 58 estimativas obtidas para rendimento de grãos (VENCOVSKY *et alii*, 1988).

Considerando que a herdabilidade a nível de planta foi proporcional àquela obtida a nível de médias de parcelas e que os valores de herdabilidade a nível de médias de parcelas para carácter RE foi superior aos obtidos para PE e PG, os valores de h^2 para o RE caso fossem estimados, seriam médios a altos em relação aos da Tabela 4 - Apêndice.

Os valores de h^2 obtidos para AP e AE foram inferiores a todas as estimativas da Tabela 5 - Apêndice, sendo compatíveis apenas com os valores observados por ZANOTTO (1986) para a população ESALQ VF-1.

A alta herdabilidade observada para o carácter P100 nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 foi semelhante àquelas observadas por diversos autores (Tabela 9 - Apêndice). No entanto, a herdabilidade elevada para os caracteres NF e GF detectada na literatura (Tabela 10 - Apêndice) não foi verificada nas populações avaliadas.

O carácter DE da população Piranão VF-1 apresentou uma estimativa de herdabilidade de 49,54%, portanto muito semelhante à maioria dos valores de h^2 levantados na Tabela 7 - Apêndice. A ocorrência de variância aditiva negativa para este carácter e para a GF na população Piranão VD-2 impediu o cálculo de sua herdabilidade.

Conforme pode ser observado nas Tabelas 6 e 7, os caracteres GF, CE e AP apresentaram uma herdabilidade muito baixa nas duas populações avaliadas. Para o carácter CE, os valores obtidos de herdabilidade tanto na população Piranão VD-2 quanto na população Piranão VF-1 foram inferiores a todas as estimativas de parâmetro da Tabela 6 - Apêndice.

Enquanto a população Piranão VF-1 apresentou valor de herdabilidade média para DS compatível com os da Tabela 8 - Apêndice, a herdabilidade do DS estimada para a população Piranão VD-2 foi inferior a todos os valores daquela tabela.

Como pode ser verificado, muitos caracteres como AP, AE, NF e GF de alta herdabilidade apresentaram valores baixos de h^2 . As possíveis causas para que isto tenha ocorrido são: 1) estimativas de variâncias imprecisas e 2) alterações dos parâmetros populacio-

nais resultantes do processo de seleção para óleo efetuado nas populações.

4.3.6. Coeficientes de herdabilidade para teor de óleo

Os valores de herdabilidade obtidos nas duas populações (Tabelas 6 e 7), foram intermediários aos extremos observados para o caráter em outras pesquisas. Enquanto a população Piranão VD-2 apresentou herdabilidade a nível de plantas semelhantes à da média (53,25%) das estimativas deste parâmetro em várias populações (Tabela 3 - Apêndice) a Piranão VF-1 teve um valor bem inferior a esta, embora superior àquelas observadas por ZIMBACK (1985) em milho braquítico dentado opaco e por ZANOTTO (1986) na população ESALQ VF-1. Em termos de herdabilidade média, ambas populações apresentaram valores superiores ao valor médio de 16,22% obtido para as cinco populações da Tabela 3 - Apêndice.

A herdabilidade média a alta para o TO, explicada pelo fato de que este caráter, embora quantitativo, seja controlado por um número relativamente pequeno de genes (SPRAGUE & BRIMHALL, 1949 e DUDLEY, 1977), indica que esquemas simples de seleção devem conduzir a bons resultados no melhoramento de óleo em milho (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981).

4.3.7. Progressos esperados com a seleção para caracteres da planta

O objetivo principal do uso do Delineamento I é estimar variâncias e co-variâncias, principalmente as variâncias e covariâncias aditivas e de dominâncias. Somente a título de exercício serão estimados os progressos esperados para os caracteres avaliados. Deve-se considerar também que, para RE, não foi possível o cálculo dos progressos esperados com a seleção massal devido a ausência da estimativa da variância fenotípica dentro de progênies, o que impossibilita estimar a variância fenotípica entre plantas.

Deve-se ainda considerar que a seleção para o TO (caráter principal deste trabalho) poderá ser feita em um só sexo sem grande prejuízo, devido ao pequeno efeito da fonte polinizadora neste caráter (MILLER & BRIMHALL, 1951; CURTIS *et alii* 1956; ALEXANDER & LAMBERT, 1968 e BATISTA & TOSELLO, 1982) e o acentuado efeito materno (MILLER & BRIMHALL, 1951; CURTIS *et alii*, 1956; JELLUM, 1966; GARWOOD *et alii*, 1970; BATISTA & TOSELLO, 1982).

As estimativas dos progressos esperados com a seleção massal em um só sexo e intensidade de 10% e com seleção entre famílias de meios irmãos com sementes remanescentes e intensidade de 20% são apresentados nas Tabelas 8 e 9. A obtenção das estimativas dos ganhos esperados com a seleção de famílias de meios irmãos baseou-se no fato de que a variância entre machos no delineamento I corresponde a variância entre famílias de meios irmãos (conforme exposto em material e métodos).

Os progressos esperados com a seleção entre famílias de meios irmãos (20%) foi superior àqueles esperados com a seleção massal (10%) para todos os caracteres, exceto para TO da população Piranão VD-2 onde ocorreu o inverso. Este fato é explicado devido as baixas herdabilidades a nível de plantas individuais em relação às herdabilidades ao nível de médias de famílias de meios irmãos dos caracteres.

O estudo dos ganhos genéticos em muitos dos caracteres aqui considerados pode não ter uma aplicação direta, mas os progressos obtidos neles associados a ganhos em outros, pode fornecer informações sobre caracteres de difícil avaliação; ou ainda, a alta correlação entre caracteres pode alterar a importância de um caráter. Assim DS, que por si só parece não importante, quando associado ao DE assume papel de importância quando se pensa em melhorar a profundidade do grão. Cuidados deverão ser dispensados para evitar aumentos na altura de planta e de espiga quando se pensa em melhorar o rendimento de espiga.

Os ganhos esperados com seleção massal e seleção de famílias de meios irmãos de todos os caracteres (exceto TO e CE) da população Piranão VF-1 foram superiores àqueles da Piranão VD-2 (Tabela 8 e 9).

Os progressos esperados com a seleção de famílias de meios irmãos para RE na população Piranão VD-2 foram semelhantes aqueles observados por SANTOS & NASPOLINI (1986), SOARES FILHO, (1987), ANDRADE (1988) e BIGOTTO (1988), enquanto os ganhos esperados da Piranão VF-1 se aproximam mais dos resultados de RISSI (1980), SOUZA JR. (1983), SANTOS (1985) e SAMPAIO (1986). Na população Piranão VD-2, foram estimados ganhos de seleção para RE inferiores em 50% aqueles calculados para a população Piranão VF-1. Proporção idêntica foi obtida por SOARES FILHO (1987) entre os ganhos da população Piranão VD-2B em relação a Piranão VF-1B.

Independente do processo de seleção, os ganhos esperados de seleção para AP e AE foram baixos e menores ainda na população Piranão VD-2. Os valores percentuais dos ganhos de seleção por ciclo para AP foram próximos aqueles obtidos por AYALA OSUNA (1977); AGUILAR-MORAN (1984) e ANDRADE (1988) enquanto aqueles observados para AE se aproximaram dos obtidos por AYALA OSUNA (1977) e ANDRADE (1988). Os ganhos de seleção para AP e AE são, em geral, superiores aos Gs obtidos neste estudo. Estes desejáveis e baixos Gs estimados talvez tenham sido uma consequência das alterações na variância aditiva provocada pela seleção para óleo efetuada nessas populações.

Praticamente não houve diferença entre os Gs esperados obtidos nos dois sistemas seletivos e nas duas populações para o P100, uma vez que este carater apresenta alta herdabilidade. Os ganhos percentuais de seleção que variaram de 3,64 - 5,51% não diferiram daqueles obtidos por QUEIROZ (1969), MOTA (1974) e ZIMBACK (1985).

4.3.8. Progressos esperados com a seleção para teor de óleo em milho

Considerando a herdabilidade média a alta observada para teor de óleo e que este é influenciado pelo genótipo do grão, esquema simples de seleção (seleção massal), com ênfase na seleção de grãos individuais, são os mais adequados métodos para o melhoramento de óleo em milho (PONELEIT & BAUMAN, 1970; DUDLEY, 1977 e HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981).

Apesar de bem próximos, os ganhos esperados com seleção massal foram superiores àqueles da seleção entre famílias de meios irmãos na população Piranão VD-2. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por ZIMBACK (1985) na população Dentada braquítica opaco-2 e por BIANCO (1984) nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. MILLER *et alii* (1981), no entanto observaram maiores ganhos na seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em relação a seleção massal na variedade "Reid Yellow Dent". A contradição dos resultados obtidos por estes autores em relação aos deste trabalho provavelmente se deve ao uso da seleção dentro de progênies de meios irmãos empregada por MILLER *et alii* (1981) e não considerada no presente estudo. Praticamente não houve diferença entre os progressos esperados com seleção massal e seleção entre famílias de meios irmãos para a população Piranão VF-1.

Os ganhos percentuais esperados na seleção de famílias de meios irmãos para TO da população Piranão VD-2 foram superiores àqueles da população Piranão VF-1; esta mesma situação foi detectada por BIANCO (1984), nas mesmas populações, embora os ganhos esperados observados pelo autor tenham sido superiores. Isto provavelmente devido à exploração da variabilidade dentro de progênies (seleção dentro com 10% de intensidade).

A média de oito estimativas de progressos esperados com a seleção em diferentes populações foi de 4,47% (Tabela 3 - Apêndice). A população Piranão VD-2 apresentou ganhos percentuais esperados um pouco acima, enquanto a Piranão VF-1 abaixo desta média.

Uma vez que a população Piranão VD-2 apresenta TO médio inferior ao da Piranão VF-1 e tendo-se em vista que ocorre o inverso em relação aos valores de Gs esperados para este caráter, espera-se que dentro de poucos ciclos de seleção as duas populações alcancem a mesma concentração média em óleo; se a mesma situação (embora em sentido contrário) foi detectada em relação ao RE, pode-se supor que o equilíbrio ocorra também para o rendimento em óleo (t/ha).

4.4. Associação entre caracteres

Nas Tabelas 10 e 11 encontram-se os produtos médios referentes às combinações entre o teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piranão VD-2 e da Piranão VF-1 respectivamente. Os produtos médios referentes às combinações entre o rendimento de espiga e dez caracteres da planta destas populações são apresentados na Tabela 12 e 13. A partir destes produtos médios, calculou-se as estimativas das covariâncias genéticas ambientais e fenotípicas, particularmente a covariância aditiva (COV_A) e covariância fenotípica de médias de famílias de meios irmãos (COV_F) entre o teor de óleo e 11 caracteres da planta (Tabelas 14 e 15) e entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, (Tabelas 16 e 17) que juntamente com as respectivas variância aditiva e variância entre médias de família de meios irmãos resultaram nos coeficiente de correlação genética aditiva (r_A) e nos coeficientes de correlação fenotípica ao nível de médias de progênies de meios irmãos (r_F).

4.4.1. Correlações genéticas e fenotípicas entre rendimento de espiga e outros caracteres da planta

As principais causas da existência de correlação entre caracteres são a pleiotropia e a ligação gênica, tendo esta última uma importância relativamente alta quando se tem uma população resultante do cruzamento de diferentes populações (FALCONER, 1964).

Conforme o esperado a exemplo do que tem sido verificado em certos trabalhos (MURTY & ROY, 1957; AGUILAR MORÁN, 1984; MARTINS, 1986; SOARES FILHO, 1987), o rendimento de espiga e o peso de grãos (PG) são positivamente correlacionados. Considerando-se que o PE na prática nada mais é do que outra forma de se expressar o RE, era de se esperar também uma alta correlação entre os caracteres rendimento de espiga e peso de espiga. Altas correlações genéticas aditiva (r_A) e fenotípica a nível de médias de progênies de meios irmãos (r_F) entre o RE e os caracteres PE e PG foram observadas nas duas populações. A correlação entre RE e P100 foi também positiva, embora não tão elevada quanto as anteriores, mas bem próximas àquelas observadas por EL ROUBY & PENNY (1967) e DUDLEY *et alii* (1977) (Tabela 18).

Quanto às associações de natureza tanto genética como fenotípica, entre rendimento de grãos e a altura de planta e ou da espiga, estas, em regra, têm-se mostrado positivas, segundo foi constatado por diversos autores em diferentes populações ou variedades (MURTY & ROY, 1957; EL ROUBY & PENNY, 1967; OBILANA & HALLAUER, 1974; LIMA & PATERNIANI, 1977; CRISÓSTOMO, 1978; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981; AGUILAR MORÁN, 1984; ANDRADE *et alii*, 1986 e SAMPAIO, 1986). Dentre estas pesquisas foram observados coeficientes de correlação com valores bastante variáveis, e em alguns casos bem baixos. Assim, as perspectivas de redução da altura da planta e da espiga sem consequentes prejuízos no rendimento de grãos são muito animadoras. A este respeito, os resultados obtidos por PATERNIANI (1967), CIMMYT (1972), ANDRADE *et alii* (1986) e SOARES FILHO (1987) atestam a viabilidade desta prática. Como se sabe, a redução do porte da planta, principalmente a altura da espiga, causa um rebaixamento do centro de gravidade da planta, tornando-a mais resistente ao acamamento.

Complementando, o trabalho conduzido por MURTY & ROY (1957) alerta para o fato de que a associação positiva comumente verificada entre porte e o rendimento de milho resultar em verdade do número de folhas relativamente superior normalmente encontrado em plantas de maior altura; fundamenta-se esta colocação em informações alcançadas a partir do cálculo de correlações fenotípicas simples e parciais, cujos conteúdos demonstraram que o grau de associação entre rendimento de grãos e a altura da planta é sensivelmente reduzido quando se isola do processo de sua determinação a influência do número de folhas.

Cabe acrescentar que TOLLENAAR (1977), em revisão bibliográfica dirigida às relações existentes entre o rendimento e o armazenamento de substâncias essenciais ao desenvolvimento do milho, enfatiza que a área foliar por planta é um dos principais fatores responsáveis pelo suprimento de produtos assimiláveis pelos grãos. Diante disto, depreende-se que a redução do porte da planta mediante o emprego do gene *br2* constitui sem dúvida em alternativa altamente viável, uma vez que sua introdução de porte normal não é acompanhada por modificações na área foliar.

Os coeficientes de correlação entre rendimento e o porte da planta (AP e AE), com exceção do r_A entre RE e AE da população Piranão VD-2, foram baixos, possibilitando assim melhorar o rendimento de espiga sem grandes alterações na AP e AE da população Piranão VF-1 ou sem alterar a AP da Piranão VD-2 (Tabela 18).

Informações provenientes da literatura revelam que em regra o rendimento em grãos tende a se associar positivamente a nível fenotípico e genético com diâmetro ou circunferência da espiga, comprimento da espiga diâmetro ou circunferência do sabugo (ROBINSON *et alii*, 1951; MURTY & ROY, 1957; OBILANA *et alii*, 1979; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981; MARTINS, 1986). No entanto, correlação negativa entre RE e os caracteres DE e DS foram observadas por SOARES FILHO (1987). Segundo este autor os valores negativos obtidos se deve ao reduzido número de plantas amostradas por parcela ($n \leq 5$) para estes caracteres que apresentam baixa herdabilidade.

Os caracteres NF, GF, DE, CE e DS são componentes importantes do PE. Uma vez que existe uma alta correlação positiva entre RE e PE, era de se esperar, como

foi verificado nas duas populações, correlação positiva entre o RE e aqueles caracteres (Tabela 19).

A população Piranão VD-2 apresentou valores maiores de correlações entre RE e os caracteres PE, PG, NF, DS e AE e menores correlações entre o RE e os caracteres P100, GF, DE, CE e AP em relação a população Piranão VF-1.

4.4.2. Correlações genéticas e fenotípicas entre o teor de óleo e caracteres da planta

Dos coeficientes de correlação genético aditivo (r_A) e fenotípico a nível de médias de progênes de meios irmãos (r_F), apresentados na Tabela 19, somente aqueles entre TO e os caracteres RE, AP e AE foram semelhantes, nas duas populações; os demais coeficientes diferiram em magnitude e ou em sinal de uma população para outra. Como pode ser observado, existe uma correlação positiva (média a baixa) entre o TO e os caracteres RE, AP e AE nas populações avaliadas.

Correlações positivas entre TO e RE foram também obtidas por vários autores (MILLER & BRIMHALL, 1951; GUPTA *et alii*, 1975; MILLER *et alii*, 1981; BIANCO, 1984 e ZIMBACK, 1985). Em geral, à medida que se processa o melhoramento para o teor de óleo de uma população parece haver uma tendência de alterações das ligações entre genes para rendimento de espiga e genes para teor de óleo. Desta forma, DUDLEY *et alii* (1974) e MILLER *et alii* (1981) estabeleceram um valor próximo a 7% como sendo o limite máximo que se pode aumentar o teor de óleo, sem haver grandes alterações no rendimento de espiga. Valores de TO superiores a este seriam conseguidos, segundo os autores, às custas de reduções no RE. Em populações com alto TO, a correlação entre rendimento e TO é negativa e pode atingir valores tão altos quanto -0,96, observado por MISEVIC & ALEXANDER, (1989).

Considerando a estreita relação entre RE, PE e PG era de se esperar que houvesse uma correlação positiva mais elevada entre TO e os caracteres PE e PG, do que a ocorrida na população Piranão VF-1, mas que não fosse tão alta quanto a observada na população Piranão VD-2. Não é possível estabelecer o quanto destas divergências poderiam ser explicadas pelos reduzidos números de plantas amostradas dentro de parcelas ($n \leq 5$) e de fêmeas por machos usados no delineamento I ($K = 3,1$) para os caracteres PE e PG, que sofrem grande influência do ambiente.

As correlações negativas observadas entre TO e AP e TO e AE obtidas por MISEVIC & ALEXANDER (1989), em populações com alto teor de óleo, contrastam com aquelas observadas no presente estudo. Em concordância com os resultados deste trabalho, foram observadas correlações positivas entre o teor de óleo e altura de planta e entre teor de óleo e altura de espiga (BIANCO, 1984) nas populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. As correlações obtidas pelos referidos autores, bem como as listadas na Tabela 19 entre TO e os caracteres AP e AE, possuem idênticas magnitudes e sinais daquelas observadas entre RE e TO.

O baixo valor de correlação positiva observado entre TO e P100 na população Piranão VF-1 é comparável com aqueles obtidos por ALEXANDER & SEIF (1963); BATISTA & TOSELLO (1979) e TOSELLO & GERALDI (1980b). No entanto a alta correlação entre os dois caracteres da população Piranão VD-2 só é semelhante ao valor de 0,88 obtido para a correlação entre teor de óleo e peso de 500 grãos obtido por MISEVIC & ALEXANDER (1989).

Considerando que a população Piranão VF-1 com teor de óleo de 5,06% tenha sido mais melhorada ou respondido mais o processo de melhoramento para este caráter do que a população Piranão VD-2 que se encontra com 4,79% de óleo e que a medida que se intensifica a seleção reduz-se os coeficientes de correlação entre TO e P100, explica-se assim a maior correlação entre TO e P100 ocorrida na população Piranão VD-2.

A alta correlação negativa entre TO e CE obtida por MISEVIC & ALEXANDER (1989), no sintético Alexho, aproxima-se mais da correlação entre estes caracteres obtida na população Piranão VF-1, enquanto a correlação entre TO e NF de 0,37, observada pelo mesmo autor, é mais próxima daquela observada na Piranão VD-2 entre o teor de óleo e o número de fileiras de grãos.

Considerando-se as altas discrepâncias ocorridas entre os valores das correlações entre TO e os caracteres NF, GF, DE, CE e DS nas duas populações e tendo-se em vista a escassez de avaliações similares na literatura, não se pode afirmar que tais diferenças sejam de origem genética. Talvez o mais lógico seja supor que os valores de correlação tenham sido ocasionados por problemas de amostragens (SOARES FILHO, 1987) e ou reduzido número de fêmeas por machos usados no delineamento I (MARQUEZ-SANCHEZ & HAL-

LAUER, 1970). Portanto, sugere-se o uso de amostras com maior número de plantas e, no caso do se empregar o delineamento I, deve-se fazê-lo com um número maior de fêmeas por machos, nos estudos que envolvam os caracteres NF, GF, DE, CE e DS, antes de se admitir e tentar explicar que na população Piranão VD-2 existe alta correlação positiva entre TO e os caracteres DS e CE, enquanto estes valores são negativos na população Piranão VF-1. As diferenças entre as médias do TO, CE e DS associada às diferenças genéticas populacionais não são suficientes para explicar este fato.

4.4.3. Respostas correlacionadas esperadas com a seleção

A resposta correlacionada esperada com a seleção será aqui analisada sob dois aspectos básicos e tendo o teor de óleo como o caráter principal em ambas considerações. No primeiro caso, serão consideradas as respostas correlacionadas nos diversos caracteres quando se faz a seleção para TO. Assim, são verificadas as alterações previstas nos diferentes caracteres das populações braquíticas avaliadas neste trabalho em função da seleção praticada para o TO. Estes prognósticos além de teóricos, restringem-se a ambientes análogos àqueles em que as populações ou variedades em questão tenham sido investigadas. O outro aspecto seria as variações no TO quando a seleção é voltada para outros caracteres que não ele próprio. Este tipo de resposta é que fundamenta e viabiliza a execução de seleção indireta de caracteres que são pouco sensíveis ao melhoramento. O êxito desta técnica alternativa depende de duas condições: 1) o caráter secundário objeto de seleção deve possuir herdabilidade superior ao do principal; 2) a correlação genética entre ambos deve ser elevada (FALCONER, 1964; GERALDI *et alii*, 1975; VENCOSKY, 1987). Tomando-se dois caracteres quaisquer, chamando de *x* o principal e *y* o secundário, a seleção indireta de *x* com base em *y* será mais eficiente que a direta desde que :

$$r_{A(x,y)} \cdot h_y > h_x$$
 onde $r_{A(x,y)}$ refere-se à 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 (FALCONER, 1964).

A maior herdabilidade do TO em relação aos demais caracteres, não satisfazendo assim a primeira das condições da seleção indireta impossibilitou a ocorrência de ganhos indiretos ou respostas correlacionadas no teor de óleo, com a seleção feita em

11 caracteres da planta (Tabela 20), superiores ao ganho de seleção direta no TO (Tabela 9); houve ganhos indireto negativos ou redução no teor de óleo quando a seleção foi feita no GF da população Piranão VD-2 e NF, CE e DS da Piranão VF-1.

A alta herdabilidade do TO e sua elevada correlação com os caracteres PE, PG, CE, DS e AP levou a obtenção de respostas correlacionadas ($R_{PE/TO}$; $R_{PG/TO}$; $R_{CE/TO}$; $R_{DS/TO}$ e $R_{AP/TO}$), Tabela 21, maiores do que os respectivos ganhos de seleção direta para os caracteres PE, PG, CE, DS e AP da população Piranão VD-2 (Tabela 9).

As informações da Tabela 21 evidenciam o aspecto desejável do aumento do rendimento à medida que se seleciona para TO e os cuidados que deverão ser tomados para evitar os aumentos nas alturas de plantas e de espiga que acompanha este processo.

A seleção para TO provocou reduções do NF em ambas as populações do GF na Piranão VD-2 e do DE e DS na população VF-1.

A redução do NF e GF da população Piranão VD-2 e do NF, CE e DS da população Piranão VF-1 não se adequaram aos ganhos no rendimento de espiga provocados pela seleção no teor de óleo, a não ser é claro que tais componentes de produção não sejam tão importantes.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram a formulação das seguintes conclusões:

- a) As médias fenotípicas dos caracteres rendimento de espiga, altura de planta e altura de espiga das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1 revelaram-se compatíveis com o esperado em milhos comerciais de porte baixo. O teor de óleo das populações se encontra em um nível superior ao dos híbridos Ag 352-B e DEK XL 540.
- b) Os caracteres peso de espiga, peso de grãos, peso de 100 grãos, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga e diâmetro de sabugo das duas populações apresentaram médias fenotípicas compatíveis com aquelas observadas por outros pesquisadores nas mesmas populações e ou populações semelhantes.
- c) As populações estudadas apresentaram variância aditiva suficiente para o melhoramento de praticamente todos os caracteres avaliados, à exceção do número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, peso de espiga, número de fileiras de grão por espiga, diâmetro de sabugo e altura da planta da população Piranão VD-2, sendo tais perspectivas, em termos genéricos, mais promissoras na Piranão VF-1.

- d) A população Piranão VF-1 apresentou estimativas de herdabilidade dos caracteres rendimento de espiga, peso de grãos, peso de espiga, peso de 100 grãos, número de fileiras de grão por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, diâmetro de sabugo, altura de planta e altura de espiga superiores aos da Piranão VD-2. O contrário ocorreu para herdabilidade de teor de óleo e comprimento de espiga, em que as maiores estimativas foram observadas na população Piranão VD-2.
- e) Os resultados obtidos, particularmente aqueles relacionados à presença de variância de dominância dos caracteres número de fileiras de grão por espiga, comprimento de espiga, diâmetro de sabugo e teor de óleo das duas populações, diâmetro de espiga da Piranão VD-2 e rendimento de espiga da população Piranão VF-1 ampliam as perspectivas de sucesso na criação de híbridos nas duas populações com relação a esses caracteres.
- f) Os ganhos esperados com a seleção de famílias de meios-irmãos foram superiores àqueles obtidos com seleção massal para todos os caracteres das duas populações, exceto para teor de óleo da Piranão VD-2. Os progressos esperados para todos os caracteres, exceto para teor de óleo e comprimento de espiga da população Piranão VF-1 foram superiores àqueles da Piranão VD-2.
- g) Devido a alta correlação genética e fenotípica existente entre rendimento de espiga e peso de grãos e a semelhante variação destes caracteres, as pesquisas voltadas para rendimento de grãos poderão basear-se somente no rendimento de espiga, dada à sua maior facilidade de mensuração.
- h) O rendimento de espiga apresentou correlação positiva com todos os outros caracteres avaliados nas duas populações. Na população Piranão VD-2 ocorreram as maiores correlações entre rendimento de espiga e os caracteres peso de espiga, peso de grãos, número de fileiras de grão por espiga, diâmetro de sabugo e altura de espiga e as menores entre rendimento de espiga e os caracteres peso de 100 grãos, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, comprimento de espiga e altura de planta em relação àquelas observadas na população Piranão VF-1. O melhoramento do rendimento de espiga provocará, invariavelmente, um aumento da altura de planta e altura de espiga.

- i) Todos os caracteres da população Piranão VD-2 foram positivamente correlacionados com o teor de óleo. As correlações entre o teor de óleo e os caracteres rendimento de espiga, peso de espiga, peso de grãos, peso de 100 grãos, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, altura de planta e altura de espiga da população Piranão VF-1 foram também positivas, embora de menor magnitude. Foi observada uma baixa correlação negativa entre o teor de óleo e os caracteres número de fileiras de grão por espiga, comprimento de espiga e diâmetro de sabugo da Piranão VF-1.
- j) Foi observada uma baixa correlação positiva entre o teor de óleo e os caracteres rendimento de espiga, altura de planta e altura de espiga das duas populações braquíticas. Assim, obtêm-se, com facilidade, aumentos no rendimento de espiga, quando na condução de um programa de melhoramento para elevar o teor de óleo. O aumento da altura de planta e altura de espiga pode não ser problemático, haja vista a presença do gene braquítico nas populações.
- l) As respostas correlacionadas nos caracteres peso de espiga, peso de grãos, comprimento de espiga, diâmetro de sabugo e altura de planta com a seleção para teor de óleo foram maiores que os ganhos na seleção direta destes caracteres da população Piranão VD-2. Na população Piranão VF-1, nenhum caráter apresentou ganho indireto superior ao direto com a seleção para teor de óleo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR MORÁN, J.F. Avaliação do potencial genético de linhagens e respectivos testadores obtidos de duas populações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1984, 118p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ALEXANDER, D.E. Breeding special nutritional and industrial types. In: SPRAGUE, G.F. & DUDLEY, J.W., ed. **Corn and corn improvement**. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, 1988. p. 869-80.
- ALEXANDER, D.E. & LAMBERT, R.J. Relationship of kernel oil content to yield in maize. **Crop Science**, Madison, **8**:273-4, 1968.
- ALEXANDER, D.E. & SEIF, R.D. Relation of kernel oil content to some agronomic traits in maize. **Crop Science**, Madison, **3**: 354-5, 1963.
- ALEXANDER, D.E.; DUDLEY, J.W.; CREECH, R.G. Corn breeding and genetics. In: INGLETT, G.E., ed. **Corn; culture processing, products**. New York, The Avi. Pub. Compl., 1970. p. 6-23.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo, Edgar Blucher, 1971. 381p.

- ANDRADE, J.A.C. Seleção divergente para tamanho do pendão e posição da espiga na população ESALQ-PB-1 de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988, 136p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ANDRADE, J.A.C.; MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O.; SOUZA JUNIOR, C.L. Seleção divergente para o número de ramificações de pendão e altura de espigas na população ESALQ-PB1 de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Sete Lagoas, MG, 1986. **Resumos**, Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS. 1986. p. 57-8.
- ARNOLD, J.M.; BAUMAN, L.F.; MAKONNEN, O. Physical and chemical kernel characteristics of normal and opaque-2 endosperm maize hybrids. **Crop Science**, Madison, **17**:362-6, 1977.
- ARNOLD, J.M.; PIOVARCI, A.; BAUMAN, L.F.; PONELEIT, C.G. Weight, oil and fatty acid composition of components of normal opaque-2 and floury-2 maize kernels. **Crop Science**, Madison, **14**: 598-9, 1974.
- AYALA OSUNA, J. Avaliação da seleção massal estratificada combinada com despendoamento de plantas inferiores em duas populações de *Zea mays* L. (milho) e de heterose dos seus cruzamentos. Jaboticabal, 1977. 138p. (Livre Docência. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/UNESP).
- BARREN, E.T.; SQUIRES, C.; STUMPF, P.K. Fat metabolism in higher plants; 15. Enzymatic synthesis of fatty acids by an extract of avocado mesocarp. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, **236**: 2610-4, 1961.
- BARTUAL, R. & HALLAUER, A.R. Variability among unselected maize inbred lines developed by full sibbing. **Maydica**, Bergamo, **21**: 46-60, 1976.

- BATISTA, L.A.R. Seleção para tamanho do embrião relacionada com o teor de óleo do grão de milho (*Zea mayz* L.). Piracicaba, 1980. 72p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP) .
- BATISTA, L.A.R. Uso de sementes autofecundadas e de polinização livre no melhoramento do conteúdo de óleo em duas subpopulações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1981. 72p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BATISTA, L.A.R. & TOSELLO, G.A. Correlações fenotípicas entre a percentagem de óleo, peso volume e densidade dos grãos de milho (*Zea mays* L.). **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba, **13**:44-52, 1979.
- BATISTA, L.A.R. & TOSELLO, G.A. Influência da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo em grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **17**: 1757-62, 1982.
- BAUMAN, L.F. Germ and endosperm variability, mineral elements and modifier genes in opaque-2 maize. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROTEIN QUALITY IN MAIZE, 1., El Batan, 1972. **Proceedings**. Purdue, CIMMYT, 1975. p.217-27.
- BAUMAN, L.F.; CONWAY, T.F.; WATSON, S.A. Inheritance of variations in oil content of individual corn (*Zea mays* L.) kernels. **Crop Science**, Madison, **5**: 137-8, 1965.
- BEADLE, J.B., JUST, D.E.; MORGAN, R.E.; REINERS, R.A. Composition of corn oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, **42** : 90-5, 1965.
- BENITEZ TORRES, L. Avaliação de progênies de irmãos germanos obtidos por cruzamento em cadeia em duas populações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1986. 102p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BIANCO, S. Avaliação do potencial genético de populações de milho (*Zea mays*, L.) braquítico para o teor de óleo na semente. Piracicaba, 1984. 98p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- BIGOTO, C.A. Estudo da população ESALQ-PB-1 de milho (*Zea mays*, L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. Piracicaba, 1988. 124p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRIDGES, J.R. & KNAPP, S.J. Probabilities of negative estimates of genetic variances. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, **24**: 269-74, 1987.
- BRINK, R.A. & COOPER, D.C. The endosperm in seed development. **Botanical Review**, New York, **13**: 423-54, 1947.
- BRUNSON, A.M.; EARLE, F.R.; CURTIS, J.J. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. **Journal American Society Agronomy**, Geneva, **40**: 180-5, 1948.
- CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) Suevan DMR. Piracicaba, 1988. 112p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CASTRO, E.M. Competição entre populações de milho normais e braquífticas. Piracicaba, 1983. 155p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz"/USP).
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Maiz-mejoramiento genético. In: . **Informe Anual**. Chapingo, 1972. p.94-103.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental designs**. 2. ed. New York, John Wiley, 1957. 611p.
- COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, Washington, **4**: 254-66, 1948.

COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. Experiments for estimation of the average combinance of genes affecting quantitative characters. In: GOWEN, J.W., ed. **Heterosis**. Ames, Iowa State College, 1952. p. 494-516.

CRISÓSTOMO, J.R. Estimaco de parmetros genticos visando seleo em dois compostos de milho (***Zea mays*** L.). Piracicaba, 1978, 71p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

CURTIS, J.J.; BRUNSON, A.M.; HUBBARD, J.E.; EARLE, F.R. Effect of the pollen parent on oil content of corn kernel. **Agronomy Journal**, Madison, **48**: 551-5, 1956.

CURTIS, P.E.; LENG, E.R. ; HAGEMAN, R.H. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. **Crop Science**, Madison, **8**: 689-93, 1968.

DUDLEY, J.W. Seventy six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Ames, 1976. **Proceedings**. Ames, Iowa State University, 1977. p.459-74.

DUDLEY, J.W. & LAMBERT, R.J. Genetic variability after 65 generations of selection in Illinois oil and protein strains of ***Zea mays*** L. In: DUDLEY, J.W., ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society of Amrica, 1974. p.175-80.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; ALEXANDER, D.E. Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize kernel. In: DUDLEY, J.W. ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society os America, 1974. p.181-211.

- BIGOTO, C.A. Estudo da população ESALQ-PB-1 de milho (*Zea mays*, L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. Piracicaba, 1988. 124p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura. "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRIDGES, J.R. & KNAPP, S.J. Probabilities of negative estimates of genetic variances. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, **24**: 269-74, 1987.
- BRINK, R.A. & COOPER, D.C. The endosperm in seed development. **Botanical Review**, New York, **13**: 423-54, 1947.
- BRUNSON, A.M.; EARLE, F.R.; CURTIS, J.J. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. **Journal American Society Agronomy**, Geneva, **40**: 180-5, 1948.
- CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) Suevan DMR. Piracicaba, 1988. 112p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CASTRO, E.M. Competição entre populações de milho normais e braquílicas. Piracicaba, 1983. 155p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura. "Luiz de Queiroz"/USP).
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Maiz-mejoramiento genético. In: . **Informe Anual**. Chapingo, 1972. p.94-103.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental designs**. 2. ed. New York, John Wiley, 1957. 611p.
- COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, Washington, **4**: 254-66, 1948.

COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. Experiments for estimation of the average combinance of genes affecting quantitative characters. In: GOWEN, J.W., ed. **Heterosis**. Ames, Iowa State College, 1952. p. 494-516.

CRISÓSTOMO, J.R. Estimação de parâmetros genéticos visando seleção em dois compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1978, 71p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

CURTIS, J.J.; BRUNSON, A.M.; HUBBARD, J.E.; EARLE, F.R. Effect of the pollen parent on oil content of corn kernel. **Agronomy Journal**, Madison, **48**: 551-5, 1956.

CURTIS, P.E.; LENG, E.R. ; HAGEMAN, R.H. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. **Crop Science**, Madison, **8**: 689-93, 1968.

DUDLEY, J.W. Seventy six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Ames, 1976. **Proceedings**. Ames, Iowa State University, 1977. p.459-74.

DUDLEY, J.W. & LAMBERT, R.J. Genetic variability after 65 generations of selection in Illinois oil and protein strains of *Zea mays* L. In: DUDLEY, J.W., ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society of América, 1974. p.175-80.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; ALEXANDER, D.E. Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize kernel. In: DUDLEY, J.W. ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society os America, 1974. p.181-211.

- DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; ROCHE, J.A. Genetic analysis of crosses among strains divergently selected for percent oil and protein. **Crop Science**, Madison, **17**: 111-7, 1977.
- EARLE, F.R.; CURTIS, J.J.; HUBBARD, J.E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chemistry**, St. Paul, **23** : 504-11, 1956.
- EBERHART, S.A. ; MOLL, R.H.; ROBINSON, H.F.; COCKERHAM, C.C. Epistatic and other variances in two varieties of maize. **Crop Science**. Madison, **6**:275-80, 1966.
- EL-LAKANY, M.A. & RUSSELL, W.A. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different densities. **Crop Science**. Madison, **11**: 698-701, 1971.
- EL ROUBY, M.M. & PENNY, L.H. Variation and covariation in high oil population of corn (*Zea mays* L.) and their implications in selection. **Crop Science**, Madison, **7**: 216-9, 1967.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. New York, The Ronald Press, 1964. 365p.
- FITCH, B. Corn oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Illinois, **62** : 1524-7, 1985.
- FUNDUIANU, D. & MOGA, A. Genetic variability in the content and yield of oil in maize population. **Analele Institutului de Cercetari pentru Cereali Si Plante Terenice**, Bucurest, **45**: 15-21, 1980.
- GALAL, H.E.; ABD-ALLA, S.A.; KASSABY, Y.A. Effect of sample size on precision of the estimates of genetic variance in maize. II. Ear characters. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Giza, **6**: 306-18, 1977.
- GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**. Madison, **1** : 241-5, 1961.

- GARWOOD, D.L.; WEBER, E.J.; LAMBERT, R.J. ; ALEXANDER, D.E. Effect of different cytoplasm on oil fatty acids, plant height and ear height in maize (*Zea mays*, L.). **Crop. Science**, Madison, **10**: 39-41, 1970.
- GERALDI, I.O. Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays*, (L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, 1977, 103p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- GERALDI, I.O.; VELLO, N.A.& VENCOVSKY, R. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e implicações no melhoramento de populações de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). **Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética**, ESALQ, Piracicaba,: 73-86, 1975.
- GERALDI, I.O.; VENCOVSKI, R.; MIRANDA FILHO, J.B. Processo para estimação dos componentes de covariância entre caracteres avaliados com número diferentes de indivíduos por parcela. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba,: **12**: 84-91, 1978.
- GOODMAN, M.M. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. **Crop Science**. Madison, **5**:87-90, 1965.
- GLOVER, D.V. & TOSELLO, G.A. Kernel characteristics protein quality and biological value of the sugary-2 mutation and its combination with opaque-2 in *Zea mays* L. In: ANNUAL MEETING , 65., Madison, 1973. **Agronomy Abstracts**. Davis, American Society of Agronomy, 1973, p.5.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística**. 6 ed. Piracicaba, Livraria Nobel, 1976. 430p.
- GUPTA, D.; KOVÁCS, I.; GÁSPAR, L. Protein quality traits and their relationships with yield and yield components of opaque-2 and analogous normal maize hybrids and inbred lines. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, **45**: 341-8, 1975.

- HALLAUER, A.R. Change in genetic variance for seven plant and ear traits after four cycles of reciprocal recurrent selection for yield in maize. **Iowa State Journal of Science**, Ames, 45:575-93, 1971.
- HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames, Iowa State University, 1981. 468p.
- HALLAUER, A.R. & WRIGHT, J.A. Genetic variance in the open-pollinated variety of maize, Iowa Ideal. **Der Züchter**, Berlin, 37 : 178-85, 1967.
- HAWKE, J.C. & STUMPF, P.K. Fat metabolism in higher plants; 27. Synthesis of long-chain fatty acids by preparations of **Hordeum vulgare** L. and other Gramineae. **Plant Physiology**, Lancaster, 40:1023-32, 1965.
- HOPKINS, C.G. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. In: DUDLEY, J.W., ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science of American, 1974. p.1-29.
- HOPKINS, C.G.; SMITH, L.H.; EAST, E.M. The structure of the corn kernel and the composition of its different parts. In: DUDLEY, J.W. ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society of America, 1974. p.33-63.
- INGLET, G.E. **Corn culture, processing, products**. Westport, The Avi Publishing, 1970. 369p.
- JELLUM, M.D. Fatty acid composition of corn oil of parental inbred and reciprocal crosses. **The Journal of Heredity**, Washington, 57 : 243-4, 1966.
- JELLUM, M.D. Fatty acid composition of corn oil as influenced by kernel position on ear. **Crop Science**, Madison, 7:593-5, 1967.

- JELLUM, M.D. Developmental changes in fatty acid composition of oil kernel fractions of corn (*Zea mays* L.) **Journal American oil Chemists Societs**, Chicago, **47** : 245-8, 1970.
- JELLUM, M.D. Registration of high stearic acid maize GE 180 germplasm. **Crop Science**, Madison, **24**: 829-30, 1984.
- JELLUM, M.D. & MARION, J.E. Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) grain. **Crop Science**, Madison, **6**:41-2, 1966.
- JELLUM, M.D. & WIDSTROM, N.W. Inheritance of stearic acid in germ oil of the maize kernel. **The Journal of Heredity**, Washington, **74**: 383-4, 1983.
- JELLUM, M.D. & WIDSTROM, N.W. Location of genes controlling oleic and linoleic acids in maize oil. **Maize Genetics Cooperation. Newsletter**, Urbana, **58**: 88, 1984.
- JELLUM, M.D.; HELM, J.L.; FERGASON, V.L.; ZUBER, M.S. Fatty acid composition of oil from normal and high amylase backcross strains of corn. **Crop Science**, Madison, **9**: 746-9, 1969.
- KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. 3 ed. New York, John Wiley, 1966. 545p.
- KHERA, A.S.; SINGH, H. ; DHILLON, B.S. Genetic architecture of a heterotic cross between two populations of maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, **69**: 259-61, 1985.
- KIESSELBACH, T.A. **The structure and reproduction of corn**. Lincoln, Nebraska Agricultural Experimental Station Research, 1949. 96p. (Bulletin, 161).
- KINOSHITA, K. & PATERNIANI, E. Proporção endosperma/embrião e o seu efeito sobre o teor de óleo no milho Centralmex. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ-Piracicaba, **7**: 68-73, 1973a.
- KINOSHITA, K. & PATERNIANI, E. Seleção para alto teor de óleo no milho "Centralmex". **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba, **7**:62-7, 1973b.

LAMBERT, R.J.; ALEXANDER, D.E.; ROGERS, R.C. Effect of kernel position on oil content in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, **7**: 143-4, 1967.

LENG, E.R. Predicted and actual responses during longterm selection for chemical composition in maize. **Euphytica**, Wageningen, **10**: 368-78, 1961.

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

LENG, E.R. Results of long term selection for chemical composition in maize and their significance in evaluating breeding systems. In: DUDLEY, J.W. ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society of América, 1974. p.149-72.

LIMA, M. & PATERNIANI, E. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos (*Zea mays* L.) ESALQ-VD-2 MIHSII e suas implicações com o melhoramento. **Relatório Científico do Departamento de Instituto de Genética**, ESALQ, Piracicaba, **11**: 84-9, 1977.

LINDSEY, M.D.; LONQUIST, J.H.; GARDNER, C.O. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of corn-belt corn. **Crop Science**, Madison, **2**: 105-8, 1962.

MARQUES, J.R.B. Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 145p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MARQUEZ-SANCHEZ, F. & HALLAUER, A.R. Influence of sample size on the estimation of genetic variance in a synthetic variety of maize. II. Plant and ear characters. **Iowa State Journal of Science**, Ames **44**: 423-36, 1970.

- MARTINIELLO, P.; LORENZONI, C.; STANCA, A.M.; MAGGIORE, T.; GENTINETTA, E. ; SALAMINI, F. Seed quality differences between normal floury-2 and opaque-2 maize inbreds. **Euphytica**, Wageningen, **27**: 411-7, 1978.
- MARTINS, C.S. Potencial genético de linhagens e híbridos de duas populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico. Piracicaba, 1986., 135p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MAZZARI, M.R. & SIQUEIRA, F.A.R. **Composição química e aminogramas de cultivares de milho em melhoramento genético**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA, 1982. 14p.
- MEIRA, J.L. Produção de espigas e teores de proteína, lisina e óleo em progenitores e híbridos de milho *Zea mays* L. opaco-2. Viçosa, 1975. 44p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- MENDES, D.D. **Estudo químico comparativo das variedades de milho cultivadas em diversas regiões do país**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA, 1972. 5p. (EMBRAPA-CTAA Boletim Técnico, 4).
- MILLER, P.A. & BRIMHALL, B. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. **Agronomy Journal**, Madison, **43**:305-11, 1951.
- MILLER, R.L.; DUDLEY, J.W.; ALEXANDER, D.E. High intensity selection for percent oil in corn. **Crop Science**, Madison, **21**: 433-7, 1981.
- MIRANDA, P.; RUSCHEL, R.; PATERNIANI, E. **Avaliação de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays*, L.) Centralmex, para a produção de grãos e óleo**. Recife, Instituto de Pesquisa Agrônomo, 1976. 37p. (IPA. Boletim Técnico, 76).
- MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOSKY, R.; PATERNIANI, E. Variância genética aditiva da produção de grãos em dois compostos de milho e suas implicações no melhoramento. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba, **6**:67-73, 1972.

- MISEVIC, D. & ALEXANDER, D.E. Twenty-four cycles of phenotypic recurrent selection for percent oil in maize. I Per se and testcross performance. **Crop Science**, Madison, **29**: 320-4, 1989.
- MOLL, R.H. & ROBINSON. Quantitative genetics in investigations of yield of maize. **Der Züchter**, Berlin, **37**: 191-9, 1967.
- MORENO-GONZALEZ, J.; DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J. A design III. Study of linkage disequilibrium for percent oil in maize. **Crop Science**, Madison, **15**: 840-3, 1975.
- MOTA, M.G. Comportamento de progênies de meios-irmãos e S₁ na variedade de milho Centralmex. Piracicaba, 1974. 73p. (Mestrado—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).
- MURTY, G.S. & ROY, N.N. Study of the indian collection of maize varieties with special reference to the relationship between yield and other characters. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**. New Delhi, **17**: 73-89, 1957.
- NASPOLINI FILHO, V. Variabilidade fenotípica e estabilidade em híbridos simples, híbridos duplos, variedades e compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1975, 68p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).
- NILSSON, J.L.G.; REDALEIN, E.; NILSSON, I.M.; FOLKES, K. On the protection against infraction by corn oil. **Acta Chemica Scandinavica**, Copenhagen, **22**: 97-105, 1968.
- OBILANA, A.T. & HALLAUER, A.R. Estimation of variability of quantitative traits in BSSS by using unselected maize lines. **Crop Science**. Madison, **14**: 99-103, 1974.
- OBILANA, A.T. & HALLAUER, A.R. Comparison of estimates of genetic variability in Iowa Stiff Stalk Synthetic of maize. **Maydica**, Bergamo, **22**: 159-72, 1977.

- OBILANA, A.T.; HALLAUER, A.R.; SMITH, O.S. Estimated genetic variability in a maize inter-population. **The Journal of Heredity**, Washington, **70**: 127-32, 1979.
- PAL, S.S.; KHEHRA, A.S.; DHILLON, B.S. Genetic analysis of the selection advance in a maize population. **Maydica**, Bergamo, **31**:153-62, 1986.
- PAMIN, K.; CAMPTON, W.A.; WALKER, C.E.; ALEXANDER, D.E. Genetic variation and selection response for oil composition in corn. **Crop Science**, Madison, **26**: 279-82, 1986.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**. Madison, **7**: 212-6, 1967.
- PATERNIANI, E. Relação entre o tamanho relativo do embrião do milho avaliado visualmente e o teor de óleo. **Relatório Científico do Departamento de Genética, ESALQ**, Piracicaba, **6**: 86-90, 1972.
- PATERNIANI, E. Origem e comportamento do milho Piranão. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba, **12** : 148-60, 1973.
- PATERNIANI, E.; CASTRO, E.M.; RISSI, R. Competição entre populações de milho normais e braquíticas. **Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética, ESALQ**, Piracicaba, **16**: 15-24, 1982.
- PATERNIANI, E.; ZINSLY, J.R.; MIRANDA FILHO, J.B. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. **Relatório Científico do Departamento de Genética/ESALQ**, Piracicaba, **11**: 108-14, 1977.
- PLEWA, M.J. Isolation of chemical mutagen induced oil content mutants of maize. **Maize Genetics Cooperation. News Letter**, Urbana, **53**: 93-6, 1979.

- PONELEIT, C.G. & ALEXANDER, D.E. Inheritance of linoleic and oleic acids in maize. **Science**, New York, **147**: 1585-6, 1965.
- PONELEIT, C.G. & BAUMAN, L.F. Diallel analyses of fatty acids in corn *Zea mays* L. oil. **Crop Science**, Madison, **10**: 338-41, 1970.
- QUACKENBUSH, F.W. Corn oil quantity and physiological effects. In: HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 16., Chicago, 1961. **Proceedings**. Chicago, American Seed Trade Association, 1961. p.27-32.
- QUEIROZ, M.A. Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos em milho (*Zea mays* L.) e suas implicações no melhoramento. Piracicaba, 1969. 71p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- RAMALHO, M.A.P. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endogamas. Piracicaba, 1977. 122p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- RISSI, R. Estimção de parâmetros genéticos em duas subpopulações da variedade de milho (*Zea mays* L.) Piranão. Piracicaba, 1980. 87p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E.; HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, **43**: 282-7, 1951.
- ROCHE, I.A. de la; ALEXANDER, D.E.; WEBER, E.J. Inheritance of oleic and linoleic acids in *Zea mays* L. **Crop Science**, Madison, **11**: 856-9, 1971a.
- ROCHE, I.A. de la; WEBER, E.J.; ALEXANDER, D.E. Genetic aspects of triglyceride structure in maize. **Crop Science**, Madison, **11**: 871-4, 1971b.
- ROHATGI, V.K. **An introduction to probability theory and mathematical statistics**. New York, John Wiley, 1976. 684p.

ROUNDY, T.E. Effects of the sugary-2 endosperm mutant on kernel characteristics oil, protein and lysine in *Zea mays* L. **Dissertation. Abstracts International**, B, Lafayette, 37: 1063-4, 1976.

RUSCHEL, R. Selection for oil and relationships among oil protein and lysine in an opaque-2 population of maize *Zea mays* L. Lafayette, 1972. 61p. (PhD. - Purdue University).

RUSCHEL, R. & BAUMAN, L.T. Seleção para alto teor de óleo no grão numa população de milho opaco-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 8:239-44, 1973.

SAMPAIO, N.F. Propriedades genéticas e potencial para o melhoramento dos compostos de milho (*Zea mays* L.) ESALQ-PB4 e ESALQ-PB5. Piracicaba, 1986. 105p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SANTOS, M.X. dos. Estudo do potencial genético de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.) para fins de melhoramento. Piracicaba, 1985. 185p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SANTOS, M.X. & NASPOLINI FILHO, V. Estimativas de parâmetros genéticos em tres ciclos de seleção entre e dentro das famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Dentado Composto Nordeste. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 9:307-19, 1986.

SAS INSTITUTE. The nested procedure. In: SAS STAT user's guide: release. 6. 03.ed. Cary, 1988. p.667-74.

- SHADLEY, J.D. & WEBER, D.F. Identification of a factor in maize that increases embryo fatty acid unsaturation by trissomic and B-A translocation analyses. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, Ottawa, **22**: 11-9, 1980.
- SHADLEY, J. & WEBER, D. Location of chromosomal regions controlling fatty acid composition of embryo oil in *Zea mays* L. **Canadian Journal Genetics and Cytology**, Ottawa, **28**: 260-5, 1986.
- SINGH, B.B. & HADLEY, H.H. Maternal control of oil syntesis in soybeans, *Glycine max* (L.) Merr. **Crop Science**, Madison, **8**: 622-5, 1968.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. Ames, The Iowa State University, 1967. 593p.
- SOARES FILHO, W.S. Características fenotípicas e genéticas das populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico Piranão VD-2B e Piranão VF-1B. Piracicaba, 1987. 185p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SONG, T.M.; SUN, Z.; ALEXANDER, D.E. Selection for oil content and grain quality improvement in maize (*Zea mays* L.). **Acta Agricultural Universitatis Pekinensis**, Pekin, **22**: 51-6, 1986.
- SOUZA JUNIOR, C.L. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (*Zea mays* L.) braquítico. Piracicaba, 1981. 102p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SOUZA JUNIOR, C.L. Variabilidade genética em milho (*Zea mays* L.) e relações com seleção recorrente intra e interpopulacional. Piracicaba, 1983. 151p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- SOUZA JUNIOR, C.L. & ZINSLY, J.R. Avaliação de variedades de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em cruzamentos dialélicos. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, ESALQ, Piracicaba, 15: 271-84, 1981.
- SPRAGUE, G.F. & BRIMHALL, B. Quantitative inheritance of oil in the corn kernel. **Agronomy Journal**, Madison, 41:30-3, 1949.
- SPRAGUE, G.F. & BRIMHALL, B. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. **Agronomy Journal**, Madison, 42:83-8, 1950.
- SPRAGUE, G.F.; MILLER, P.A. ; BRIMHALL, B. Additional studies of the relative effectiveness of two systems of selection for oil content of corn kernel. **Agronomy Journal**, Madison, 44: 329-31, 1952.
- SRIWATANAPONGSE, S. & BAUMAN, L.F. Oil content as a measure of seed quality in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, 6:88, 1966.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw-Hill, 1960. 481p.
- STUMPF, P.K. & JAMES, A.T. The biosynthesis of long chain fatty acids by lettuce chloroplast preparations. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, 70: 30-2, 1963.
- SUN, D.; GREGORE, P.; GROGAN, C.O. Inheritance of saturated fatty acids in maize. **The Journal of Heredity**, Washington, 69:341-2, 1978.
- TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. **Maydica**. Bergamo, 22: 49-75, 1977.

- TOSELLO, G.A. Comparações entre populações de milho (*Zea mays* L.) opaco e normal. Piracicaba, 1978. 80p. (Livre Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- TOSELLO, G.A. & GERALDI, I.O. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e da qualidade do grão na população ESALQ-VD opaco de milho. **Relatório Científico do Departamento de Genética, ESALQ, Piracicaba, 14** :190-3, 1980a.
- TOSELLO, G.A. & GERALDI, I.O. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para caracteres da planta e da qualidade do grão na população de milho ESALQ-VD opaco. **Relatório Científico do Departamento de Genética, ESALQ, Piracicaba, 14**: 183-90, 1980b.
- TSAFARIS, A.S. & SCANDALIOS, J.G. Comparison of the glyoxysomes and the glyoxysomal enzymes in maize lines with high or low oil content. **Plant Physiology**, Lancaster, **71**: 447-50, 1983a.
- TSAFARIS, A.S. & SCANDALLOS, J.G. Genetic analysis of isocitrate lyase enzyme activity levels in maize lines selected for high or low oil content. **Journal of Heredity**, Washington, **74**: 70-4, 1983b.
- VALOIS, A.C.C. & MIRANDA FILHO, J.B. Estimação de componentes de variância na cultivar de milho Centralmex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **19**:479-88, 1984.
- VALVA, D.D'A. Heterose em híbrido intervarietal de milho (*Zea mays* L.) br₂br₂ (Braquitico-2). Piracicaba, 1976. 96p. (Mestrado – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- VARGAS, J.E.; MOLINA, J.D.; CERVANTES, T. Selección masal y parámetros genéticos en la variedad de maíz ZAC 58. **Agrociencia**, Chapingo, **48**: 93-105, 1982.

VELLO, N.A. & VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. **Relatório Científico do Departamento de Genética, ESALQ, Piracicaba, 8: 238-48, 1974.**

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. **Melhoramento e produção de milho.** Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.137-209.

VENCOVSKY, R.; MIRANDA FILHO, J.B.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Quantitative genetics and corn breeding in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Raleigh, 1987. **Proceedings.** Sunderland, Sinawer Associates, 1988. p.465-77.

VÖRÖSBARANYI, I.F. Investigation of changes in fatty acid composition in inbred maize lines during the earliest period of plant development. **Zemik za Prirodne Nauke, Novisad, 60:53-92, 1981.**

WEBER, E.J. Variation in corn (*Zea mays* L.) for fatty acid composition of triglycerides and phospholipids. **Biochemical Genetics, Urbana, 21: 1-13, 1983.**

WEBER, E.J. & ALEXANDER, D.E. Breeding for lipid composition in corn. **Journal American Oil Chemists Society, Chigado, 52: 370-3, 1975.**

WESTON, E.S. & TODD, W.R. Textbook of biochemistry. 3 ed. New York, The Macmillan, 1963. 1423p.

WDSTROM, N.W. & JELLUM, M.D. Chromosomal location of genes controlling oleic and linoleic acid composition in the grain oil for two maize inbreds. **Crop Science, Madison, 24: 1113-5, 1984.**

- WILLIAMS, J.C.; PENNY, L.H.; SPRAGUE, G.F. Full-sib and half-sib estimates of genetic variance in an open-pollinated variety of corn. *Zea mays* L. **Crop Science**. Madison, 5, 125-9. 1965.
- WOODWORTH, C.M. ; LENG, E.R.; JUGENHEIMER, R.W. Fifty generations of selection for protein and oil in corn. In: DUDLEY, J.W., ed. **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison, Crop Science Society of America, 1974. p.121-31.
- ZANOTTO, M.D. Variabilidade genética e endogamia em duas populações de milho (*Zea mays*, L.) contrastantes para teor de óleo. Piracicaba, 1986. 62p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ZIMBACK, L. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em uma variedade de milho dentado braquítico opaco (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1985. 169p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

TABELAS

Tabela 3 – Valores médios obtidos para os caracteres teor de óleo (TO), rendimento de espiga (RE), peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), peso de 100 grãos (P100), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de sabugo (DS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e os respectivos intervalos de confiança (IC) a 5% de probabilidade, referentes às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Unidade	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
TO	%	4,7913	± 0,5752	5,0632	± 0,4953
RE	kg/5m ²	8,0151	± 1,4114	6,7178	± 1,4595
PE	g	167,1961	± 31,8209	144,1159	± 35,7507
PG	g	137,3087	± 28,3936	116,7647	± 29,6667
P100	g	32,3591	± 4,5466	29,0510	± 4,6892
NF	Nº fileira/espiga	12,5942	± 1,1592	13,3109	± 1,2111
GF	Nº grãos/fileira	35,3403	± 4,6352	33,2820	± 4,7696
DE	cm	4,5062	± 0,2690	4,2951	± 0,2864
CE	cm	17,0994	± 1,6263	17,1061	± 1,8103
DS	cm	2,7669	± 0,2052	2,8187	± 0,2208
AP	cm	161,6771	± 17,3733	167,1693	± 18,4596
AE	cm	83,9569	± 12,1048	87,2599	± 12,8467

Tabela 4 – Valores de significância dos quadrados médios obtidos a nível de médias de parcelas de 12 caracteres da planta da população Piranão VD-2, Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.

FV	GL	Caracteres											
		TO	RE ^{a/}	PE	PG	P100	NF	GF ^{d/}	DE ^{d/}	CE	DS	AP	AE
Machos	78	0,5385**	1,8654ns	1113,9295ns	916,1218ns	31,6741**	1,6489ns	18,3047ns	0,0703ns	3,3988 *	0,0363ns	304,0481ns	159,7797ns
Fêmeas/machos	165	0,2575**	1,4313ns	950,1545ns	719,7478ns	17,0965ns	1,4610**	23,7384ns	0,0716**	2,4320**	0,0317**	281,9909**	121,6970**
Erro	211	0,0805	1,2312	828,4959	671,6017	17,1694	0,8565	19,0286	0,0427	1,7420	0,0171	167,0387	83,7511
Dentro	2027 1789 ^{b/} 2112 ^{c/}	0,2372	-	2475,0927	1972,6368	39,9767	2,9942	56,6381	0,1521	5,8900	0,0569	334,1714	211,8513
CV _e %		5,97	13,38	17,25	18,91	12,87	7,36	12,36	4,57	7,69	4,79	7,92	10,71
CV _g %		4,52	3,21	3,10	4,14	4,80	1,39	-	-	2,32	1,01	1,16	2,92
b		0,76	0,24	0,18	0,22	0,37	0,19	-	-	0,30	0,21	0,15	0,27

a/ Análise feita com totais de parcela.

K = 4,1739 para To

b/ Valor correspondente ao grau de liberdade do TO.

K = 4,8087 para os demais caracteres

c/ Valor correspondente ao grau de liberdade de AP e AE.

K₁ = r = 2

d/ Caracteres com variância aditiva negativa.

K₂ = 6,1084.

Tabela 5 – Valores de significância dos quadrados médios obtidos a nível de médias de parcelas de 12 caracteres da planta da população Pirão VF-1. Piracaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

FV	GL	Caracteres											
		TO	RE ^{a/}	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
Machos	108	0,3085*	2,6943**	1590,9838**	1124,7593**	32,6697**	1,8691**	26,1707ns	0,1199**	3,5900ns	0,0618**	385,6088ns	198,8519*
Fêmeas/machos	249	0,2290**	1,6275**	973,3323**	658,5668**	16,1130*	1,2368**	20,3380**	0,0605**	2,8932**	0,0357**	320,4578*	142,4453ns
Erro	307	0,0748	0,8210	693,6854	484,6754	12,8762	0,8355	15,0567	0,0413	1,7917	0,0215	266,4068	128,0947
Dentro	2949 2568 ^{b/} 3048 ^{c/}	0,2258	-	2400,9942	1872,5527	41,4901	3,7405	62,8289	0,1601	6,9094	0,0670	459,2512	270,8793
CV _e %		5,40	13,48	18,25	18,86	12,35	6,87	11,87	4,74	7,76	5,21	9,75	12,96
CV _g		2,20	6,06	6,79	7,30	5,53	2,36	2,86	2,02	1,93	2,26	1,90	3,39
b		0,41	0,45	0,37	0,39	0,45	0,34	0,24	0,43	0,25	0,43	0,20	0,26

a/Análise feita com totais de parcela.

b/Valor correspondente ao grau de liberdade do TO.

c/Valor correspondente ao grau de liberdade de AE e AP.

$$K = 4,1511 \text{ para TO}$$

$$K = 4,8442 \text{ para os demais caracteres}$$

$$K_1 = r = 2$$

$$K_2 = 6,4207.$$

Tabela 6 – Estimativas para variância de machos ($\hat{\sigma}_m^2$), variância de fêmeas dentro de machos ($\hat{\sigma}_{f/m}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância genética dominante ($\hat{\sigma}_D^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progenies ($\hat{\sigma}_F^2$), variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e variância entre médias de famílias de meios irmãos ($\hat{\sigma}_F^2$), razão entre variância de dominância, variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$) e os respectivos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas individuais ($\hat{h}^2$) e ao nível de médias de família de meios irmãos ($\hat{h}_x^2$) para 12 caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba-SP. (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{f/m}^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_D^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}^2\%$	$\hat{h}_x^2\%$
TO ^{a/}	4,5991	8,8527	18,3963 ± 5,87	17,0144 ± 8,29	2,3650 ± 0,27	23,7170 ± 0,79	39,5338	8,8150	0,92	46,53	52,17
RE ^{a/}	7,1067	10,0041	28,4267 ± 21,87	11,5895 ± 45,04	123,1242 ± 11,93	-	-	30,5386	0,41	-	23,27
PE	26,8114	60,8293	107,2457 ± 133,93	136,0716 ± 294,90	313,7845 ± 23,24	2475,0927 ± 77,71	2876,5180	182,3603	1,27	3,73	14,70
PG	32,1482	24,0730	128,5928 ± 107,97	32,3007 ± 231,12	261,3792 ± 18,68	1972,6368 ± 61,93	2290,2372	149,9774	0,25	5,61	21,44
P100	2,3865	-0,0365	9,5460 ± 3,50	-9,6918 ± 6,11	8,8560 ± 0,43	39,9767 ± 1,26	51,1827	5,1853	-1,02	18,65	46,02
NFa/	3,0754	30,2236	12,3014 ± 20,03	108,5930 ± 41,22	23,3868 ± 2,61	299,4228 ± 9,40	356,1085	26,9934	8,83	3,45	11,39
GF	-0,8896	2,3549	-3,5582 ± 2,55	-10,6747 ± 6,86	7,2504 ± 0,53	56,6381 ± 1,78	65,3538	2,9966	3,00	-	-
DE ^{b/}	-0,1999	14,4510	-0,7995 ± 8,91	58,6033 ± 19,82	11,0311 ± 1,31	152,0773 ± 4,77	177,3594	11,5149	-73,30	-	-
CE ^{c/}	1,5829	3,4500	6,3315 ± 3,93	7,4683 ± 7,43	5,1712 ± 0,52	58,8998 ± 1,85	69,1039	5,5642	1,18	9,16	28,45
DS ^{b/}	0,7534	7,3221	3,0138 ± 4,39	26,2746 ± 8,85	19,8697 ± 0,51	56,9389 ± 1,79	84,8841	5,9447	8,72	3,55	12,67
AP	3,6110	57,4761	14,4438 ± 37,41	215,4607 ± 79,10	100,2044 ± 3,83	334,1714 ± 10,28	373,1428	49,7754	14,92	3,87	7,25
AE	6,2345	18,9730	24,9379 ± 18,70	50,9538 ± 36,37	41,3808 ± 2,08	211,8513 ± 42,46	278,4395	26,1574	2,04	8,96	23,83

a/ Valores das variâncias multiplicados por 10².

b/ Valores das variâncias multiplicados por 10³.

c/ Valores das variâncias multiplicados por 10.

TABELA 7 – Estimativas para variância de machos ($\hat{\sigma}_m^2$), variância de fêmeas dentro de machos ($\hat{\sigma}_{f/m}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância genética dominante ($\hat{\sigma}_D^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progenies ($\hat{\sigma}_d^2$), variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e variância fenotípica entre médias de famílias de meios irmãos ($\hat{\sigma}_F^2$), razão entre variância de dominância, variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$) e os respectivos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas individuais (h^2) e ao nível de médias de família de meios irmãos (h_x^2) para 12 caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba-SP. (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{f/m}^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_D^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}^2\%$	$\hat{h}_x^2\%$
TO ^{a/}	1,2382	7,7100	4,9527 ± 2,89	25,8873 ± 5,15	2,0405 ± 0,21	22,5848 ± 0,63	33,5687	4,8048	5,23	14,75	25,77
RE ^{a/}	16,6150	40,3250	66,4600 ± 24,38	94,8399 ± 40,16	82,0999 ± 6,61	-	-	41,9627	1,43	-	39,59
PE	96,1969	139,8235	384,7876 ± 144,19	174,5062 ± 251,88	198,0423 ± 17,30	2400,9942 ± 62,51	2835,0569	247,7898	0,45	13,57	38,82
PG	72,6077	86,9457	290,4309 ± 101,33	57,3519 ± 173,71	98,1198 ± 12,89	1872,5527 ± 48,75	2130,2259	175,1771	0,20	13,63	41,45
P100	2,5786	1,6184	10,3146 ± 2,89	-3,8410 ± 4,57	4,3113 ± 0,31	41,4901 ± 1,08	49,9984	5,0882	-0,37	20,63	50,68
NF ^{a/}	9,8478	20,0649	39,3913 ± 17,14	40,8687 ± 31,02	6,3339 ± 2,44	374,0539 ± 9,74	410,2968	29,1105	1,04	9,60	33,83
GF	0,9084	0,8225	3,6337 ± 2,47	-0,3435 ± 5,02	2,0868 ± 0,42	62,8289 ± 1,64	66,6466	4,0760	-0,09	5,45	22,29
DE ^{b/}	9,2511	9,6042	37,0053 ± 10,62	1,3951 ± 16,54	8,2503 ± 1,10	160,0674 ± 4,17	187,2013	18,6741	0,04	19,78	49,54
CE ^{c/}	1,0852	5,5075	4,3410 ± 3,42	17,6890 ± 6,83	3,6538 ± 0,48	69,0940 ± 1,80	79,3405	5,5913	4,07	5,47	19,41
DS ^{b/}	4,0650	7,0819	16,2599 ± 5,56	12,1401 ± 9,14	7,6690 ± 0,51	66,9616 ± 1,74	85,7956	9,6251	0,75	18,95	42,23
AP	10,1470	27,0255	40,5881 ± 36,97	67,5139 ± 80,48	174,5566 ± 4,89	459,2512 ± 11,76	670,9803	60,0571	1,66	6,05	16,90
AE	8,7851	7,1753	35,1405 ± 18,49	-6,4393 ± 37,59	73,9188 ± 2,48	270,8793 ± 6,94	360,7586	30,9704	0,18	9,74	28,37

^a Valores das variâncias multiplicados por 10².

^b Valores das variâncias multiplicados por 10³.

^c Valores das variâncias multiplicados por 10.

Tabela 8 – Estimativas dos progressos esperados (G_{s1}) por ciclo, para 11 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, com seleção massal em um só sexo, considerando-se a intensidade de seleção de 10%. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Unidade	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
		G_{s1} /ciclo	G_{s1} /ciclo (%)	G_{s1} /ciclo	G_{s1} /ciclo (%)
TO	%	0,2568	5,4081	0,0750	1,4799
PE	g	1,7552	1,0517	6,3432	4,3942
PG	g	1,3586	1,7210	5,5233	4,7307
P100	g	1,1712	3,6369	1,2804	4,4075
NF	Nº fileira/espiga	0,0572	0,4550	0,1707	1,2832
GF	Nº grãos/fileira	-	-	0,3907	1,1733
DE	cm	-	-	0,0751	1,7502
CE	cm	0,2114	1,2323	0,1353	0,7908
DS	cm	0,0091	0,337	0,0487	1,7300
AP	cm	0,6563	0,4020	1,3754	0,8219
AE	cm	1,3118	1,5355	1,6239	1,8595

Tabela 9 – Estimativas dos progressos esperados (G_{s2}) por ciclo, para 12 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF, com seleção entre famílias de meios irmãos, com sementes remanescentes, considerando-se a intensidade de seleção de 20%. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

Características	Unidade	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
		G_{s2}/ciclo	G_{s2}/ciclo	G_{s2}/ciclo	G_{s2}/ciclo
			(%)		(%)
TO	%	0,2168	4,5657	0,0791	1,5608
RE	kg/5m ²	0,1800	2,1711	0,3590	5,3412
PE	g	2,7792	1,6653	8,5543	5,9259
PG	g	3,6746	2,6813	7,6791	6,5771
P100	g	1,4670	4,5555	1,6002	5,5083
NF	Nº fileira/espiga	0,0829	0,6594	0,2525	1,9206
GF	Nº grãos/fileira	-	-	0,6299	1,8917
DE	cm	-	-	0,0948	2,2093
CE	cm	0,2970	1,7313	0,2032	1,1876
DS	cm	0,0137	0,5024	0,0580	2,0603
AP	cm	0,7164	0,4388	1,8328	1,0952
AE	cm	1,7064	1,9974	2,2097	2,5302

Tabela 10 – Produtos médios ao nível de médias de parcela^{a/}, relativos às combinações entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piranão VD-2, Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

FV	GL	Caracteres										
		RE	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
Machos	78	1,9385	83,1891	76,4744	16,5355	0,8165	2,8666	0,4213	5,5565	0,3995	16,7949	13,9504
Fêmeas/machos	165	0,4123	32,6593	25,3411	1,4839	0,2350	5,3369	0,0926	-0,6174	0,0160	2,9472	4,1406
Erro	211	0,5751	19,4384	17,6832	0,9118	0,3749	2,3187	0,1207	0,5174	0,0600	2,5396	2,2101

a/ Valores multiplicados por 10.

Tabela 11 – Produtos médios ao nível de médias de parcela^{a/}, relativos às combinações entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

FV	GL	Caracteres										
		RE	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
Machos	108	1,6735	57,9135	21,0730	1,5073	-0,0972	3,3165	0,2181	0,1751	-0,0303	9,8810	10,2455
Fêmeas/machos	249	0,3070	55,1444	9,5903	0,6727	0,4204	-0,0215	0,0408	0,5855	0,0463	0,8580	0,1225
Erro	307	0,2780	33,1785	2,3793	0,2625	-0,0245	0,8094	0,0091	0,2046	0,0030	-4,2780	-4,2230

a/Valores multiplicados por 10.

TABELA 12 – Produtos médios ao nível de médias de parcela relativos às combinações entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piranão VD-2. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

VF	GL	Caracteres									
		PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DSa/	AP	AE
Machos	78	22,4278	19,4535	2,0572	0,4922	2,2981	0,1605	0,6229	0,6636	4,8125	4,9038
Fêmeas/machos	165	14,1737	12,1347	1,2116	0,1716	1,8197	0,0928	0,3266	0,3156	4,3078	2,3209
Erro	211	12,2921	11,0121	0,9191	0,1264	1,5181	0,0423	0,0152	-0,0754	2,5932	2,1764

a/ Valores multiplicados por 10.

Tabela 13 – Produtos médios ao nível de médias de parcela, relativos às combinações entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piranão VF-1. Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

FV	Caracteres									
	GL	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DSa/	AP AE
Machos	108	44,0695	34,4081	4,0105	0,3446	4,7994	0,2446	1,3730	0,6720	9,5360 6,8010
Fêmeas/machos	249	25,1170	16,8179	1,8058	0,1756	1,9804	0,1164	0,7010	0,1435	6,3038 4,6182
Erro	307	9,6077	5,4519	0,3682	0,0601	0,9172	0,0292	0,2813	0,1500	1,3150 0,6157

a/Valores multiplicados por 10.

Tabela 14 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\acute{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\acute{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\acute{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\acute{O}V_D$), covariância ambiental ($C\acute{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\acute{O}V_F$) entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piratão VD-2a/ Piracicaba, SP. (Caterpillar), 1985/86.

	Caracteres										
	RE	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
C��V _m	2,4986	82,7217	83,7098	24,6408	0,9519	-4,0441	0,5380	10,1072	0,6279	22,6699	16,0595
C��V _{f/m}	-0,8142	66,1047	38,2899	2,8605	-0,6997	15,0910	-0,1404	-5,6735	-0,2203	2,0382	9,6525
C��V _e	5,7512	194,3838	176,8316	9,1180	3,7491	23,1869	1,2071	5,1736	0,6003	25,3959	22,1008
C��V _A	9,9944	330,8870	334,8390	98,5632	3,8078	-16,1762	2,1521	40,4289	2,5114	90,6794	64,2381
C��V _D	-13,2511	-66,4682	-181,6794	87,1212	-6,6064	76,5402	-2,7138	-63,1231	-3,3926	-82,5268	-25,6283
C��V _F	3,1736	136,1880	125,1955	27,0701	1,3366	4,6929	0,6897	9,0966	0,6540	27,4947	22,8380

a/ Valores das covariâncias multiplicados 10^2 .

Tabela 15 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre teor de óleo e 11 caracteres da planta da população Piranão VF-1a/ Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.

	Caracteres										
	RE	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
$C\hat{O}V_m$	2,1283	4,3128	17,8840	1,2999	-0,8061	5,1989	0,2761	0,6392	-0,1193	14,0530	15,7662
$C\hat{O}V_{f/m}$	0,1450	109,8296	36,0549	2,0506	2,2248	-4,1546	0,1586	1,9044	0,2167	25,6800	21,7275
$C\hat{O}V_e$	2,7800	331,7848	23,7929	2,6255	-0,2453	8,0937	0,0909	2,0462	0,0296	-42,7800	-42,2300
$C\hat{O}V_A$	8,5130	17,2512	71,5359	5,1996	-3,2246	20,7957	1,1044	-2,5567	-0,4772	56,2119	63,0648
$C\hat{O}V_D$	-7,9330	422,0671	72,6838	3,0027	12,1238	-37,4141	-0,4702	10,1743	1,3440	46,5081	23,8452
$C\hat{O}V_F$	2,6065	90,1981	32,8205	2,3476	-0,1513	5,1654	0,3396	0,2727	-0,0472	15,3893	15,9570

a/ Valores das covariâncias multiplicados por 10^2 .

Tabela 16 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\hat{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\hat{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\hat{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\hat{O}V_D$), covariância ambiental ($C\hat{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\hat{O}V_F$) entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piratão VD-2a/ Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.

	Caracteres									
	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
$C\hat{O}V_m$	135,1272	119,8155	13,8422	5,2483	7,8303	1,1084	4,8507	0,5698	8,2616	42,2849
$C\hat{O}V_{f/m}$	94,0812	56,1275	14,6268	2,2575	15,0812	2,5289	15,5685	1,9551	85,7302	7,2243
$C\hat{O}V_e$	1229,2104	1101,2149	91,9100	12,6439	151,8080	4,2264	1,5244	-0,7543	259,3219	217,6407
$C\hat{O}V_A$	540,5084	479,2619	55,3686	20,9933	31,3211	4,4336	19,4027	2,2791	33,0465	169,1397
$C\hat{O}V_D$	-164,1839	-254,7521	3,1386	-11,9632	29,0039	5,6818	42,8714	5,5415	309,8744	-140,2426
$C\hat{O}V_F$	367,1638	318,4714	33,6777	8,0574	37,6212	2,6283	10,1976	1,0864	78,7846	80,2800

a/ Valores das covariâncias multiplicados por 10^2 .

Tabela 17 – Estimativas obtidas para covariância de macho ($C\acute{O}V_m$), covariância de fêmeas dentro de machos ($C\acute{O}V_{f/m}$), covariância genética aditiva ($C\acute{O}V_A$), covariância genética dominante ($C\acute{O}V_D$), covariância ambiental ($C\acute{O}V_e$) e covariância de média de famílias de meios irmãos ($C\acute{O}V_F$) entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta da população Piranão VF-1a^a. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.

	Caracteres									
	PE	PG	P100	NF	GF	DE	CE	DS	AP	AE
$C\acute{O}V_m$	295,1781	273,9608	34,3383	2,6320	43,9000	1,9975	10,4653	0,8231	50,3403	33,9955
$C\acute{O}V_{f/m}$	775,4650	568,3000	71,8800	5,7775	53,16000	4,3575	20,9875	-0,0325	249,4400	200,1250
$C\acute{O}V_e$	960,7700	545,1850	36,8150	6,0050	91,7200	2,9200	28,1250	1,5000	131,4950	61,5700
$C\acute{O}V_A$	1180,7124	1095,8431	137,3530	10,5285	175,6200	7,9898	41,8615	3,2925	201,3612	135,9820
$C\acute{O}V_D$	1921,1476	1084,8969	150,1675	12,5815	37,0200	9,4403	42,0885	-3,1625	796,3988	664,5180
$C\acute{O}V_F$	686,3660	535,8925	62,4620	5,3670	74,7481	3,8095	21,3833	1,0466	148,5189	105,9223

a/ Valores das covariâncias multiplicados por 10^2 .

Tabela 18 – Estimativas de coeficientes de correlação entre rendimento de espiga e dez caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
	r_A	r_F	r_A	r_F
PE	0,9789	0,4920	0,7383	0,6731
PG	0,7927	0,4706	0,7888	0,6250
P100	0,3361	0,2676	0,5246	0,4275
NF	1,1226	0,2806	0,2058	0,1536
GF	-	0,3933	1,1301	0,5715
DE	-	0,4432	0,5095	0,4303
CE	0,4573	0,2474	0,7794	0,4415
DS	0,7786	0,2550	0,3167	0,1647
AP	0,1631	0,2021	0,3877	0,2958
AE	0,6353	0,2840	0,2814	0,2938

Tabela 19 – Estimativas de coeficientes de correlação entre teor de óleo e 11 caracteres da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
	r _A	r _F	r _A	r _F
RE	0,4370	0,1934	0,4692	0,1836
PE	0,7449	0,3397	0,0395	0,2614
PG	0,6884	0,3443	0,1886	0,1131
P100	0,7438	0,4004	0,0727	0,0475
NF	0,2531	0,0867	-0,2309	-0,0128
GF	-	0,0913	0,4902	0,1167
DE	-	0,2165	0,2580	0,1134
CE	1,1846	0,4107	-0,1744	0,0166
DS	1,0666	0,2857	-0,1682	-0,0219
AP	0,5563	0,1313	0,3965	0,0906
AE	0,2999	0,1504	0,4780	0,1308

Tabela 20 – Estimativas das respostas correlacionadas ($R_{y/x}$) por ciclo, no teor de óleo, quando uma seleção entre (20%) progenies de meios irmãos foi feita em 11 caracteres, da planta das populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
	$R_{TO/x/ciclo}$	$R_{TO/x/ciclo}$ (%)	$R_{TO/x/ciclo}$	$R_{TO/x/ciclo}$ (%)
RE	0,0633	1,3331	0,0460	0,9077
PE	0,0857	1,8048	0,0038	0,0750
PG	0,0957	2,0154	0,0189	0,3729
P100	0,1515	3,1905	0,0081	0,1598
NF	0,0256	0,5391	-0,0209	-0,4124
GF	-0,0327	-0,6887	0,0360	0,7103
DE	0,0702	1,4784	0,0283	0,5584
CE	0,1897	3,9950	-0,0120	-0,2368
DS	0,1140	2,4008	-0,0170	-0,3354
AP	0,0450	0,9477	0,0254	0,5012
AE	0,0440	0,9266	0,0397	0,7833

Tabela 21 – Estimativas das respostas correlacionadas ($R_{y/x}$) por ciclo em 11 características, quando uma seleção entre (20%) progenies de meios irmãos foi feita no teor de óleo das plantas da população Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, SP (Caterpillar), 1985/86.

Caracteres	Unidade	Piranão VD-2		Piranão VF-1	
		$R_{x/TO/ciclo}$	$R_{x/TO/ciclo}$	$R_{x/TO/ciclo}$	$R_{x/TO/ciclo}$
			(%)		(%)
RE	kg/5m ²	0,1178	1,4208	0,1359	2,0219
PE	g	3,9001	2,3369	0,2754	0,1908
PG	g	3,9467	2,8799	1,1421	0,9782
P100	g	1,1617	3,6074	0,0830	0,2857
NF	Nº fileiras/espiga	-0,0449	-0,3571	-0,0515	-0,3871
GF	Nº grãos/fileira	-0,1907	-0,5405	0,3320	0,9971
DE	cm	0,0254	0,5617	0,0176	0,4102
CE	cm	0,4765	2,7776	-0,0408	-0,2385
DS	cm	0,0296	1,0854	-0,0076	-0,2700
AP	cm	1,0688	0,6547	0,8974	0,5362
AE	cm	0,7572	0,8863	1,0068	1,1529

F I G U R A S

FIGURA 1 - Distribuição das médias para teor de óleo (%), referente as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N) e a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 2 - Distribuição das médias para rendimento de espiga ($\text{kg}/5\text{m}^2$), referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variância (AV) e a média geral ($\bar{X}$), com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 3 - Distribuição das médias para peso de espigas (g), referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba, SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 4 - Distribuição das médias para peso de grãos (g), referente à população Piranaõ VD-2 e Piranaõ VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variância (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 5 - Distribuição das médias para peso de 100 grãos (g) referente à população Piranão VD-2 e VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$), com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 6 - Distribuição das médias para número de fileiras de grãos (nº fileira/espiga), referente à população Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 7 - Distribuição das médias para número de grãos por fileira (Nº grãos/fileira) referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 8 - Distribuição das médias para diâmetro de espiga (cm) referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$), com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba- SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 9 - Distribuição das médias para comprimento de espiga (cm) referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N) a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 10 - Distribuição das médias para diâmetro de sabugo(cm) referente às populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$), com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 11 - Distribuição das médias de altura de planta (cm), referentes as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando-se o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$), com o respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

FIGURA 12 - Distribuição das médias de altura de espiga (cm), referentes a população Piranão VD-2 e Piranão VF-1, destacando o número de médias (N), a amplitude de variação (AV) e a média geral ($\bar{X}$) com respectivo intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Piracicaba-SP. (Caterpillar). 1985/86.

A P Ê N D I C E

Tabela 1 – Análise do grão de milho dentado amarelo (INGLET, 1970).

Componente	Amplitude (%)
Amido	64,0 – 79,0
Proteína	9,3 – 10,7
Lipídeos	4,0 – 4,8
Fibras	2,1 – 2,3
Cinzas	0,9 – 1,5

Tabela 2 – Composição química média do grão maduro de milho e de seus componentes (EARLE et alii, 1956).

Fração	Grão (%)	Amido (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Açúcares (%)	Cinza (%)
Grão inteiro	-	71,5	10,3	4,8	2,0	1,4
Endosperma	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Embrião	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Pericarpo	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8
Ponta	0,8	5,3	9,1	3,8	1,6	1,6

Tabela 3 - Estimativas de variância aditiva (σ_A^2), variância de dominância (σ_D^2), razão entre variância de dominância e variância aditiva (σ_D^2/σ_A^2), média ($\bar{x}$), herdabilidade ao nível da planta (h^2), herdabilidade ao nível média de parcelas (h_p^2), coeficiente de variação genética (CV_g), índice de variação (CV_g/CV_e) e ganho de seleção para o conteúdo de óleo em grãos G_s em diferentes populações.

População	Nº de Famílias	σ_A^2 (%) ²	σ_D^2 (%) ²	σ_D^2/σ_A^2	$\bar{x}$ (%)	h^2 (%)	h_p^2 (%)	CV_g (%)	CV_g/CV_e	G_s (%)	Referência
Variedades sintéticas resultante do cruzamento Ford's High Oil x Iowa High Oil	256	66,80	-5,48	-	8,85						EL ROUBY & PENNY (1967)
Synthetic nº 1 - Geração 68ª da seleção divergente para óleo da variedade Burr's White Illinois high oil x Illinois low oil											
F ₂	85	155,00	20,00	0,13	5,19						
F ₆	84	81,20	18,90	0,23	6,49						
Centralmex HS IV M III b/	300	21,11			4,74	85,80		4,80	0,56	9,49	MORENO GONZALEZ et al (1975)
ESALO VD-opaco	364	142,34			5,32			11,20	0,68		MIRANDA et al (1975)
Reid yellow dent CO (sem seleção) ^{c/}	240	1,40	0,30	0,21	3,83						TOSELLO & GERALDI (1980a)
Reid yellow dent Cg (sem seleção) ^{c/}	240	1,60	-0,50		7,15						MILLER et al (1981)
Piranão VD-2	150	135,19			4,62	64,99	43,00	12,59	1,68	1,79	MILLER et al (1981)
Piranão VF-1	150	63,15			4,68	46,67		8,47	1,45	6,71	BIANCO (1984)
Milho dentado braquítico opaco (1 espiga)	200	22,67			5,55	12,22	10,36	4,29	0,24	3,47	BIANCO (1984)
Milho dentado braquítico opaco (prolífico)	200	27,06			6,10	13,67	8,98	4,26	0,22	2,63	ZIMBACK (1985)
ESALO VF-1 (selecionada para produtividade)	144	49,20			5,31	45,79	15,35	6,60	0,30	4,18	ZANOTTO (1986)
ESALO VF-1 (Erbão grande)	121	7,92			6,21	9,85	3,41	2,26	0,13	6,46	ZANOTTO (1986)
Médias de 4 estimativas	-	82,20	8,70	0,19	-	76,70	-	-	-	-	HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981)

a) Valores das variâncias multiplicados por 10².

b) Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

c) Dados transformados em $\sqrt{\% \text{ óleo}}$.

Tabela 4 - Estimativas de variância aditiva (σ_A^2), variância de dominância (σ_D^2), razão entre variância de dominância e variância aditiva (σ_D^2/σ_A^2) e herdabilidade ao nível de plantas ($\hat{h}^2$) para o rendimento de grãos em diferentes populações de milho.

População	Nº de famílias avaliadas	σ_A^2 (g/pta) ²	σ_D^2 (g/pta) ²	σ_D^2/σ_A^2	$\hat{h}^2$ (%)	Referência
Centralmex MI VI	450	335	60	0,18	-	VALOIS & MIRANDA FILHO (1984)
ESALQ PB 4	570	146	114	0,78	23,00	BENITEZ & TORRES (1986)
ESALQ PB 5	904	85	98	1,14	15,00	BENITEZ & TORRES (1986)
ESALQ PB 4	343	424	-	-	14,17	SAMPAIO (1986)
ESALQ PB 5	245	243	-	-	12,35	SAMPAIO (1986)
PIRANÃO VD-2 B	100	423	-	-	13,16	SOARES FILHO (1987)
PIRANÃO VF-1 B	100	879	-	-	25,12	SOARES FILHO (1987)
ESALQ PB-1-II	100	227	-	-	5,95	BIGOTO (1988)
ESALQ PB-1-III a	500	240	-	-	7,26	BIGOTO (1988)
ESALQ PB-1-III b	147	247	-	-	8,23	BIGOTO (1988)
ESALQ PB-1 IV	500	54	-	-	1,85	BIGOTO (1988)
ESALQ PB-1 V	196	217	-	-	9,10	BIGOTO (1988)
SUWAN DMR	384	348	-	-	16,52	CANTON (1988)
ESALQ PB-2 (S1)	200	107	-	-	-	MARQUES (1988)
ESALQ PB-3 (S1)	200	96	-	-	-	MARQUES (1988)
ESALQ PB-2 (S2)	240	418	-	-	-	MARQUES (1988)
ESALQ PB-3 (S2)	240	311	-	-	-	MARQUES (1988)
Média 58 estimativas	-	309	-	-	11,00	VENCOVSKY et alii (1988)

Tabela 5 – Estimativas de variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$), razão entre variância de dominância e variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$) e herdabilidade ao nível de plantas ($\hat{h}^2$) para altura de plantas e altura de espigas em diferentes populações de milho braquioto.

População	Nº Famílias testadas	Altura de Plantas				Altura de Espigas				Referências
		$\hat{\sigma}_A^2$ (cm/pla) ²	$\hat{\sigma}_D^2$ (cm/pla) ²	$\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}^2$ (%)	$\hat{\sigma}_A^2$ (cm/pla) ²	$\hat{\sigma}_D^2$ (cm/pla) ²	$\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}^2$ (%)	
Piranão VD-2	150	317	-	-	99,00	278	-	-	117,00	BIANCO (1984)
Piranão VF-1	150	241	-	-	80,00	139	-	-	80,00	BIANCO (1984)
ESALQ PB-1 ^{a/}	1000	218	-	-	42,88	119	-	-	40,21	SANTOS (1985)
Cravo x ESALQ PB-1 ^{a/}	196	163	-	-	40,50	73	-	-	31,97	SANTOS (1985)
Entrelaçado x ESALQ PB-1 ^{a/}	196	257	-	-	51,90	88	-	-	31,42	SANTOS (1985)
Dentado Braquioto Opaco	100	328	-	-	55,21	229	-	-	57,04	ZIMBACK (1985)
ESALQ PB-4	570	289	-	-	46,00	149	-	-	47,00	BENITEZ TORRES (1986)
ESALQ PB-5	904	180	50	0,28	26,00	96	36	0,38	23,00	BENITEZ TORRES (1986)
ESALQ PB-4	343	320	-	-	105,00	194	-	-	86,00	SAMPAIO (1986)
ESALQ PB-5	245	202	-	-	55,00	151	-	-	65,00	SAMPAIO (1986)
ESALQ VF-1	144	94	-	-	13,38	87	-	-	17,00	ZANOTTO (1986)
ESALQ VF-1	121	170	-	-	21,39	187	-	-	33,00	ZANOTTO (1986)
Piranão VD-2B ^{b/}	100	314	-	-	66,32	162	-	-	71,61	SOARES FILHO (1987)
Piranão VF-1B ^{b/}	100	698	-	-	72,49	394	-	-	63,48	SOARES FILHO (1987)

a/ Média de dois locais.

b/ Média de dois locais e seis ensaios.

Tabela 6 - Estimativas de variância aditiva (σ_A^2), variância de dominância (σ_D^2), razão entre variância aditiva e variância de dominância (σ_A^2/σ_D^2) e herdabilidade ao nível de médias de progênie ($\hat{h}_x^2$) no sentido restrito do comprimento de espiga em diferentes populações de milho.

Populações	σ_A^2 (cm/espiga)	σ_D^2 (cm/espiga)	σ_D^2/σ_A^2	$\hat{h}_x^2$	Referências
MASS X J607	107,00	80,20	0,75	-	KHERA et al (1985)
J607 X MASS	96,80	-48,50	-	-	KHERA et al (1985)
MASS X J607	117,50	-37,00	-	-	KHERA et al (1985)
ESALQ PB-1	139,44	-	-	43,77	SANTOS (1985)
Cravo X ESALQ PB-1	96,21	-	-	35,65	SANTOS (1985)
Entrelaçado X ESALQ-PB 1	191,61	-	-	65,56	SANTOS (1985)
Composto Rattan (opaco-2)	-2,00	227,00	-	-	PAL et al (1986)
ESALQ PB-2 ($\sigma_D^2 = \sigma_A^2$)	83,04	-	-	53,50	MARQUES (1988)
ESALQ PB-2 ($\sigma_D^2 = 0$)	93,42	-	-	60,20	MARQUES (1988)
ESALQ PB-3 ($\sigma_D^2 = \sigma_A^2$)	99,46	-	-	59,70	MARQUES (1988)
ESALQ PB-3 ($\sigma_D^2 = 0$)	111,90	-	-	67,20	MARQUES (1988)
Média 36 estimativas	152,40	50,40	0,37	38,10	HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981)

Valores das variâncias multiplicados por 10^2 .

Tabela 7 - Estimativas de variância aditiva (σ_A^2), variância de dominância (σ_D^2), razão entre variância aditiva e variância de dominância (σ_D^2/σ_A^2) e herdabilidade ao nível de médias de progênie ($\hat{h}_x^2$) no sentido restrito do diâmetro de espiga em diferentes populações de milho.

Populações	σ_A^2 (cm/espiga) ²	σ_D^2 (cm/espiga) ²	σ_D^2/σ_A^2	$\hat{h}_x^2$	Referências
ZAC 58 (Orig.)	5,4	-10,4	-	13,61	VARGAS et al (1982)
ZAC 58 SM10	-0,4	7,70	-	-	VARGAS et al (1982)
ESALQ PB-1	5,00	-	-	54,55	SANTOS (1985)
Cravo X ESALQ PB-1	6,39	-	-	42,27	SANTOS (1985)
Entrelaçado X ESALQ PB-1	8,14	-	-	54,21	SANTOS (1985)
ESALQ PB-2 ($\sigma_A^2 = \sigma_D^2$)	4,46	-	-	52,30	MARQUES (1986)
ESALQ PB-2 ($\sigma_D^2 = 0$)	5,00	-	-	58,80	MARQUES (1986)
ESALQ PB-3 ($\sigma_A^2 = \sigma_D^2$)	4,73	-	-	57,6	MARQUES (1986)
ESALQ PB-3 ($\sigma_D^2 = 0$)	5,32	-	-	64,80	MARQUES (1986)
Piranão - VD - 2B	7,61	-	-	32,21	SOARES FILHO (1987)
Piranão VF - 1B	1,71	-	-	7,19	SOARES FILHO (1987)
Média 35 estimativas	4,60	0,90	0,33	36,10	HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981)

Valores das variâncias multiplicados por 10^2 .

Tabela 8 – Estimativas da variância genética aditiva (σ_A^2), do coeficiente de herdabilidade ao nível de média de progênie (h_x^2), para o caráter diâmetro de sa-
bugo, em diferentes populações de milho.

POPULAÇÕES	σ_A^2 (cm/espiga) ²	h_x^2 (%)	Referências
Iowa Stiff S. Synthetic (CO)	27,60	39,00	HALLAUER (1971)
Iowa Stiff S. Synthetic (C ₄)	12,10	44,00	HALLAUER (1971)
Corn Borer Synthetic (CBO)	19,30	39,00	HALLAUER (1971)
Corn Borer Synthetic (CB ₄)	16,10	39,00	HALLAUER (1971)
Iowa Stiff S. Synthetic	19,00	75,00	OBILANA & HALLAUER (1974)
Inbreed lines no selected (synt.)	38,00	44,00	BARTUAL & HALLAUER (1976)
Iowa Stiff S. Synthetic	1,50	51,00	OBILANA & HALLAUER (1977)
BS10 x BS11	16,80	-	OBILANA et al (1979)
ESALQ PB-1	19,26	44,88	SANTOS (1985)
Cravo x ESALQ PB-1	39,85	55,37	SANTOS (1985)
Entrelaçado x ESALQ PB-1	49,96	66,90	SANTOS (1985)
Média de 35 estimativas	16,60	37,00	HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981)

Valores das variâncias multiplicados por 10³.

Tabela 9 – Estimativas da variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$), razão entre variância de dominância e variância aditiva ($\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$) e herdabilidade ao nível de médias de progênie ($\hat{h}^2_{\bar{x}}$) para peso de 100 grãos em diferentes populações de milho.

População	$\hat{\sigma}_A^2$ (g) ²	$\hat{\sigma}_D^2$ (g) ²	$\hat{\sigma}_D^2/\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}^2_{\bar{x}}$	Referências
Iowa High Oil Sintetic nº 1	11,30	-2,52	-	-	EL ROUBY & PENNY (1967)
Composto Dentado A-Branco	11,71	-	-	34,21	QUEIROZ (1969)
Composto Dentado A-Amarelo	14,28	-	-	44,10	QUEIROZ (1969)
Centralmex	8,87	-	-	52,41	MOTA (1974)
ESALQ VD-2 Opaco	10,89	-	-	79,87	TOSELLO & GERALDI (1980)
Reid Yellow Dent (Ciclo 0)	4,41	1,85	0,42	-	MILLER et al ¹ (1981)
Reid Yellow Dent (Ciclo 5)	8,26	-1,31	-	-	MILLER et al ¹ (1981)
Composto Braquítico VD opaco(uma espiga)	11,41	-	-	58,46	ZIMBACK (1985)
Composto Braquítico VD Opaco(prolífico)	7,14	-	-	40,83	ZIMBACK (1985)

TABELA 10 – Estimativas de variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), herdabilidade a nível de plantas ($\hat{h}^2$) e herdabilidade ao nível de média de progênie ($\hat{h}_x^2$) para número de grãos por fileira (GF) e número de fileiras por espiga (NF), em diferentes populações de milho.

População	Número de grãos por fileira		Número de fileiras por espiga		Referências
	$\hat{\sigma}_A^2$ (gr./fil.) ²	h^2	$\hat{h}_x^2$	$\hat{\sigma}_A^2$ (fil./esp.) ²	
Inbred lines	145,50	-	46,50	234,00	-
American Early (dens.baixa)	109,00	-	-	859,80	-
American Early (dens.alta)	68,00	-	-	375,10	-
ESALQ PB-1	112,67	41,40	67,40	104,39	27,66
Cravo x ESALQ PB-1	220,87	51,11	64,24	107,42	29,37
Entrelaçado x ESALQ PB-1	140,33	29,41	51,79	617,51	21,00
					45,50
					40,70
					45,85
					37,04
Média de 18 estimativas	-	-	-	189,00	-
					57,00
					HALLAUER & MIRANDA FILHO (1981)

Valores das variâncias multiplicados por 10².

Tabela 11 – Resultados da análise química do solo da área experimental. Caterpillar, Piracicaba, SP.

Parâmetros	Valores
pH em H ₂ O	4,5
M.O.	2,3%
P	20 µg/ml
Ca ⁺⁺	2,68 meq/100 ml
Mg ⁺⁺	0,48 meq/100 ml
K ⁺	0,70 meq/100 ml
S bases	3,86 meq/100 ml
CTC	8,76 meq/100 ml
V	44,06%

Tabela 12 – Média mensal de temperatura mínima, temperatura máxima, unidade relativa e de precipitação pluviométrica nos anos 1985/86 em Piracicaba, SP.

Meses	1985/86	Norm.a/	1985/86	Norm.a/	1985/86	Norm.a/
Set.	13,8	13,2	28,4	30,7	64	63
Out.	15,3	15,9	32,3	28,6	62	74
Nov.	17,2	17,1	32,4	29,1	63	75
Dez.	18,0	18,6	31,9	30,1	65	80
Jan.	19,2	18,2	32,5	29,8	70	77
Fev.	19,4	17,9	30,6	30,7	76	76
Mar.	18,4	15,9	30,7	30,5	79	75

a/ Normais, ou médias de 70 anos.

Tabela 13 – Relação dos coeficientes de variação experimental (CVe%) de caracteres de planta, observados em diversas populações.

Caracteres	Coeficiente de Variação (CVe%)			
	Amplitude	Valores médios	Nº de estimativas	Fontes bibliográficas ^a
RE	4,20-36,70	15,2	201	2,6,7,8,10,11,12,15,16,17,18,19
P100	4,40- 9,19	5,97	4	5,13
NF	2,40- 7,90	6,60	6	1,4,5,9
GF	8,31-17,98	11,36	7	9,5,12
DE	3,20- 7,90	4,90	21	2,10,12,15
CE	5,60-11,90	8,32	9	1,3,4,6,9
DS	3,20- 6,00	4,60	18	10,12,15
AP	3,60- 9,20	5,60	52	2,6,8,11,12,15,16
AE	4,90-15,20	8,10	54	2,6,8,10,11,12,15,16

^a 1: MARQUES-SANCHEZ & HALLAUER, 1970; 2: EL-LAKANY & RUSSELL, 1971; 3: HALLAUER, 1971; 4: MIRANDA F^o *et alii*, 1972; 5: MOTA, 1974; 6: OBILANA & HALLAUER, 1974; 7: NASPOLINI F^o, 1975; 8: VALVA, 1976; 9: GALAL *et alii*, 1977; 10: OBILANA *et alii*, 1979; 11: PATERNIANI *et alii*, 1982; 12: SANTOS, 1985; 13: ZIMBACK, 1985; 14: MARTINS, 1986; 15: SAMPAIO, 1986; 16: SOARES F^o, 1987; 17: BIGOTO, 1988; 18: CANTON, 1988; 19: MARQUES, 1988; 20: VENCovsky *et alii*, 1988.