USO DE SEMENTES AUTOFECUNDADAS E DE POLINIZAÇÃO LIVRE NO MELHORAMENTO DO CONTEÚDO DE ÓLEO EM DUAS SUBPOPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.)

LUIZ ALBERTO ROCHA BATISTA

Engenheiro Agrônomo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

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
Junho, 1981

A você

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expressamos os nossos agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho; de maneira especial, às seguintes pessoas e instituições:

Professor Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO, pela valiosa orientação e estímulo constantes durante o curso;

CARMEN CÉLIA DI LELLO BATISTA, amiga e companheira no lar, pelo carinho e efetiva colaboração;

Professor Dr. ERNESTO PATERNIANI, Diretor do Instituto e Chefe do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, pelas críticas e sugestões;

Dr. LUIS HERNAN RODRIGUEZ DE CASTRO, pela colaboração nas análises estatística e elaboração dos programas para a computação dos dados;

Professor Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO, pela colaboração na revisão dos modelos matemáticos, das análises estatísticas e pelas críticas e sugestões;

Professor ANTONIO PÁDUA CARNEIRO, pela revisão do manuscrito;

ROSE MARY e ZENAIDE, bibliotecárias do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, pela ajuda na revisão da literatura;

ELEN, pelas fotografias;

ALEXANDRE e ELIEIDE, pela datilografia do manuscrito;

COLEGAS do Curso de Pós-Graduação e do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, pela amizade e companheirismo;

Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, nas pessoas de seus PROFESSORES e FUNCIONÁRIOS, pelos ensinamentos, estímulo e amizade;

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, nas pessoas de seus CHEFES e FUNCIONÁRIOS, pela amizade e apoio;

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, pela oportunidade de treinamento a nível de pós-graduação.

CURRICULUM VITAE

LUIZ ALBERTO ROCHA BATISTA, filho de Jocelino Batista da Silva e Rosa Rocha Batista, nasceu em Araçatuba, Estado de São Paulo, em 14 de agosto de 1951. Iniciou e completou os estudos básicos em Araçatuba. Graduou-se em Engenharia Agrônômica, em dezembro de 1974, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, campus de Jaboticabal, SP. Em 1975 ingressou na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), desenvolvendo a atividade de pesquisas em milho e sorgo no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em Planaltina, DF. Recebeu o título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, em 1980, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Desde agosto daquele ano ocupa o cargo de Coordenador do Projeto "Estabelecimento das Culturas de Milho e Sorgo na Região dos Cerrados". Atualmente exerce também a função de Coordenador do Subprograma "Culturas Anuais", desenvolvendo pesquisas na área de Melhoramento de Milho.

ÍNDICE

Página

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. Fatores que afetam o conteúdo de óleo nos grãos de milho.....	8
2.2. Efeito maternal e da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo.....	12
2.3. Alteração na morfologia dos grãos resultantes da seleção para óleo.....	24
2.4. Capacidade de armazenamento energético em mi- lho.....	29
3. MATERIAL.....	35
4. MÉTODOS.....	39
4.1. Obtenção das subpopulações.....	39
4.1.1. Subpopulação 01 (ESALQ VF-1 Original) ..	39
4.1.2. Subpopulação 02 (ESALQ VF-1 Embrião Grande).....	43
4.2. Execução experimental.....	45
4.3. Análises estatística.....	47

Página

4.3.1. Análise dentro de tipos de espigas.....	49
4.3.2. Análise entre tipos de espigas.....	53
4.3.3. Análise entre subpopulações.....	57
4.3.4. Análises de correlações.....	61
5. RESULTADOS.....	63
5.1. Distribuição das frequências.....	63
5.2. Variabilidade presente.....	65
5.3. Efeito entre tipos de espigas.....	70
5.4. Efeito entre subpopulações.....	71
5.4.1. Dentro de tipos de espigas.....	72
5.4.2. Entre tipos de espigas.....	73
5.5. Análise de correlações fenotípicas.....	74
6. DISCUSSÃO.....	77
6.1. Seleção para tamanho do embrião.....	77
6.2. Avaliação direta de grãos com diferentes fontes polinizadora.....	81
7. CONCLUSÕES.....	89
LITERATURA CITADA.....	93
TABELAS DE RESULTADOS.....	108
FIGURAS.....	119
APÊNDICE.....	124

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
A	Análise da variância para porcentagem de óleo, dentro de uma subpopulação para um dado tipo de espiga.....	51
B	Análise da variância para porcentagem de óleo, dentro de uma subpopulação e entre tipos de espigas.....	56
C	Análise da variância para porcentagem de óleo, entre subpopulações.....	60
1	Análise da variância, coeficientes de <u>va</u> riação (C.V.) entre e dentro de espigas e coeficiente de repetibilidade (r) <u>en</u> tre espigas, relativos às determinações realizadas entre e dentro de espigas da subpopulação 01, no caráter porcentagem de óleo.....	109
	1a. Espigas autofecundadas.....	109
	1b. Espigas de polinização livre.....	109
2	Análise da variância, coeficientes de <u>va</u> riação (C.V.) entre e dentro de espigas e coeficiente de repetibilidade (r) <u>en</u>	

Tabela

Página

	tre espigas, relativos às determinações realizadas entre e dentro de espigas da subpopulação 02, no caráter porcentagem de óleo.....	110
	2a. Espigas autofecundadas.....	110
	2b. Espigas de polinização livre.....	110
3	Contrastes entre tipos de espigas ($E_2 - E_1$) dentro das subpopulações (P_1 e P_2), para as características de: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Valores do contraste (V.C.) e percentual relativo destes valores (%).....	111
4	Análise da variância entre tipos de espigas dentro das subpopulações, para o caráter porcentagem de óleo, considerando fixo o efeito de tipos de espigas.....	112
	4a. Subpopulação 01.....	112
	4b. Subpopulação 02.....	112
5	Progressos obtidos pela seleção dentro de famílias de meios-irmãos para embrião grande ($P_2 - P_1$), nos caracteres de peso e volume de 100 grãos, densidade e por	

Tabela

Página

	centagem de óleo dos grãos. Valores do contraste (V.C.) e porcentual relativo destes valores (%) 113	113
	5a. Entre subpopulações (P) e dentro de tipos de espigas (E)..... 113	113
	5b. Entre subpopulações e entre tipos de espigas (P_ E_) 113	113
6	Análise da variância entre subpopulações, para característica porcentagem de óleo. Considerando fixo os efeitos de tipos de espigas, subpopulações e da interação destes, sendo os demais aleatórios..... 114	114
7	Coeficientes de correlação fenotípica en tre as médias dos caracteres: peso e vo lume de 100 grãos, densidade e porcenta gem de óleo dos grãos. Dentro (Tab. 7a) e entre (Tab. 8b) tipos de espigas (E_1 e E_2) para a subpopulação 01..... 115	115
	7a. Dentro de tipos de espigas..... 115	115
	7b. Entre tipos de espigas..... 115	115
8	Coeficientes de correlação fenotípica en tre as médias dos caracteres: peso e vo lume de 100 grãos, densidade e porcenta	

Tabela

Página

	gem de óleo dos grãos. Dentro (Tab. 8a)	
	e entre (Tab. 8b) tipos de espigas (E_1 e	
	E_2) para a subpopulação 02.....	116
	8a. Dentro de tipos de espigas.....	116
	8b. Entre tipos de espigas.....	116
9	Coeficientes de correlação fenotípica en	
	tre as médias dos caracteres: peso e vo	
	lume de 100 grãos, densidade e porcenta	
	gem de óleo dos grãos, entre subpopula	
	ções (P_1 e P_2). Para as espigas autofe	
	cundadas (Tab. 9a) e de polinização li	
	vre (Tab. 9b).....	117
	9a. Espigas autofecundadas (E_1).....	117
	9b. Espigas de polinização livre (E_2).....	117
10	Coeficientes de correlação fenotípica en	
	tre as médias dos caracteres: peso e vo	
	lume de 100 grãos, densidade e porcenta	
	gem de óleo dos grãos, entre subpopula	
	ções (P_1 e P_2) e tipos de espigas (E_1 e	
	E_2).....	118
	10a. Subpopulação 01 com espigas autofe-	
	cundadas (P_1E_1) e subpopulação 02	
	com espigas de polinização livre	
	(P_2E_2).....	118

Tabela

Página

10b. Subpopulação 01 com espigas de poli- nização livre (P_1E_2) e subpopulação 02 com espigas autofecundadas (P_2 E_1).....	118
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
A	Cortes transversal (ao topo) e longitudinal (ao meio) e visão frontal (abaixo), com detalhes para o embrião, de grãos de milho da subpopulação 01 com valores extremos de conteúdo de óleo (P_{1A} = maior valor e P_{1B} = menor valor), obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2).....	67
B	Cortes transversal (ao topo) e longitudinal (ao meio) e visão frontal (abaixo), com detalhes para o embrião, de grãos de milho da subpopulação 02 com valores extremos de conteúdo de óleo (P_{2A} = maior valor e P_{2B} = menor valor), obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2).....	67
1	Polígono das freqüências relativas ao peso de 100 grãos das espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.....	120

Figura

Página

2	Polígono das frequências relativas ao peso de 100 grãos das espigas autofe- cundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.....	121
3	Polígono das frequências relativas a densidade dos grãos das espigas auto- fecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.....	122
4	Polígono das frequências relativas à porcentagem de óleo dos grãos das es- pigas autofecundadas (E_1) e de poliniza- ção livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1. Média de determinações.....	123

RESUMO

USO DE SEMENTES AUTOFECUNDADAS E DE POLINIZAÇÃO LIVRE NO MELHORAMENTO DO CONTEÚDO DE ÓLEO EM DUAS SUBPOPULAÇÕES DE MILHO (Zea mays L.)

Luiz Alberto Rocha Batista

Geraldo Antonio Tosello

O germoplasma Flint Composto, posteriormente denominado de ESALQ VF-1, serviu como base genética na formação da subpopulação 01 (ESALQ VF-1 Original) e da subpopulação 02 (ESALQ VF-1 Embrião Grande), através da seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos.

Para a subpopulação 01 este tipo de seleção foi efetuado, visando à elevação da sua produtividade de grãos.

Na subpopulação 02 a seleção entre famílias visou à elevação da produtividade de grãos, enquanto que a praticada dentro das famílias de meios-irmãos visou ao aumento relativo do em brião pela seleção visual para embrião grande.

Com o uso de sementes provenientes de espigas au tofecundadas e de polinização livre (ambas de uma mesma plan ta) destas subpopulações, o presente trabalho objetivou veri ficar os efeitos sobre a contribuição de fonte maternal, da fonte polinizadora e da seleção dentro de famílias de meios-irmãos, para embrião grande, e as implicações destes efe tos em futuros programas de melhoramento populacional, que visem à elevação do conteúdo de óleo nos grãos de milho. As características avaliadas foram o peso e o volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos.

Os resultados, obtidos pela análise direta de se mentes autofecundadas em relação às de polinização livre, revelaram efeitos de depressão por endogamia de 3,5%, para peso e volume de 100 grãos, e de 4% para porcentagem de óleo, na subpopulação 01; de 3%, para peso e volume de 100 grãos, e de 8% na porcentagem de óleo dos grãos, da subpopulação 02. Indicaram a participação efetiva da fonte polinizadora nas características de peso, volume e porcentagem de óleo da subpopulação 01, e somente na porcentagem de óleo da subpopula ção 02.

A seleção visual para embriões maiores não foi eficiente para a elevação do conteúdo de óleo nos grãos do

germoplasma estudado, devido à elevada relação natural entre o embrião e o grão todo, que este apresenta. Contudo, obteve-se um aumento de variabilidade na característica porcentagem de óleo nos grãos da subpopulação selecionada.

Em futuros programas de melhoramento, as progênies poderão ser selecionadas, tanto através de sementes autofecundadas como de polinização livre, pois as correlações existentes entre estes dois tipos de sementes são positivas e elevadas para as características de peso ($r = 0,70^{**}$), volume ($r = 0,68^{**}$) e porcentagem de óleo ($r = 0,67^{**}$), não o sendo para a característica densidade dos grãos ($r = -0,06^{ns}$). Contudo, o uso de sementes de polinização livre proporciona menores custos operacionais ao programa.

SUMMARY

BREEDING CORN (Zea mays L.) SUBPOPULATION FOR OIL
CONTENT BY MEANS OF OPEN OR SELF POLLINATED SEEDS

Luiz Alberto Rocha Batista

Geraldo Antonio Tosello

The flint composite germplasm denominated ESALQ-VF-1 was used as the genetic basic material to form the subpopulation 01 (ESALQ-VF-1 Original) and subpopulation 02 (ESALQ-VF-1 Large Embryo) through selection among and within half-sib families.

Selection in the subpopulation 01 was mainly for grain yield, and for subpopulation 02 selection was performed for both grain yield among half-sib families and for embryo

size within the half-sib families.

Self and open pollinated seeds were used in order to detect the possible maternal seed effect, pollen source effect and the effectiveness of selection for embryo size, and the implication of these effects in the breeding program for oil content. In order to evaluate these effects, 100 kernel weight, volume, density and oil percentage were measured.

The results obtained from the analyses of self pollinated seeds in relation to the open seeds showed an inbreeding depression of 3.5% for 100 kernel weight and volume, and 4.0% for oil content, in the subpopulation 01. The subpopulation 02 presented the same performance, 3% of depression for 100 kernel weight and volume, and 8% for oil content. The results are indicative of a positive pollen source effect in the subpopulation 01 on the weight, volume and oil content, but in the subpopulation 02, only the oil content was affected

Visual selection for embryo size was not efficient to increase the seed oil content of the subpopulation 02, because of the great natural relationship between the embryo and the whole grain. Besides this fact, an increase in variability for oil content was obtained throughout the selection.

From the present work it can be concluded that both kind of seeds can be used in the breeding program for

oil content, as has been shown by the high correlation coefficient between them for seed weight ($r = 0.70^{**}$), volume ($r = 0.68^{**}$), oil percent ($r = 0.67^{**}$) and no correlation for density ($r = -0.06$ ns).

1. INTRODUÇÃO

Dados arqueológicos obtidos no México e Perú indicam que o milho foi uma das primeiras plantas a serem domesticadas pelo indígena americano. Juntamente com outras espécies cultivadas, desempenhou importante papel na sobrevivência desses povos. É aceito o fato de que este cereal foi submetido a alguma forma de seleção pelo homem desde a sua domesticação até os dias de hoje. A ocorrência desta escolha se deve a que sua colheita é realizada separadamente por planta, contrário do que ocorre com a maioria dos cereais de grãos pequenos, possibilitando com isso uma seleção individual do progenitor materno. Contudo, o fator primordial que levou a esta escolha é o fato de ser o milho uma das plantas cultivadas mais importantes, contribuindo substancialmente para a alimentação huma

na, tanto direta como indiretamente, além de apresentar grande potencial para o aumento de sua produtividade média, talvez superior a de qualquer outro cereal.

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

O melhoramento conduzido no milho, desde a sua descoberta pelos povos civilizados, deve-se em grande parte aos trabalhos realizados nos Estados Unidos da América do Norte, principalmente com o desenvolvimento de novos métodos. Estes métodos de melhoramento passaram por diferentes etapas, caracterizadas pelo estágio dos conhecimentos na época. Em ordem cronológica do seu surgimento, SPRAGUE e EBERHART (1977) citam os seguintes métodos: seleção massal, hibridação varietal, seleção espiga-por-fileira, milho híbrido, seleções recorrentes, seleção massal estratificada e seleção espiga-por-fileira modificada, denominada também de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. Conforme ocorreu com a maioria das espécies, as técnicas convencionais de melhoramento do milho, no passado, deram ênfase principalmente ao melhoramento, através de seleção, da produtividade e eliminação dos defeitos mais graves, como suscetibilidade a doenças, acama-

mento, etc. Tais processos, associados a práticas culturais adequadas, contribuíram para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade do produto em muitas espécies, inclusive o milho.

O primeiro trabalho de que se tem notícias para a melhoria da qualidade dos grãos de milho foi a seleção visando a alteração do seu conteúdo de óleo e de proteína. Estes trabalhos tiveram início no final do século XIX, por C. G. Hopkins. O método empregado foi a seleção espiga-por-fileira e para tanto foi usada a variedade 'Burr White'. Com relação ao teor de óleo, esta variedade apresentava originalmente um teor médio de 4,7%. Após setenta ciclos de seleção, a porcentagem de óleo na população selecionada para alto teor atingiu uma média de 16,6%. Esses trabalhos continuam sendo conduzidos até os dias de hoje, constituindo, assim, o único exemplo, em plantas, de seleção para um caráter quantitativo, conduzidos por tanto tempo com dados muito bem relatados (DUDLEY, 1974).

Apesar do grande sucesso da seleção espiga-por-fileira para a alteração do conteúdo de óleo, o mesmo não ocorreu com os programas que visavam elevar os níveis de produtividade de grãos do milho, embora grandes esforços tenham sido empreendidos para tanto, nos fins do século passado e início deste (RICHEY, 1922 e PATERNIANI, 1969). Uma reavaliação desta metodologia foi feita por LONNQUIST (1964), de modo a introduzir modificações capazes de reduzir o efeito ambiental e

assim tornar a seleção mais eficiente. A nova técnica foi denominada de seleção espiga-por-fileira modificada. PATERNIANI (1967) a denominou de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. Em vista dos resultados promissores já alcançados, esse esquema tem sido amplamente utilizado no Instituto de Genética, Piracicaba, SP., para a obtenção de populações melhoradas. Populações assim melhoradas e portadoras de alta capacidade produtiva podem ser usadas como tais pelos agricultores e também como fonte de linhagens endogâmicas, possibilitando a obtenção de híbridos superiores.

A utilização do milho como fonte de óleo na alimentação humana se deve às boas qualidades dietéticas desse produto, pois apresenta elevado teor de ácidos graxos insaturados, como o linoléico e o oléico. Essa característica torna o óleo de milho especialmente recomendável para redução do nível de colesterol no sangue, com conseqüente prevenção às doenças cardiovasculares.

Devido aos vários fatores que afetam o conteúdo de óleo no milho, a avaliação dos genótipos para tal característica torna-se menos precisa, obtendo-se progressos reais na seleção, inferiores aos estimados. Independentemente da ordem de importância, podemos afirmar que os principais fatores são: ambiente, posicionamento do grão dentro da espiga, genótipo maternal, citoplasma e fonte polinizadora. O efeito maternal é relatado por diversos pesquisadores como sendo de influência predominante sobre o conteúdo de óleo nos grãos de milho

(MILLER e BRIMHALL, 1951; CURTIS et alii, 1956; e GARWOOD et alii, 1970). Este efeito, contudo, é variável de acordo com os germoplasmas estudados.

A produtividade de grãos, por exemplo, é a expressão de um potencial genético da planta mãe, a qual é produto de um cruzamento anterior. Portanto, não se espera diferenças devido ao genótipo, neste caráter, em cruzamentos recíprocos. Porém, para o conteúdo de óleo no milho tem-se demonstrado, em certos germoplasmas, que este caráter é influenciado pela direção dos cruzamentos realizados. Isto é explicado como sendo um efeito semelhante ao de xenia, ou seja, a contribuição maternal, que era de se esperar que fosse total, é alterada pela fonte polinizadora. Dessa forma, a determinação do teor de óleo nos grãos de milho proveniente de cruzamento livre é diferente do valor real do progenitor materno. Ao se alterar a expressividade das progênes pela fonte polinizadora, corre-se o risco de eliminar um bom genótipo em métodos de melhoramento, que fazem uso de famílias de polinização livre. Neste caso, há necessidade de se utilizarem técnicas de melhoramento que envolvam cruzamentos controlados ou linhagens endogâmicas, com expressivo aumento de trabalho no emprego destas técnicas. Contudo, se a contribuição maternal for tal que este efeito da fonte polinizadora não a impeça de expressar o seu potencial, os métodos que fazem uso de polinização livre são perfeitamente viáveis.

O presente trabalho objetiva o estudo dos efeitos determinados através da análise direta de sementes provenientes de espigas autofecundadas e de polinização livre nas características de peso, volume, densidade e porcentagem de óleo dos grãos de milho. Visa também a determinação da influência que estes dois tipos de obtenção de progênes exercem nas características química e física, inerentes à própria semente, procurando destacar os efeitos da fonte polinizadora sobre tais aspectos. A eficiência da seleção visual para tamanho relativo do embrião, visando o aumento do conteúdo de óleo no grão, é também proposição desse estudo, já que se usam subpopulações contrastantes para esta característica. Tais informações fornecem base para futuros programas de melhoramento visando o aumento do conteúdo de óleo nos grãos de milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura foi feita com intuito de abordar os vários objetivos desta pesquisa. Inicialmente, fez-se uma revisão de trabalhos sobre os fatores que afetam o conteúdo de óleo nos grãos de milho. Os efeitos maternos e os de fonte polinizadora receberam uma maior atenção, procurando-se destacá-los não somente em milho, mas também em outros vegetais usados como fonte produtora de óleo. Efetuou-se também um levantamento de trabalhos referentes ao conteúdo de óleo nos grãos e sua implicação com a morfologia destes grãos, principalmente com relação ao embrião. Finalmente, abordou-se o aspecto referente à capacidade de armazenamento energético do milho, relacionando como o equilíbrio entre a produção de carboidrato e de óleo.

2.1. Fatores que afetam o conteúdo de óleo nos grãos de milho

Vários são os fatores relatados na literatura que provocam alterações no conteúdo de óleo dos grãos de milho. Alterações, tanto quantitativas quanto qualitativas, afetam a capacidade de avaliação das progênies, sub ou superestimando seu potencial produtivo de óleo, provocando implicações diretas nos resultados de programas de melhoramento, que visam a elevação do conteúdo de óleo nos grãos.

Os efeitos relativos ao ambiente foram primeiramente relatados por HOPKINS (1899), embora o autor não tenha separado o efeito ambiental em suas diversas componentes. Por conseguinte, a variação obtida para o conteúdo de óleo é devido ao efeito ambiental como um todo. As componentes ambientais, como: ano, local, adubação, época de plantio, temperatura e densidade de plantio, relacionadas com a componente genética da variação, foram mais extensivamente estudadas por WOODWORTH (1936, apud GENTER et alii, 1956), SPRAGUE e BRIMHALL (1949), SPRAGUE e BRIMHALL (1950), EARLE et alii (1963, apud JELLUM e MARION, 1966), JELLUM e MARION (1966) e PONELEIT e BAUMAN (1970). De modo geral, os autores concluíram que, embora a componente ambiental em certos casos participe com efeitos estatisticamente significativos, a componente genética é o fator primordial na variação do conteúdo de óleo nos grãos de milho.

SCHNEIDER et alii (1952) avaliaram o efeito da seleção sobre a fertilização nitrogenada do solo (como efeito ambiental) em relação ao peso das diferentes partes que compõem o grão de milho. Fizeram o uso de seis diferentes genótipos. As variedades Illinois High e Low Oil possuíam 43 ciclos de seleção, respectivamente para alto e baixo conteúdo de óleo. Apresentaram um conteúdo de nitrogênio total nas sementes de 26,64 e 13,87%, respectivamente. Os resultados mostraram que no desenvolvimento do milho, selecionado para alto teor de óleo, em solos com elevado conteúdo de nitrogênio, houve um aumento na proporção do germe e redução no endosperma. Os milhos selecionados para baixo teor de óleo apresentaram resultados opostos, indicando que este tipo de seleção promove uma maior interação entre a proporção do germe, em relação ao grão, com a fertilização nitrogenada do solo do que os genótipos não selecionados.

Com base nestas considerações podemos concluir que a interação entre o conteúdo de óleo e o ambiente, relatados por Hopkins e outros autores, deve ser devida principalmente às condições de disponibilidade de nutrientes à planta, interagindo, desta forma, com a proporção do germe em relação à semente. Esta afirmativa se baseia na relação entre o conteúdo de óleo da semente e a proporção do germe nesta (HOPKINS et alii, 1903; BRUNSON et alii, 1948; SPRAGUE e BRIMHALL, 1949; MILLER e BRIMHALL, 1951; LENG, 1967 e RUSCHEL, 1972).

O efeito de posição do grão dentro de uma mesma es

piga sobre o conteúdo total de óleo na semente foi determinada por LAMBERT et alii (1967). Com base na porcentagem de óleo dos grãos analisados individualmente, através do método NMR (Ressonância Magnética Nuclear), estes autores concluíram que em média os grãos da parte central da espiga apresentavam um percentual de 5,3% em óleo; os da parte basal, 5,0%; enquanto que os grãos do ápice da espiga tiveram 4,7%. Estes da dos mostram uma variação bastante significativa dentro da espiga em relação à porcentagem de óleo. Contudo, quando se utilizou a produção de óleo por grão, ou seja, o produto do peso pela porcentagem de óleo, os da parte basal, devido ao seu maior peso, apresentaram uma maior quantidade de óleo (17,0 mg) que os da parte central (14,0 mg) e que os do ápice da es piga (13,0 mg). Este mesmo efeito sobre a qualidade do óleo foi determinado por JELLUM (1967). O autor mostrou que a posição do grão dentro da espiga apresenta maior influência nos ácidos oléico e linoléico, que no palmítico. De um modo geral, a proporção do palmítico e linoléico aumenta e a proporção do oléico diminui linearmente com amostras provenientes da base para o ápice das espigas.

PAWLOWSKI (1964) determinou variação entre sementes de uma mesma inflorescência em girassol (Helianthus annuus L.) para as características de densidade, umidade e teor de óleo. Contudo, a variação para o teor de óleo é exclusivamente ambiental. Desta forma, a mesma, não é transmitida às suas progênies.

Como este tipo de variação ambiental pode exercer influência na seleção, os autores sugerem que, em milho, as melhores sementes para determinação do conteúdo de óleo são as provenientes da parte mediana da espiga, pois as mesmas são mais representativas.

Outro fator que deve ser considerado é o efeito de diferentes espigas, provenientes de uma mesma planta, afetando porcentagem de óleo nos grãos. JELLUM e MARION (1966) procuraram determinar tal efeito, não somente no aspecto quantitativo, mas também no aspecto qualitativo do conteúdo de óleo de grãos de milho. A experimentação foi realizada com nove híbridos, sendo conduzida em cinco locais num ano e em seis no ano seguinte. Pequenas diferenças foram encontradas entre espigas para os ácidos palmítico, esteárico e linoléico. Na análise conjunta para anos e locais foi mostrado que a interação entre genótipos e posição de espigas não foi significativa para a característica conteúdo total de óleo dos grãos. Desta forma, concluem os autores que entre diferentes espigas de uma mesma planta ocorre pequena influência na qualidade. Para o conteúdo total de óleo nos grãos não se observaram diferenças significativas entre espigas.

WOODWORTH (1936, apud GENTER et alii, 1956) obteve uma influência preponderante da fonte maternal sobre a porcentagem de óleo nos grãos de milho. Este efeito, foi também determinado por MILLER e BRIMHALL (1951), CURTIS et alii (1956) e GARWOOD et alii (1970) e outros.

Outro efeito foi relatado por MILLER e BRIMHALL (1951), CURTIS et alii (1956), ALEXANDER e LAMBERT (1968), GARWOOD et alii (1970), PONELEIT e BAUMAN (1970), RUSCHEL (1972) e RUSKOVA (1974), os quais apresentam uma pequena, mas consistente, influência exercida pelo grão de pólen. Este efeito é similar ao de metaxenia. Isto nos leva a considerar que o conteúdo de óleo nos grãos de milho possa ser determinado, não pelo genótipo maternal, e, sim, pelo genótipo da semente.

Estes efeitos, tanto da fonte materna como da fonte polinizadora, serão abordados com mais detalhe no item subseqüente, pelo fato de atender a objetivos específicos do trabalho.

2.2. Efeito maternal e da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo

Tanto as características físicas como os componentes químicos dos grãos de milho são influenciados por fatores inerentes à própria constituição genético-fisiológica da planta, tais como:

1. efeito fisiológico maternal;
2. contribuição citoplasmática pela fonte maternal;
3. efeito da fonte polinizadora; e
- * 4. efeito de dosagem gênica, associada com o endos

perma.

Estes fatores, na maioria dos estudos, são agrupados em: a) efeito maternal, o qual envolve as contribuições fisiológicas e citoplasmáticas relativas a planta-mãe e, b) efeito da fonte polinizadora, que abrange além deste, o efeito de dosagem gênica. ✕

No milho, estas alterações, de acordo com CURTIS et alii (1956), são devidas ao fato de que seus grãos são compostos por três tipos de tecidos geneticamente distintos: o tegumento materno ou pericárpio, cuja constituição genética é exclusivamente maternal e seu núcleo apresenta número diplóide de cromossomos ($2n$); o endosperma e aleurona, ambos com núcleo triplóide ($3n$), em que $2n$ provêm da parte maternal e n da fonte polinizadora; e o tecido embrionário, com núcleo diplóide ($2n$) e geneticamente balanceado, ou seja, n cromossomos carrega a estrutura genética maternal e n , a paternal.

A preocupação dos melhoristas em avaliar e isolar estes diferentes tipos de efeitos, que causam variação no teor de óleo dos grãos, baseia-se no fato de que a seleção dentro da planta só é efetiva se o genótipo da semente controla tal caráter. Por conseguinte, havendo mascaramento desta contribuição por outros fatores, a seleção pode vir a não ser eficiente, apresentando progressos diferentes daqueles estimados.

Desde que o conteúdo do óleo observado nos grãos de milho seja determinado pela fonte materna, não existe necessidade da polinização controlada para seleção, visando a

alteração desta característica; podendo desta forma, obterem-se progênies sem a necessidade de autofecundação das plantas mães, desde que se trabalhe com sementes remanescentes. Com isso, reduz-se o gasto nos programas de melhoramento conduzidos para tal finalidade. Contudo, neste caso a seleção dentro de uma mesma inflorescência não é eficiente, pois a variação apresentada é devida a efeitos não genéticos, consequentemente estas não são transmitidas à geração futura.

Quando a fonte polinizadora participa com contribuições significativas para tal característica, ou seja, o conteúdo de óleo da semente é determinado pelo genótipo da própria semente. Neste caso, a seleção dentro de espigas é eficiente. Para a utilização direta de combinações híbridas faz-se necessário a determinação de uma melhor associação entre as fontes maternal e polinizadora, para que melhor se aproveite este efeito.

As metodologias usadas para isolar tais efeitos são bastante diversificadas. JELLUM (1966), PONELEIT e BAUMAN (1970), GARWOOD et alii (1970), RUSKOVA (1974) e SINGH e MURTY (1980) fizeram uso de cruzamentos recíprocos. MILLER e BRIMHALL (1951) e CURTIS et alii (1956) utilizaram cruzamentos controlados com pais contrastantes para coloração de endosperma da semente, possibilitando, desta forma, após o desenvolvimento da semente, recuperar sua verdadeira fonte polinizadora. A polinização dirigida com pais contrastantes para

teor de óleo, foi usada por ALEXANDER e LAMBERT (1968) em milho e, por SEETHARAM et alii (1977) e THOMPSON et alii (1979), em girassol (Helianthus annuus L.). As gerações F_1 , F_2 e dos RC para os paternais foram usadas por SINGH e HADLEY (1968), em soja (Glycine max (L.) Merril.), e por ROCHE et alii (1971), em milho. O uso simultâneo de sementes autofecundadas e cruzadas de uma mesma inflorescência ou planta foram feitas por YERMANOS (1960), PAWLOWSKI (1964), ambos em girassol, e por LOESCH e ZUBER (1964), em milho.

O emprego de uma determinada metodologia está condicionado com uma maior ou menor facilidade do autor em manipulá-la e aos tipos de dados que o mesmo deseja. Assim como todas possuem seu grau de eficiência, também possuem suas limitações. O uso de sementes autofecundadas e de polinização cruzada dentro de uma mesma planta possui a vantagem de redução do tempo para a geração do material a ser analisado, quando se compara com o uso de cruzamentos recíprocos e de retrocruzamentos.

A influência fisiológica, relatada por SINGH e HADLEY (1968), em soja, e por GARWOOD et alii (1970), em milho, refere-se ao comportamento fisiológico da planta geradora das sementes a serem avaliadas. Portanto, são comportamentos determinados pela carga genética que compõe a fonte maternal, sem contudo serem transmitidos integralmente para suas progênies, como ocorre no efeito citoplasmático. CRANE e NYQUIST (1967), separam o efeito citoplasmático numa componente citoplasmática per se e nas interações desta com o genóti

po, e com o ambiente. Contudo, GARWOOD et alii (1970) utilizaram como efeito citoplasmático as diferenças entre plantas com o mesmo genótipo, mas com diferentes citoplasmas. Estes se justificam, já que CRANE e NYQUIST (1967) mostraram que os efeitos citoplasmáticos são semelhantes ao efeito maternal (citoplasmático per se e suas interações com o genótipo e ambiente), quando se faz uso de sementes F_1 de cruzamentos re cíprocos.

Vários trabalhos, como os de FLEMING et alii (1960), SINGH (1965), HUNTER e GAMBLE (1968), GARWOOD et alii (1970), sugerem que algumas características agronômicas, principalmente a constituição química dos grãos, como teor de óleo, podem ser influenciadas pela fonte citoplasmática. Porém, CRANE e NYQUIST (1967) e SPRAGUE e MCGAHEN (1968), embora, tenham encontrado influência citoplasmática significativa na produção de grãos, concluem que, devido a suas pequenas magnitudes e de ocorrência infreqüente, não são muito importantes.

Porém, para o caso específico de óleo, MILLER e BRIMHALL (1951), CURTIS et alii (1956) e GARWOOD et alii (1970), determinaram efeitos maternais sobre o conteúdo de óleo em quase todas comparações realizadas nos grãos de milho.

GARWOOD et alii (1970) dividem o efeito maternal sobre a porcentagem de óleo no germe e na proporção do germe em relação a toda a semente. Pois, a maior parte do óleo ava

liado em toda semente está contida no embrião. Os autores relatam a presença do efeito maternal em ambos os fatores. Concluem que a combinação destes dois fatores deve causar o efeito maternal total sobre a porcentagem de óleo na semente. Obtiveram uma variação média de 3%, devida àquele efeito na influência fisiológica. Preocupando-se com a relação entre efeito fisiológico e efeito citoplasmático para tais diferenças, os autores os decompõem e determinam que o efeito maternal para porcentagem de óleo tem sido atribuído ao efeito fisiológico da fêmea e da contribuição citoplasmática, pois, neste estudo o efeito citoplasmático encontrado é pequeno em comparação com a diferença maternal. Desta forma, o efeito fisiológico da fêmea causa a maior influência maternal na porcentagem de óleo.

SINGH e HADLEY (1968) não observaram efeito citoplasmático no conteúdo do óleo em soja, mostrando mais uma vez que a síntese de óleo é determinada pelo genótipo da planta que produz a semente. Isto é, o conteúdo de óleo é exclusivamente de efeito maternal. Desta forma, a seleção para conteúdo de óleo entre sementes dessa mesma planta, provavelmente, será ineficiente, quando se pensa em seleção entre plantas híbridas para genes que afetam o conteúdo de óleo.

Em linho (Linum usitatissimum L.) YERMANOS e KNOWLES (1962) obtiveram resultados semelhantes.

As diferenças entre cruzamentos recíprocos de milho, observadas por PONELEIT e BAUMAN (1970), foram decompos-

tas em componentes maternal e não-maternal. Ambas apresentaram efeitos significativos. O valor obtido nos quadrados médios destas componentes indicaram que o efeito maternal é o maior responsável por estas diferenças. A análise da geração F_2 confirmou tais resultados e mostrou que os efeitos não-maternais, quando presente, são pequenos.

Considerando a possibilidade de este efeito ser citoplasmático, seria de se esperar que permanecesse na geração F_2 . Porém, os resultados do estudo mostraram que somente no caso do ácido oléico, esta variação permanece elevada, reafirmando que o efeito maternal é devido ao efeito fisiológico da planta mãe, e não a fatores extracromossômicos. Resultados semelhantes foram também obtidos por RUSKOVA (1974).

O efeito maternal na qualidade do óleo de milho foi estudado por CURTIS et alii (1956) e JELLUM (1966), os quais mostraram que o mesmo é variável, dependendo do ácido graxo analisado e do genótipo usado. Os ácidos oléico e linoléico foram os que apresentaram influências significativas nos cruzamentos analisados.

Em girassol, o efeito maternal sobre o conteúdo de óleo foi estudado por YERMANOS (1960), demonstrando que as sementes autofecundadas e cruzadas, desenvolvidas numa mesma planta homozigota, apresentaram semelhantes porcentagem de óleo. Pelo fato de o conteúdo de óleo ter sido determinado na semente toda, o autor não descarta a possibilidade de existirem diferenças na relação entre embrião e endosperma, alteran

do, desta forma, o conteúdo de óleo. PAWLOWSKI (1964) demonstrou que, embora as sementes de uma mesma inflorescência variem em densidade, umidade e teor de óleo, esta última característica não é transmitida para suas progênes. Concluindo que a porcentagem de óleo na semente de girassol é determinada pelo genótipo materno, do qual as sementes são desenvolvidas.

Embora SEETHARAM et alii (1977) contradigam tal fato, este é mais uma vez comprovado por THOMPSON et alii (1979), os quais fazem referências ao controle maternal nesta espécie, com relação ao conteúdo de óleo nas suas sementes. Frisaram ainda que tal controle não é feito pelo genótipo da semente analisada.

LOESCH e ZUBER (1964) detectaram efeito da fonte paternal, comparando sementes F_1 e autofecundadas, provenientes de plantas de mesma linhagem. Mostraram que o efeito de dosagem não foi importante no conteúdo de óleo e proteína no milho. Os autores justificam que o efeito de dosagem deve ser muito importante para caracteres monogênicos. Devido ao fato de que a maior quantidade de óleo no milho se encontra no embrião, este pode ser afetado pelo efeito da dosagem através da alteração na taxa embrião/endosperma, influenciando, indiretamente, o conteúdo de óleo na semente toda.

BRINK e COOPER (1947), em sua revisão do papel do endosperma sobre o desenvolvimento das sementes, usam o termo xenia, quando o grão de pólen influencia as características do endosperma, e o termo metaxenia, quando o efeito do pólen

é sobre o fruto ou semente.

Já que o aumento do conteúdo de óleo no grão de milho depende principalmente do aumento da proporção do germe em relação ao endosperma, as alterações verificadas pelo efeito da fonte polinizadora são denominadas de metaxenia.

MILLER e BRIMHALL (1951) mostraram que a fonte polinizadora possui pequeno, mas consistente efeito sobre o conteúdo de óleo na semente de milho para os genótipos utilizados. Os autores enfatizam desta forma a necessidade de polinização controlada nos estudos com o conteúdo de óleo do grão. O não-controle da polinização resultaria numa determinação erronea deste elemento, prejudicando sobremaneira a avaliação das progênies para seleção que vise a alteração do conteúdo de óleo. Este efeito também foi mostrado mais tarde por CURTIS et alii (1956) e, em termos de energia, por ALEXANDER e LAMBERT (1968). Estes determinaram que as plantas, quando polinizadas por uma fonte de baixo óleo, produziram significativamente menor caloria de óleo que as polinizadas por fontes com alto óleo.

GARWOOD et alii (1970) calcularam em 3% o efeito da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo nos cruzamentos analisados.

Em girassol, PAWLOWSKI (1964) demonstrou que em polinizações recíprocas, entre variedades contrastantes para teor de óleo, a fonte polinizadora não possui efeito sobre esta característica na semente. Porém, SEETHARAM et alii (1977) de

tectaram efeito de fonte polinizadora para tal característica, concluindo que o uso do pólen de uma determinada variedade (RHA 266) tende a alterar significativamente o conteúdo de óleo. Observaram também alteração no peso do grão. Contudo, THOMPSON et alii (1979) concluíram que o genótipo do pai (fonte polinizadora) não controla tal característica em girasol. Porém, afeta sobremaneira o peso das sementes, indicando que a combinação de pais pode ter grande efeito sobre a característica de peso das sementes.

Através dos dados bibliográficos consultados, podemos concluir que o conteúdo de óleo na semente de milho é influenciado, tanto pelo efeito maternal como pela fonte polinizadora. Contudo, tais influências são variáveis de acordo com as espécies e dentro destas, com os germoplasmas usados.

A influência maternal sobre a composição do endosperma não é mais evidente que a do germe, apesar daquele ser originário de uma fusão tríplice, em que a proporção maternal em relação a paternal é de 2/1 (CURTIS et alii, 1956). O conteúdo de óleo no germe sofre uma maior influência maternal. Esta influência varia tanto dentro como entre espécies. Em girassol, por exemplo, a maioria dos trabalhos relatam que o conteúdo de óleo é totalmente influenciado pelo genótipo da planta que produz a semente, embora sofra influência da fonte polinizadora para outras características. A estas mesmas conclusões podemos chegar com relação à soja.

A marcante influência maternal só pode ser inter

pretada à luz de fatos bioquímicos da síntese de óleo e de fatos fisiológicos da própria planta, como passamos a relatar.

Os primeiros trabalhos observaram que durante o período de síntese de óleo a taxa respiratória eleva-se cerca de 20 a 50% a mais que nos períodos em que não ocorre síntese deste elemento. Isto nos indica que carboidratos são precursores do óleo na semente. Esta teoria foi confirmada com os trabalhos de SIMMONS e QUACKENBUSH (1954), usando sacarose radioativa, e de DUTTON e MOUNTS (1966), com CO_2 radioativo. As leituras da radioatividade foram realizadas no óleo presente na semente durante seu desenvolvimento.

WOLFE et alii (1942) relataram que o óleo da semente de soja é sintetizado na sua própria semente. Contudo, os autores não comentam a possibilidade de alguma translocação de óleo para a semente, proveniente de outras partes da planta.

CANVIN (1965) demonstrou que o complexo de síntese de ácidos graxos, em diferentes fases do desenvolvimento das sementes de mamona (Ricinus communis L.), linho (Linum usitatissimum L.), colza (Brassica campestris L.) e "safflower" (Carthamus tinctorius L.), só é ativo no desenvolvimento da semente. Porém, estudos com cloroplastos de folha de alface (Lactuca sativa L.), realizados por STUMPF e JAMES (1963), foram capazes de sintetizar longas cadeias de ácidos graxos. Logo conclui-se que o local de síntese de óleo em plantas superiores permanece ainda em aberto.

Em soja, os cotilédones de suas sementes fazem parte do embrião, portanto, as sementes híbridas possuem genótipos também híbridos. Considerando que a síntese de óleo ocorre no interior dos cotilédones, em soja, ou no embrião em milho, como pode então o conteúdo de óleo ser controlado pelo genótipo da planta que produz a semente? Não somente o conteúdo de óleo, mas o genótipo das sementes de algumas espécies como soja, é do tipo maternal. O genótipo da planta mãe, de algum modo controla o desenvolvimento e composição das sementes produzidas. Sendo este fato verdadeiro, em milho, como já foi visto, a fonte polinizadora exerce pequena, mas constante influência no teor e principalmente na composição do óleo.

De acordo com STUMPF e JAMES (1963), as mitocôndrias e/ou os cloroplastos são os sítios primários para síntese do óleo. GIBOR e GRANICK (1964) estabeleceram que as mitocôndrias e os cloroplastos são organelas autônomas nas células. Se apenas eles são os responsáveis pela síntese de óleo, o conteúdo deste, nas sementes híbridas das espécies autógamas ou em populações panmíticas, pode ser semelhante ao tipo materno, pelo fato de que quase todo o citoplasma e, portanto, os mitocôndrios e os cloroplastos, provêm do gameta feminino. Considerando esta teoria, um forte efeito citoplasmático deveria ser observado. O que não ocorre nos trabalhos consultados.

Desde que ATP, Mn^{++} , coenzima A, acetato glicérol e outros componentes, que participam da síntese do óleo (BARR et alii, 1961 e HAWKE e STUMPF, 1965), vêm da planta que

produzira a semente, tais suprimentos poderão ser controlados pelo genótipo materno. Com base nestes fatos SINGH e HADLEY (1968) propõem uma outra teoria, talvez mais elucidativa da dependência maternal do controle sobre o conteúdo de óleo na semente. Os autores propõem que, sendo a atividade da sintetase ácido-graxo governada pela quantidade destes componentes, o genótipo maternal pode controlar o conteúdo de óleo da semente sem apresentar efeitos citoplasmáticos. Os efeitos da fonte polinizadora são também discutidos nesta teoria como sendo produzidos pelos genótipos das sementes, pelo fato de que algumas das enzimas associadas às mitocôndrias e aos cloroplastos têm sua origem no núcleo. Como a semente de milho é proveniente de tecidos geneticamente diferentes, devido à participação da fonte polinizadora, esta seria sua contribuição no conteúdo de óleo nestes tecidos.

2.3. Alteração na morfologia dos grãos resultantes da seleção para óleo

O conteúdo de óleo nos grãos de milho é passível de alteração através do melhoramento genético. Uma vasta revisão sobre tal assunto, abrangendo as diferentes técnicas de melhoramento em uso para elevação do teor de óleo em milho, é apresentada por BATISTA (1980). Neste trabalho o autor apresenta, com ênfase, a seleção para o aumento do conteúdo de óleo em milho,

iniciado por C.G. Hopkins, em 1896, em Illinois-USA, concluindo que os métodos de melhoramento, que fazem uso efetivo da variação genética aditiva, são os melhores para alterar o conteúdo de óleo em milho.

Através da análise dos vários constituintes dos grãos de milho, HOPKINS et alii (1903) e LENG (1967) determinaram que cerca de 85% do total de óleo estão contidos no germe ou embrião. Correlações positivas entre o teor total de óleo e o tamanho do embrião, ou mesmo entre o conteúdo de óleo no embrião, foram relatadas por BRUNSON et alii (1949), SPRAGUE e BRIMHALL (1949), MILLER e BRIMHALL (1951), RUSCHEL (1972), GLOVER e TOSELLO (1973). De um modo geral estes autores concluem 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.

Devido a esta relação entre conteúdo de óleo e tamanho de embrião, a seleção visando a alteração deste elemento provoca mudanças na morfologia nos grãos. CURTIS et alii (1968), analisando sessenta e cinco gerações para aumento no conteúdo de óleo, determinaram que a seleção para alto teor de óleo resultou em: a) um rápido desenvolvimento do embrião; b) aumento do peso total do embrião; c) diminuição do endosperma e do peso da semente; d) aumento da porcentagem do germe em relação ao grão; e e) aumento do tamanho do germe e da porcentagem de óleo na semente. Na seleção para baixo conteúdo de óleo, o inverso foi observado, exceto quanto ao peso

das sementes, que não foi alterado.

RUSCHEL (1972), tomando como base as correlações encontradas, indica que a seleção para alto teor de óleo está associada com o embrião maior. RUSCHEL (1975) conclui que o peso do embrião e a porcentagem deste no teor de óleo na semente permitem prever o aumento no tamanho absoluto do embrião, como consequência de seleção para elevar o teor de óleo nos grãos de milho.

LENG (1961, 1962a e 1962b) demonstrou que os métodos mais precisos para predição de respostas futuras em seleção, para porcentagem de óleo, são os que consideram a característica conteúdo de óleo como sendo resultante de outros dois componentes: tamanho do germe e porcentagem de óleo no germe.

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

Desta forma fica evidente que a seleção para alto ou baixo conteúdo de óleo resulta numa mudança nos componentes da semente, afetando sua morfologia, além do seu conteúdo de óleo.

ALEXANDER e SEIF (1963) afirmam que a redução no tamanho do endosperma, nas variedades com alto conteúdo de óleo, é um fator de importância primária no melhoramento para alto conteúdo em óleo, principalmente quando se pensa em usos

de índices de seleção para tal característica. Ressalta ainda que esta relação depende do germoplasma com que se trabalha.

Os métodos de seleção usados tomam como característica a ser selecionada o conteúdo de óleo de suas progênes. Apesar da existência de técnicas como a do NMR (Ressonância Magnética Nuclear) para determinação do conteúdo de óleo em grãos, esta determinação, na maioria dos programas, ainda é feita por extração com solventes. Porém, tal processo onera sobremaneira o custo do programa.

Devido à relação existente entre aumento do conteúdo de óleo e alteração na morfologia do grão, principalmente no aumento do tamanho do embrião, PATERNIANI (1972) propõe o uso do tamanho relativo do embrião como característica a ser selecionada nos programas, que vise o aumento do conteúdo de óleo nos grãos de milho. Mostra que a seleção visual dos grãos para tamanho do embrião se correlaciona com o teor de óleo. Este tipo de seleção, por ser bastante simples, poderá possibilitar um progresso razoável, pelo menos nas etapas iniciais de um programa, para elevar o conteúdo de óleo em milho.

Neste trabalho mostraram-se efeitos significativos entre os diferentes germoplasmas usados para tamanho de embrião, bem como a interação entre eles. O germoplasma 'Flint Composto' foi o que apresentou maior teor de óleo em todos os tipos de grãos (germe normal, germe maior e germe menor). Isto deve ser devido ao menor tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior proporção do embrião em relação ao endosperma.

Porém, foi este mesmo material que apresentou uma menor discriminação entre as amostras selecionadas por tamanho de embrião.

Com o objetivo de verificar a eficiência da seleção visual para tamanho do embrião, KINOSHITA e PATERNIANI (1974a e 1974b) compararam o efeito desta seleção no tamanho do embrião e sobre a proporção endosperma/embrião e conteúdo de óleo no milho 'Centralmex'. Os autores obtiveram um aumento de 3%, por ciclo de seleção, no tamanho do embrião. Porém, os resultados mostraram também que o aumento do tamanho do embrião não ocasionou aumento correspondente no teor de óleo. O que permitiu concluir que a seleção efetuada, para aumentar o tamanho do embrião, foi eficiente, pois se conseguiu progredir nesse sentido. Contudo, essa seleção não levou a um aumento do teor de óleo da semente. Desta forma, para se conseguir progressos na elevação do conteúdo de óleo, é necessário que o trabalho seja acompanhado de análises de laboratório para a determinação do teor de óleo das progêni-es.

MILLER e BRIMHALL (1951) indicaram que o aumento do teor de óleo no grão de milho é devido principalmente ao aumento do teor de óleo no embrião e, em menor proporção, ao aumento do tamanho do embrião, o que explica os resultados obtidos por Kinoshita e Paterniani.

Costrastando com tais resultados, BATISTA (1980), ao avaliar a seleção visual para tamanho do embrião dentro

de família de meios-irmãos para embrião grande, encontrou um progresso de 1,44%, por ciclo de seleção, para o aumento no conteúdo de óleo. As características de peso, volume e densidade dos grãos não sofreram influência da seleção, embora, houvesse uma tendência de aumento no peso e volume e redução na densidade dos grãos na população selecionada, quando em contraste com a população não selecionada.

Com base nesses relatos da literatura, concluímos que a seleção para características químicas da semente, principalmente no conteúdo de óleo, altera também as características morfológicas dos genótipos selecionados. Essas mudanças têm sido mais pronunciadas que o progresso de seleção. Surge, portanto, a possibilidade de se utilizar estas alterações morfológicas para induzir alterações nas características químicas. Como consequência, teremos redução de gastos nos programas que objetivam aumentar o teor de óleo. Contudo, esta inversão de valores tem proporcionado resultados contraditórios. Em alguns programas ocorre esta vantagem e em outros as características químicas, que se deseja alterar, sofrem pouco efeito.

2.4. Capacidade de armazenamento energético em milho

A domesticação dos cereais criou condições que permitiram uma redução das reservas de outras partes da plan

ta e um aumento progressivo da proporção de assimilados utilizados pelos grãos. De acordo com EVANS (1976), nos primeiros estágios da domesticação é a capacidade de armazenamento que limita a produção, mas, sob a ação da seleção artificial, a produção de grãos aumenta, devido quase que exclusivamente a um incremento da capacidade de depósito, até alcançar o limite imposto pela capacidade fotossintética. Este limite é denominado por WESTON e TODD (1963, apud ALEXANDER e LAMBERT, 1968) como limite fisiológico da planta, pois toda energia obtida pela fotossíntese (fonte) é armazenada nos grãos (depósito), salvo a energia transformada em elementos de formação estrutural da planta, sem os quais não há possibilidade da formação dos grãos.

Quando o limite fisiológico é atingido, qualquer aumento que se deseje na capacidade produtiva deve ser conseguido a custo da elevação da capacidade fotossintética, muito mais difícil de ser avaliada e melhorada.

O milho é o cereal que, devido ao alto conteúdo de carboidratos, principalmente amido (71,5% - EARLE et alii, 1956), é largamente empregado na alimentação animal, como fonte energética facilmente digerível e de baixo custo, colocando-o à frente de todos os outros cereais.

O conteúdo médio de óleo nos grãos das cultivares comerciais variam de 4 a 5% (EARLE et alii 1956; PATERNIANI 1972; KINOSHITA e PATERNIANI 1974a e 1974b; MIRANDA et alii 1976]. O óleo de milho é o produto mais valioso da indústria

de moagem deste cereal, devido ao seu valor calorífico e dietético.

Como já relatado anteriormente, sabe-se que os carboidratos são precursores do óleo na semente. Devido ao maior conteúdo de calorias do óleo (9,4) em relação a proteína (5,4) e carboidratos (4,2) (WESTON e TODD 1963, apud ALEXANDER e LAMBERT 1968), vários trabalhos (MILLER e BRIMHALL 1951, WOODWORTH et alii 1952, ALEXANDER 1962, apud ELROUBY e PENNY, 1967), ALEXANDER et alii 1970, DUDLEY et alii 1977) indicam que, devido ao balanço fisiológico energético da planta, o aumento no conteúdo de óleo nos grãos de milho po de provocar uma redução na quantidade de carboidratos e, em consequência, reduzir a produtividade de grãos.

ALEXANDER (1962, apud ELROUBY e PENNY, 1967) considerou, em bases fisiológicas, que o aumento de 1% no conteúdo de óleo nos grãos de milho deve provocar uma redução aproximada, na produtividade de grãos, de 75 kg/ha, desde que se considere constante a quantidade de calorias produzidas. Contudo, ALEXANDER et alii (1970), através de alguns da dos empíricos, sugeriram que híbridos com 7 a 8% de óleo po dem apresentar características agronômicas semelhantes aos híbridos comerciais. Esta contradição, em parte, do que o autor tinha preconizado no trabalho anterior, deve-se aos resultados obtidos por ALEXANDER e LAMBERT (1968), que procuraram verificar a relação do conteúdo de óleo na semente com sua produtividade, tendo como base a produção de calorias.

Estes mostraram que as diferenças na produção de calorias estão diretamente relacionadas com as modificações no mecanismo de síntese e desenvolvimento dos grãos (depósito). Sugerem os autores que a capacidade da planta em produzir carboidrato é independente da de sintetizar óleo, o que concorda com os dados de BROWN et alii (1966), a respeito da relação entre produtividade e porcentagem de óleo. A razão por que alguns genótipos são limitados na sua produção de calorias é devida à síntese do óleo ser ineficiente. Parte desta conclusão já tinha sido postulada teoricamente por MILLER e BRIMHALL (1951), quando sugeriram que um aumento de 3% no conteúdo de óleo pode ser obtido sem decréscimo da produtividade.

ALEXANDER e LAMBERT (1968) concluem que a capacidade da planta de milho em armazenar energia no grão não é significativamente afetada pela fonte polinizadora, como ocorre com relação ao conteúdo de óleo. Pois, plantas, cuja fonte polinizadora possua baixo conteúdo de óleo, produzirá mais calorias em carboidratos que as polinizadas por fonte de alto conteúdo de óleo.

DUDLEY et alii (1977) levantam dois aspectos a respeito da capacidade de armazenamento energético do milho: a) concentração de energia no grão (depósito), a qual foi medida em termos de Cal/g de matéria seca; b) produção de energia pelo grão ou por unidade de área. Os resultados mostraram que a concentração de energia é negativamente correla

cionada com produção de energia no grão ($r = -0,74$) e com a produção de energia por área ($r = -0,45$). Mas, a produção de energia por grão e por área é positivamente correlacionada com o conteúdo de óleo ($r = 0,99$ e $r = 0,49$) e com a produção de grão ($r = 0,58$ e $r = 0,98$), respectivamente. Indica-se, com isso, que o total de energia produzido é mais fortemente influenciado pela produção de grão, que pela concentração de energia no grão.

A relação negativa entre concentração e produção de energia é devida à alta correlação positiva da concentração de energia com a porcentagem de óleo ($r = 0,94$) e à alta correlação negativa de porcentagem de óleo com o peso da semente e produção de grão ($r = -0,85$ e $-0,49$, respectivamente). A elevada correlação negativa entre a porcentagem de óleo, o peso de semente e produção de grão é explicada por ser maior que a esperada, pelo fato das variedades usadas nos cruzamentos serem muito contrastantes para o conteúdo de óleo. BATISTA (1980) encontrou correlações de $r = 0,07$ e de $r = -0,12$, não significativas, para as populações: originais e alto-óleo; ambas nos caracteres de peso de 100 grãos e porcentagem de óleo. Indica-se com isso que, nos genótipos não selecionados, esta relação não existe e, à medida em que se eleva o conteúdo de óleo, esta relação passa a ser negativa. BRUNSON et alii (1948) mostraram que o conteúdo de óleo e tamanho de sementes são independentes. FORSBERG et alii (1974) indicaram que estas relações são altamente influenciadas pe-

lo ambiente.

Deste modo podemos concluir que a elevação do conteúdo de óleo nos grãos, sem que ocorra redução na produtividade, é limitada pela produção total de energia e, esta se restringe ao limite fisiológico da planta. Atingido tal limite, o aumento no conteúdo de óleo no grão (concentração) é feito em detrimento da redução da produção total de energia, pois, além deste limite a redução da energia total (devido à queda de produtividade) é maior do que o ganho na concentração de energia no grão.

Sob este aspecto, os métodos de melhoramento devem primeiramente explorar todo o potencial energético armazenável da planta. Paralelamente a concentração de óleo no grão deve ser tal, que não restrinja a produção total de energia. Germoplasmas, em que a concentração de energia não se correlacione negativamente com a produção total de energia, são mais indicados na elevação do conteúdo de óleo. Isto ocorre no início de programa de seleção para elevação do conteúdo de óleo. Desta forma o conteúdo de óleo no grão (concentração) deve crescer proporcionalmente até que o limite fisiológico da planta seja atingido. Neste estágio o programa de melhoramento deve ser dirigido para elevação da capacidade fotossintética do germoplasma, ou seja, elevando mais o ponto energético do limite fisiológico da capacidade de armazenamento.

3. MATERIAL

Para o desenvolvimento do presente trabalho, utilizou-se como material genético básico a população ESALQ VF-1 de milho, originalmente denominado de 'Flint Composto'. Essa população foi obtida no Instituto de Genética, em Piracicaba, SP, a partir da combinação de populações introduzidas do CIMMYT, as quais apresentavam germoplasmas de grãos duros, de cor branca e de cor laranja, representativas de raças de Cuba, Colômbia e América Central. Foram também incluídas amostras de milho Cateto (PATERNIANI, 1968 e PATERNIANI et alii, 1977).

CUNHA (1976) fornece uma descrição das características dessas populações, assim expressas:

- WP 1: População com sementes semidentadas de coloração amarela, obtidas a partir da combinação de PD (MS) 6, Nariño 330 x Peru 330, Amarillo Salvadoreño, sintético da Flórida e Eto Amarillo.
- WP 3: Cuprico. Compreende uma combinação de milhos amarelos semidentados, incluindo cinco amostras de germoplasmas cubanos e cinco provenientes de Porto Rico.
- WP 4: População de milho duro branco, resultante do cruzamento de Nariño 330 de origem colombiana x Peru 330, obtida no Programa de Melhoramento de Milho da Colômbia.
- WP 5: Cuba 11 J. Trata-se de um representante típico de germoplasma duro laranja de Cuba.
- WP 7: Eto Blanco. Trata-se da conhecida variedade de milho duro branco obtida na Colômbia, na Estação Experimental Túlio Ospina, por meio de cruzamentos múltiplos, procedentes de outras regiões da América do Sul.
- WP 8: Cuba Gpo. 1. É outro representante típico do germoplasma duro laranja de Cuba, com boa capacidade de combinação com a raça Tuxpeño.
- WP 11: Porto Rico Gpo. 2. Variedade de milho semidentado amarelo, coletada em Porto Rico.
- WP 13: Composto amarelo do Caribe. Composto formado no Mẽ-

xico a partir de milhos semiduros amarelos do Caribe e da América Central. É possível que incluia al-gum germoplasma de origem Tuxpeño.

WP 27: Cuba 28. Trata-se de uma amostra de milho semidentado amarelo, obtido pelos agricultores de Cuba.

WP 28: Diacol V - 101. Trata-se de uma variedade melhoraada, de milho duro branco, obtida pelo Programa Agrícola da Colômbia em colaboração com a Fundação Rockefeller.

WP 30: Nariño 330. Trata-se de uma amostra de milho duro branco do Banco de Germoplasma da Colômbia, formado por 11 linhagens de grãos amarelos.

WP 33: Amarillo Salvadoreño. É um milho semidentado amarelo, obtido na República de El Salvador.

WP 34: Sintético da Flórida. Trata-se de milho semidentado amarelo, obtido com milhos adaptados ao Estado da Flórida - USA.

WP 35: Eto Amarillo. Trata-se de variedade de milho duro amarelo, melhorada na Estação Experimental Túlio Ospina da Colômbia.

WP 36: Venezuela 1. Semidentado amarelo, obtido por seleção na Venezuela.

WP 38: OD (MS) 6. É uma variedade de milho, semidentado amarelo, que tem sido melhorada por seleção massal

em Costa Rica.

Pêrola Piracicaba: Trata-se de uma variedade sintética branca, obtida pelo Programa de Melhoramento de Milho, do Instituto de Genética da ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil. É formada pela combinação de linhagens brancas e amarelas, de alta produtividade e de excelentes características agronômicas, sintetizada a partir de três linhagens Cateto, três linhagens Flint branca da Colômbia, duas Flint Amarelo da Colômbia e uma linhagem semi-Flint amarelo do México.

Cateto Composto: Obtido pela combinação de inúmeras amostras locais do conhecido milho cateto de grãos duros e de cor laranja intensa. Foi coletada entre os agricultores dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso, Maranhão, Ceará e uma amostra do Paraguai.

Estas populações foram inter cruzadas entre si e seguidas de multiplicação por três gerações de polinização livre. Praticou-se a seguir um ciclo de seleção massal, selecionando-se fenotipicamente 800 plantas (espigas) no ano agrícola de 1970/71. O material foi selecionado para grãos duros e de cor laranja. A população se caracterizava por ser altamente heterogênea e bem adaptada.

4. MÉTODOS

Baseando-se na seleção visual para tamanho do em brião, obteve-se da população ESALQ VF-1 duas subpopulações: a) Subpopulação 01 ou ESALQ VF-1 Original, b) Subpopulação 02 ou ESALQ VF-1 Embrião Grande, as quais foram submetidas à seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos da for ma descrita a seguir.

4.1. Obtenção das subpopulações

4.1.1. Subpopulação 01 (ESALQ VF-1 Original)

As progênies de meios-irmãos, obtidas por seleção massal durante o ano agrícola de 1970/71, foram avaliadas no

ano agrícola 1971/72 (MIRANDA FILHO et alii 1972). O delineamento usado foi em látice parcialmente balanceado, perfazendo-se 8 látices 10 x 10 (800 progênies), com três repetições em cada grupo.

Cada parcela foi constituída de uma fileira de 5,0 m de comprimento, espaçadas entre si de 1,0 m, e, entre covas, de 0,40 m. Cada cova recebeu três sementes, deixando-se, após o desbaste, duas plantas por cova.

Testemunhas representadas por híbridos regionais foram plantadas sistematicamente nos ensaios. Em cada repetição essas testemunhas foram repetidas três vezes, no início, no meio e no final.

Após o completo desenvolvimento das plantas, foram feitas observações de interesse agrônômico, em duas das três repetições utilizadas, tais como: altura média das plantas, altura média da inserção da primeira espiga na planta e acamamento. A seguir foi feita a contagem do número de plantas por parcela ("stand"). Na colheita foram anotados o peso das espigas despalhadas e o teor de umidade dos grãos, correspondentes à cada parcela experimental. As produções observadas no campo, correspondentes a cada parcela, foram corrigidas utilizando-se a seguinte fórmula:

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

onde têm-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 seguir foi feita correção para "stand", empregando-se a fórmula de ZUBER (1942):

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

onde têm-se:

PCC : peso de campo corrigido para o "stand" proposto;

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

T : número de plantas propostas por parcela ("stand" ideal);

F : número de plantas perdidas por parcela.

Este ajuste adiciona 70% da produção média para cada planta perdida e considera que 30% é recuperado pelas plantas vizinhas à falha. Esta metodologia só pode ser utilizada quando as falhas entre parcelas forem consideradas aleatórias, isto é, quando as diferenças finais do "stand", sem correção, entre as progênies, não forem estatisticamente significativas.

Após a obtenção dos dados finais, baseando-se no comportamento médio das famílias nas três repetições, quanto aos caracteres: produtividade, altura da planta e da espiga, acamamento e "stand" final, foram selecionadas cerca de 100 melhores famílias de meios-irmãos. As sementes remanescentes destas famílias selecionadas foram utilizadas no plantio em lote isolado de despendoamento no ano agrícola 1972/73.

Segundo LIMA et alii (1974), de cada progênie foram selecionadas cerca de 10% das plantas, perfazendo 500 plantas. As espigas obtidas dessas plantas constituíram novas progênies de meios-irmãos. Esta nova população foi denominada de ESALQ VF-1 MI HSI. Estas progênies foram avaliadas em lâtilices 10 x 10, com três repetições, com parcelas de 10 m², segundo a mesma metodologia utilizada no ciclo anterior. Após a recombinação das progênies selecionadas, obteve-se novamente 500 famílias correspondentes à população ESALQ VF-1 MI HSII.

No ano agrícola 1975/76, de acordo com PATERNIANI (1976), as 500 famílias de meios-irmãos foram avaliadas e as melhores recombinadas no ano agrícola seguinte, permitindo dispor de 500 novas famílias, correspondentes a ESALQ VF-1 MI HSIII, a qual foi denominada no presente trabalho de Subpopulação 01 ou ESALQ VF-1 Original.

4.1.2. Subpopulação 02 (ESALQ VF-1 Embrião Grande)

Com o objetivo de se ter uma variedade de milho com alto teor de óleo e de boa produtividade de grãos, destinada a atender às necessidades das indústrias de óleo de milho, iniciou-se seleção para o aumento relativo do embrião nos grãos do composto ESALQ VF-1.

O método utilizado foi o da seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, sem sementes remanescentes. A seleção entre famílias visou à elevação da produtividade de grãos e a seleção dentro das famílias, o aumento relativo do embrião da maneira descrita a seguir (PATERNIANI, 1979)¹.

Durante o ano agrícola de 1972/73, 1.000 progênies de meios-irmãos da população ESALQ VF-1 MI foram avaliadas para produtividade e características agronômicas, em 10 ensaios em lâminas 10 x 10, com 4 repetições cada. As repetições 1, 2 e 3 foram semeadas em outubro, com sementes normais. As parcelas compunham-se de uma fileira de 10,0 m, semeando-se três sementes em cada cova, espaçadas entre si de 0,40 m. O espaçamento entre fileiras foi de 1,0 m. Após o desbaste, deixou-se duas plantas por cova. O "stand" completo teve 50 plantas por fileira. A repetição 4, foi semeada em novembro, um mês mais tarde que as repetições 1, 2 e 3, em lotes isolados de despendoamento. Usaram-se nesta repetição sementes visualmente selecionadas para embrião grande, de cada uma das

¹ PATERNIANI (1979), comunicação pessoal.

progênes de meios-irmãos. Semeou-se na proporção de duas fileiras femininas, que foram despendoadas, para uma fileira masculina. As sementes usadas para o plantio das fileiras masculinas foram constituídas por uma mistura, em quantidades iguais, de sementes das 1.000 progênes de meios - irmãos e a semeadura foi realizada em duas épocas, com intervalos de 7 a 8 dias. Essas sementes foram também escolhidas para embrião grande.

Os tratos culturais foram os normais à cultura do milho. Pouco antes do florescimento, eliminaram-se nas fileiras masculinas da quarta repetição as plantas inferiores e atípicas.

Após a colheita das repetições 1, 2 e 3, indentificaram-se as progênes mais produtivas. Na quarta repetição, colheram-se as 10 melhores plantas dentro das 200 progênes mais produtivas, de acordo com os resultados dentro das três primeiras repetições. Na colheita deu-se preferência às plantas prolíficas (mais de uma espiga por planta), com espigas grandes e bem empalhadas, plantas erectas e com inserção de espigas não muito alta. Mantiveram-se sempre juntas as espigas de plantas prolíficas. Após a secagem das espigas, escolheram-se as 1.000 espigas melhores, considerando-se as de plantas prolíficas como uma espiga. Debulhou-se cada espiga individualmente, constituindo a população ESALQ VF-1 MI HSEGI (um ciclo de seleção entre famílias de meios-irmãos para produtividade e dentro de famílias para embrião grande).

O mesmo procedimento foi realizado nos anos agrícolas de 1973/74, 1974/75, 1975/76 e 1976/77. Obteve-se, desta forma, no final do ano agrícola de 1976/77, a população ESALQ VF-1 MI HSEG V, ou seja, população ESALQ VF-1 MI com cinco ciclos de seleção entre famílias de meios-irmãos, para produtividade de grãos, e dentro de famílias para embrião grande, denominada no presente trabalho de Subpopulação 02 ou ESALQ VF-1 Embrião Grande.

4.2. Execução experimental

Uma amostra representativa de cada subpopulação foi plantada no ano agrícola de 1978/79, na área experimental do Instituto de Genética, Piracicaba, SP. Durante o desenvolvimento vegetativo, antes do início do florescimento, as plantas que apresentaram características agrônômicas indesejáveis foram eliminadas.

Na época do florescimento, todas as espigas foram protegidas. As plantas que apresentaram duas espigas foram selecionadas e uma das espigas foi autofecundada e a outra polinizada com mistura de pólen das plantas da mesma subpopulação, obtendo, desta forma, espigas de sementes autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2), respectivamente. Para que não houvesse efeito de posição das espigas dentro de uma mesma planta, as polinizações foram efetuadas aleatoriamente,

a fim de que houvesse um confundimento entre tipos de espigas dentro de uma mesma planta.

Ao término do ciclo da cultura, procedeu-se a colheita das espigas que foram trabalhadas. Após serem debulhadas individualmente, foram armazenadas em câmara seca para uniformização da umidade dos grãos, a qual foi ao redor de 12%.

Os dados obtidos destas sementes foram:

- a) peso de 100 grãos: foram escolhidas, pelo aspecto da semente, aquelas representativas da parte central de cada espiga e obtido seu peso, em gramas;
- b) volume de 100 grãos: utilizou-se o método da diferença de volume medido pelo deslocamento da coluna de etanol, em mililitros;
- c) densidade dos grãos: após a obtenção do peso e volume dos grãos, a relação entre estes caracteres forneceu a densidade, em gramas por mililitro;
- d) porcentagem de óleo: de cada espiga foram escolhidas duas amostras de quinze grãos cada uma, dos quais, após moagem, procedeu-se a determinação da porcentagem de óleo do modo descrito a seguir (TOSELLO, 1978)¹.

Cartuchos de papel de filtro, devidamente numerados, foram colocados a uma temperatura de 70°C durante 30 minutos para sua secagem, obtendo-se seus pesos secos (P_1). As

¹ TOSELLO, 1978. Comunicação pessoal.

amostras do material moído foram colocadas nesses cartuchos, tomando-se o cuidado de não compactar o material, o qual foi seco até peso constante (6 horas a 70°C), após o qual foi pesado (P_2). Depois de grampeados e secos novamente por uma hora à mesma temperatura, foram novamente pesados (P_3). Procedendo-se, a seguir, a extração do óleo das amostras, usando-se N-hexano, durante 14 horas, em extrator de Soxhlet. Após este tempo, as amostras foram secas durante 6 horas a uma temperatura de 70°C e determinado seu peso (P_4). Através da diferença entre P_2 e P_1 , obteve-se o peso seco da amostra antes da extração do óleo. Pela diferença entre P_3 e P_4 , obteve-se a quantidade de óleo contida na amostra. A porcentagem de óleo foi obtida utilizando-se a seguinte expressão:

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

onde:

PO = porcentagem de óleo na amostra analisada.

4.3. Análises estatística

Procedeu-se as análises da variância de acordo com o esquema fatorial com observações dentro das subclasses.

Para cada variável foi obtida a sua distribuição

de frequências, em todas as características observadas. A normalidade destas distribuições foi submetida ao teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV (STEPHENS, 1974).

O número de determinações realizadas para as características de peso, volume e densidade dos grãos foi de uma por espiga, enquanto que para a porcentagem de óleo fizeram-se duas. Desta forma, só foi possível fazer-se uso da análise da variância para a porcentagem de óleo nos grãos. Nas demais características, calcularam-se suas médias aritmética, erro padrão da média e o coeficiente de variação. Este coeficiente exprime o valor médio da variabilidade total presente. Está contido nesta variabilidade, além do componente genético inerente a uma população panmítica, a componente ambiental.

As diferenças entre as variáveis foram obtidas através de contrastes de médias. A significância desta diferença contra a nulidade foi submetida ao teste 't'. Para efeito comparativo, os mesmos contrastes usados nas características com uma determinação foram realizados também para porcentagem de óleo, usando-se para tanto médias de determinação obtidas dentro das espigas. Na transformação dos contrastes em porcentagem, usou-se como índice 100 a subpopulação 02 (P_2) e/ou espigas de polinização livre (E_2).

4.3.1. Análise dentro de tipos de espigas

Esta análise permite avaliar o grau de variação entre espigas. Usando-se somente uma determinação por espiga, esta variação foi obtida pelo coeficiente de variação. Os cálculos obedeceram às seguintes expressões matemáticas:

a) cálculo da média aritmética (m):

$$m = \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) / n$$

b) Cálculo do coeficiente de variação (C.V.%):

$$\begin{aligned} \text{C.V.}_{ga} \% &= (s/m) \cdot 100 \\ s &= (\text{SQD}/n-1)^{1/2} \end{aligned}$$

c) Cálculo do erro padrão da média ($s(m)$):

$$s(m) = \pm (s^2/n)^{1/2}$$

onde têm-se:

- m : estimativa da média aritmética do caráter analisado, numa determinada variável para uma dada característica;
- x_i : valor individual de uma dada característica, em uma determinada variável;
- n : número de dados obtidos para o caráter analisado;
- C.V.% : estimativa do coeficiente de variação, calculado em porcentagem;
- SQP : soma dos quadrados dos desvios;

s : estimativa do desvio padrão da média;
 $s(m)$: estimativa do erro padrão da média.

Para a característica porcentagem de óleo, da qual foram obtidas duas determinações por espigas, efetuou-se a análise da variância entre espigas. Esta análise ignora a estrutura de subpopulações, de plantas e de tipo de espiga, conforme o modelo linear:

$$y_{ik} = \mu + b_i + d_{(ik)}$$

onde têm-se:

y_{ik} : valor observado da espiga i , na determinação k ;
 μ : média geral;
 b_i : efeito aleatório entre espigas ($i=1,2,\dots,n$);
 $d_{(ik)}$: efeito aleatório dentro das espigas ($k=1, 2,\dots,m$).

A cada subpopulação (p_1 e p_2) e, dentro destas, a cada tipo de espigas (E_1 e E_2) temos um quadro da análise da variância, cujo esquema é apresentado na Tabela A.

Tabela A. Análise da variância para porcentagem de óleo, dentro de uma subpopulação para um dado tipo de espiga.

Fontes de Variação	G.L.	QM	E (QM)	F
Entre Espigas	$n-1$	Q_1	$\sigma_d^2 + m\sigma_e^2$	Q_1/Q_2
Dentro de Espigas	$n(m-1)$	Q_2	σ_d^2	-
Total	$nm-1$			

onde têm-se:

n : número de espigas avaliadas;

m : número de determinações dentro das espigas;

σ_d^2 : variância dentro de espigas ($\hat{\sigma}_d^2 = Q_2$);

σ_e^2 : variância entre espigas ($\hat{\sigma}_e^2 = (Q_1 - Q_2)/m$).

A variabilidade total, entre espigas, foi testada pelo teste 'F' contra a variabilidade total, dentro das espigas.

Fez parte desta análise, além dos coeficientes de variação entre ($C.V._e$) e dentro de espigas ($C.V._d$), o coeficiente de repetibilidade (r), cujas equações são apresentadas a seguir:

$$C.V._e = ((\sigma_e^2)^{1/2}/\bar{m}) \cdot 100$$

$$C.V._d = ((\sigma_d^2)^{1/2}/\bar{m}) \cdot 100$$

$$r = (\sigma_e^2)/(\sigma_e^2 + \sigma_d^2) = (Q_1 - Q_2)/(Q_1 + Q_2(m - 1)) ,$$

sendo $\sigma_F^2 = \sigma_g^2 + \sigma_{Eg}^2$ e $\sigma_e^2 + \sigma_d^2 = \sigma_F^2$

onde têm-se:

$\bar{m}$: estimativa da média aritmética do caráter analisado;

σ_G^2 : variância genética;

σ_{EG}^2 : variância ambiental permanente;

σ_F^2 : variância fenotípica total.

Quando realizamos mais de uma determinação num da do caráter, no mesmo indivíduo, a variação fenotípica pode ser separada em variação entre e dentro de indivíduos. Esta subdivisão serve para eliminar a natureza da variação ambiental. Quando relacionamos a componente entre indivíduos sobre a componente fenotípica total, temos uma correlação dentro do caráter analisado, denominado, neste caso, de correlação intra-classe. Porém, medidas repetidas de um mesmo indivíduo denominam-se de coeficiente de repetibilidade do caráter. Neste caso a variação entre indivíduos é composta da compo nente genética (σ_G^2) e da componente ambiental permanente (σ_{Eg}^2),

referente à parte da variância ambiental total, que contri
bui para a componente entre indivíduos e que aparece devido
às circunstâncias permanentes e não localizadas (FALCONER,
1977). Portanto, a repetibilidade expressa a proporção da va
riação devida a diferenças permanentes, tanto genética como
ambiental ($\sigma_G^2 + \sigma_{Eg}^2$), em relação a diferenças de origem gené
tica e ambiental total (σ_F^2). Quando o caráter avaliado é de
origem exclusivamente maternal, este coeficiente corresponde
ao limite máximo da sua herdabilidade. Este coeficiente, no
presente trabalho, foi calculado segundo o esquema de análi
se interpopulacional (VENCOVSKY, 1977).

4.3.2. Análise entre tipos de espigas

Esta análise ignora a estrutura de subpopulação.
Visa avaliar o efeito entre sementes autofecundadas e de po
linização livre. Medindo, portanto, o efeito da fonte poli
nizadora entre tipos de espigas.

Este efeito foi medido através de contrastes de mé
dias e testados pelo teste 't', segundo as expressões:

$$Y_1 = m_{12} - m_{11}$$

$$Y_2 = m_{22} - m_{21}$$

$$t = Y_s / (s^2 (1/n_{1_} + 1/n_{2_}))^{1/2}$$

$$s = (SQ_1 + SQ_2) / ((n_{1_} + n_{2_}) - 2)$$

onde têm-se:

- Y_1 : estimativa do contraste entre as médias dos diferentes tipos de espigas para a subpopulação 01;
- Y_2 : estimativa do contraste entre as médias dos diferentes tipos de espigas para a subpopulação 02;
- Y_s : estimativa do contraste entre as médias dos diferentes tipos de espigas para a subpopulação S ($s = 1, 2, \dots, q$);
- m_{11} : estimativa da média aritmética do caráter analisado na subpopulação 01, para as espigas autofecundadas (P_1E_1);
- m_{12} : estimativa da média aritmética do caráter analisado na subpopulação 01, para as espigas de polinização livre (P_1E_2);
- m_{21} : estimativa da média aritmética do caráter analisado na subpopulação 02, para as espigas autofecundadas (P_2E_1);
- m_{22} : estimativa da média aritmética do caráter analisado na subpopulação 02, para as espigas de polinização livre (P_2E_2);

- t : valor do teste ' t ', para o contraste a ser testado com $(n_1 + n_2) - 2$ graus de liberdade;
- $n_{1_}$: número de observações realizadas para o caráter analisado na subpopulação 01 para as espigas autofecundadas ou de polinização livre;
- $n_{2_}$: número de observações realizadas para o caráter analisado na subpopulação 02, para as espigas autofecundadas ou de polinização livre.

A análise da variância para porcentagem de óleo, obedeceu ao seguinte modelo linear:

$$y_{ijk} = \mu + p'_i + t_j + (p't)_{ij} + d_k(ij)$$

onde têm-se:

- y_{ijk} : valor observado na planta i , contendo o tipo de espiga j , na determinação k ;
- μ : média geral, para tipo de espiga dentro da subpopulação;
- p'_i : efeito aleatório da planta i ($i = 1, 2, \dots, n$);
- t_j : efeito fixo de tipo de espiga j ($j = 1, 2, \dots, a$);
- $(p't)_{ij}$: efeito aleatório da interação entre a planta i pelo tipo de espiga j ;

$d_{k(ij)}$: efeito aleatório do erro associado a determinação k ($k = 1, 2, \dots, m$), dentro da planta i , no tipo de espiga j .

O esquema do quadro da análise de variância, a fim de detectar o efeito entre tipos de espigas, dentro de cada subpopulação, está apresentado na Tabela B.

Tabela B. Análise da variância para porcentagem de óleo, dentro de uma subpopulação e entre tipos de espigas.

F.V.	G.L.	QM	E (QM)	F
Plantas (P')	$n_s - 1$	Q_1	$\sigma_d^2 + ma\sigma_{p'}^2$	Q_1/Q_4
Tipos de Espigas (T)	$a - 1$	Q_2	$\sigma_d^2 + m\sigma_{p't}^2 + mn_s V_t$	Q_2/Q_3
P' x T	$(a-1)(n_s-1)$	Q_3	$\sigma_d^2 + m\sigma_{p't}^2$	Q_3/Q_4
Dentro	$(m-1) an_s$	Q_4	σ_d^2	
Total	$n_s am - 1$			

onde têm-se:

n_s : número de plantas da subpopulação P ($n_s = 1, 2, \dots, x_s$);

P : subpopulação avaliada ($p = 1, 2, \dots, q$);

σ_p^2 : variância do efeito aleatório de plantas
 $(\hat{\sigma}_{p'}^2 = (Q_1 - Q_3)/ma)$;

V_t : variância do efeito fixo de tipos de espigas ($\hat{V}_t = (Q_2 - Q_3)/mn_s$).

As significâncias dos efeitos avaliados foram testadas pelo teste 'F'. Para os efeitos de planta e interação o testador foi o resíduo dentro de espigas (Q_1/Q_4 e Q_3/Q_4 , respectivamente). O efeito de tipos de espigas foi testado pela interação dos dois efeitos principais (Q_2/Q_3).

Deste quadro de análise da variância entre tipos de espigas, obtivemos ainda os coeficientes de variação entre plantas (CV_p) e entre tipos de espigas (CV_t), segundo as equações:

$$C.V._p = ((\sigma_p^2)^{1/2}/m) \cdot 100$$

$$C.V._t = ((V_t)^{1/2}/m) \cdot 100$$

4.3.3. Análise entre subpopulações

Nos contrastes de médias, o efeito entre subpopulações foi avaliado dentro de um determinado tipo de espiga e entre diferentes tipos de espigas. Para tanto, a análise fixa o tipo de espiga dentro das subpopulações.

O contraste entre médias obedeceu às expressões:

$$Y_1 = m_{21} - m_{11}$$

$$Y_2 = m_{22} - m_{12}$$

$$Y_3 = m_{22} - m_{11}$$

$$Y_4 = m_{21} - m_{12}$$

onde têm-se:

Y_1 : contraste entre médias das subpopulações usando espigas autofecundadas (m_{11});

Y_2 : contraste entre médias das subpopulações usando espigas de polinização livre (m_{22});

Y_3 : contraste entre médias das subpopulações usando espigas autofecundadas na subpopulação 01 (m_{11}) e espigas de polinização livre na subpopulação 02 (m_{22});

Y_4 : contraste entre médias das subpopulações usando espigas de polinização livre na subpopulação 01 (m_{12}) e espigas autofecundadas na subpopulação 02 (m_{21}).

Os contrastes foram testados pelo teste 't'.

A análise de variância para porcentagem de óleo não fixa o tipo de espiga, pois o efeito entre subpopulações de diferentes tipos de espiga é obtido pela interação destes, segundo o modelo linear apresentado a seguir:

$$Y_{ijk}(q) = \mu + p'_i(q) + t_j + p_q + (tp)_{jq} + (p't)_{ij}(q) + d_k(ijq)$$

onde têm-se:

- $Y_{ijk}(q)$: valor observado na planta i , no tipo de espiga j , da determinação k , dentro da subpopulação q ;
- μ : média geral;
- $p_i^l(q)$: efeito aleatório da planta i , dentro da subpopulação q ;
- t_j : efeito fixo do tipo de espiga j ;
- p_q : efeito fixo da subpopulação p ($s=1,2\dots q$);
- $(tp)_{jq}$: efeito fixo da interação do tipo de espiga j na subpopulação q ;
- $(p't)_{ij}(q)$: efeito aleatório da interação da planta i , no tipo de espiga j , dentro da subpopulação q ;
- $d_k(ijq)$: efeito aleatório do erro associado à determinação k , dentro da planta i , no tipo de espiga j da subpopulação q .

A Tabela C apresenta o esquema da análise da variância para porcentagem de óleo dentro do efeito entre subpopulações.

TABELA C. Análise da variância para porcentagem de óleo, entre subpopulações.

F.V.	G.L.	Q.M.	E (Q.M.)	F
Subpopulações (P)	q-1	Q ₁	$\sigma_d^2 + m\sigma_p^2 \cdot t/p + am\sigma_p^2/s + anm V_p$	Q ₁ /Q ₄
Tipos de Espigas (T)	a-1	Q ₂	$\sigma_d^2 + m\sigma_p^2 \cdot t/p + qnm V_T$	Q ₂ /Q ₅
P x T	(q-1) (a-1)	Q ₃	$\sigma_d^2 + m\sigma_p^2 \cdot t/p + nm V_{PT}$	Q ₃ /Q ₅
Plantas/Subpopulação (P'/P)	(n-1)q	Q ₄	$\sigma_d^2 + m\sigma_p^2 \cdot t/p + am \sigma_p^2/s$	Q ₄ /Q ₅
(P' x T)/P	(a-1) (n-1)q	Q ₅	$\sigma_d^2 + m\sigma_p^2 \cdot t/p$	Q ₅ /Q ₆
Dentro	(m-1)naq	Q ₆	σ_d^2	-
Total	(naqm - 1)			

onde têm-se:

$\sigma_{P/P}^2$: variância do efeito aleatório de plantas dentro de subpopulação;

V_T : variância do efeito fixo de tipo de espiga;

V_P : variância do efeito fixo de subpopulação;

V_{TP} : variância do efeito fixo da interação de tipo de espiga por subpopulação;

$\sigma_{PT/P}^2$: variância do efeito aleatório da interação de planta por tipo de espiga, dentro de subpopulação.

4.3.4. Análise de correlações

As análises de correlações fenotípicas foram realizadas, agrupando-se em pares características dentro e entre subpopulações e tipos de espigas, segundo a expressão:

$$r_{xy} = \frac{\text{Cov}_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

onde têm-se:

- r_{xy} : coeficiente de correlação fenotípica, entre as características x e y;
- Cov_{xy} : covariância entre as características x e y;
- σ_x : erro padrão associado à característica x;
- σ_y : erro padrão associado à característica y.

A significância dos coeficientes de correlação foi avaliada pelo teste 't', segundo a expressão (STEEL e TORRIE, 1960 - p.190):

$$t = (r - \rho) / (1 - r^2) / ((n - 2))^{1/2}$$

onde têm-se:

- t : estimativa de 't' para o contraste a ser testado com n - 2 graus de liberdade;
- r - ρ : contraste a ser testado, para uma hipótese de nulidade, em que consideramos $\rho = 0$;
- n : número de pares em que foi obtido o valor do coeficiente de correlação (r).

Nos cálculos dos coeficientes de correlação, em que se envolviam as subpopulações com números de plantas diferentes, usou-se o valor de n da subpopulação com menor número de dados.

5. RESULTADOS

5.1. Distribuição das frequências

As figuras de 1 a 4 apresentam, respectivamente, os polígonos das frequências relativas aos pesos de 100 grãos, volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Estão dispostas em combinação de subpopulação (P_1 e P_2) com tipos de espigas (E_1 e E_2), ou seja: a) subpopulação 01 com espigas autofecundadas ($P_1 E_1$); b) subpopulação 01 com espigas de polinização livre ($P_1 E_2$); c) subpopulação 02 com espigas autofecundadas ($P_2 E_1$); d) subpopulação 02 com espigas de polinização livre ($P_2 E_2$).

Apresentam também o número de observações avaliadas (N), a estimativa da média aritmética ($\hat{m}$), o erro padrão da média ($s(\hat{m})$), o coeficiente de variação genético am

biental ($C.V'_{ga}$) e o grau de normalidade (Nor.) da curva, observada em relação à curva teórica esperada. As médias obtidas de cada característica, dentro das variáveis, estão representadas no gráfico e comparadas entre subpopulações para um mesmo tipo de espiga.

Usaram-se sementes provenientes de 212 espigas autofecundadas e de polinização livre para a subpopulação 01, enquanto que a subpopulação 02 fez-se representar com 159 espigas autofecundadas e 149 de polinização livre, para as características de peso, volume e densidade dos grãos. Na porcentagem de óleo, o número de espigas usadas da subpopulação 01 foi de 211, para ambos tipos de cruzamentos avaliados. Para a subpopulação 02 usaram-se 156 e 145 espigas autofecundadas e de polinização livre, respectivamente.

O menor índice de normalidade obtido foi de 85%, (Fig. 1a, 1d, 4a, 4b e 4d). Para o presente trabalho, foram aceitos índices de normalidade superiores a 75%, o que significa que todas as distribuições de frequência estavam dentro deste limite, satisfazendo, desta forma, a principal restrição para a realização das análises da variância. Com este limite, os dados em que os efeitos dos fatores fixos são pequenos, a não-normalidade não distorce seriamente as conclusões. Quando os efeitos de tratamento ou repetições são grandes, esperam-se variâncias desiguais, pois uma das consequências da não-normalidade é que a variância tende a ser uma função da média (SNEDECOR e COCHRAN, 1967).

O erro padrão da média ($s(\bar{m})$) manteve-se semelhante dentro de uma mesma característica para as diferentes variáveis. Na característica de peso dos grãos, em que a média variou de 29,7 (Fig. 1a) a 31,7 gramas (Fig. 1d), seu erro padrão manteve-se ao redor dos 0,4 gramas. No volume de 100 grãos (Fig. 2) a média variou de 22,7 a 24,4 ml, para as mesmas variáveis, e o erro foi de 0,3 ml. Porém, na densidade dos grãos, cuja média oscilou de 1,302 (Fig. 3d) a 1,316 g/ml (Fig. 3b), seu erro variou de 0,003 (Fig. 1a) a 0,005 g/ml (Fig. 3b).

Para a característica porcentagem de óleo, o valor de 4,21% representa sua menor média, tendo sido obtido quando se avaliou a subpopulação 02 com espigas autofecundadas (Fig. 4c). A maior média obteve-se para a subpopulação 01, de espigas de polinização livre (Fig. 4b), com valor de 4,61%.

5.2. Variabilidade presente

A variabilidade presente no material analisado, foi estudada nas características de peso, volume, densidade e porcentagem de óleo dos grãos, através do coeficiente de variação fenotípico. Este coeficiente, cujos valores estão apresentados nas figuras de distribuição das frequências, representa a variabilidade total, isto é, variabilidade devida ao componente ambiental e à genética entre espigas,

além da variabilidade genética dentro de espigas, provocada pelo efeito da fonte polinizadora. Pelo fato de terem sido realizadas duas determinações na característica porcentagem de óleo, este coeficiente foi obtido através da média de de terminações.

O coeficiente de variação genético ambiental, a além de se manter constante entre as variáveis para uma mesma característica, manteve-se constante também entre os caracteres de peso, volume e porcentagem de óleo, com valores ao redor de 17%. Para a densidade dos grãos, este coeficiente manteve sua constância entre as variáveis com valores de aproximadamente 4%.

As Figuras A e B mostram cortes transversal e longitudinal e uma visão frontal de grãos de milho, com detalhes para o embrião, das subpopulações 01 e 02, respectivamente. À esquerda (P_{1A} e P_{2A}) estão os grãos que apresentaram maiores conteúdos em óleo, à direita (P_{1B} e P_{2B}), os de menores conteúdos. A primeira coluna (E_1) apresenta grãos obtidos de espigas autofecundadas e a segunda coluna (E_2), de espigas de polinização livre.

Para a subpopulação 01 (Fig. A) o maior valor foi obtido pela planta 177, tanto para as espigas autofecundadas (6,32%), como para espigas de polinização livre (6,82%). O menor valor foi dado pelas espigas provenientes da planta 171, também, neste caso, tanto para as espigas autofecundadas (2,25%) como para a de polinização livre (2,50%).

Figura A. Cortes transversal (ao topo) e longitudinal (ao meio) e visão frontal (abaixo), com detalhes para o embrião, de grãos de milho da subpopulação 01 com valores extremos de conteúdo de óleo (P_{1A} = maior valor e P_{1B} = menor valor), obtidos de espigas autófecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2)

Figura B. Cortes transversal (ao topo) e longitudinal (ao meio) e visão frontal (abaixo), com detalhes para o embrião, de grãos de milho da subpopulação 02 com valores extremos de conteúdo de óleo (P_{2A} = maior valor e P_{2B} = menor valor), obtidos de espigas autófecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2).

Na subpopulação 02 (Fig. B), os maiores valores foram de 7,58 e 7,47%, obtidos nas plantas 001 e 007, respectivamente para as espigas autofecundadas e de polinização livre. Os valores obtidos para os outros tipos de espigas destas mesmas plantas foram de 5,45 e 5,64%, respectivamente para as do tipo de polinização livre da planta 001 e de autofecundação da planta 007.

Os menores valores desta subpopulação foram de 3,03%, da planta 044 com espigas autofecundadas, e de 1,69%, da planta 032 com espigas de polinização livre. Os valores obtidos nas espigas de polinização livre da planta 044 e espigas autofecundadas da planta 032 foram respectivamente de 2,72 e 3,28%. Nestas comparações só se usaram plantas que apresentaram os dois tipos de espigas.

A variabilidade para o caráter porcentagem de óleo foi melhor estudada através da análise da variância.

Estas análises, relativas às determinações entre e dentro de espigas, foram apresentadas para as diferentes subpopulações e, dentro destas, para os tipos de espigas. Nestas estão apresentados os valores e o grau de significância do quadrado médio entre espigas pelo teste 'F', os coeficientes de variação entre e dentro de espigas, as esperanças dos quadrados médios e o coeficiente de repetibilidade.

A Tabela 1a apresenta a análise da variância para a subpopulação 01, de espigas autofecundadas. A variação entre espigas, testada pela variação dentro, de acordo com

as esperanças dos quadrados médios, foi significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste 'F'. Os coeficientes de variação ressaltam esta diferença entre espigas, em relação à variação dentro das espigas, apresentando valores de 14,68 e 8,51%, respectivamente. O coeficiente de repetibilidade para o caráter conteúdo de óleo entre espigas apresentou valor de 74,89%. A variabilidade presente entre e dentro das espigas de polinização livre, também para a subpopulação 01, estão apresentadas na Tabela 1b. Os valores dos quadrados médios, embora numericamente menores que os apresentados pelas espigas autofecundadas, apresentam resultados semelhantes, destacando a elevada variação entre espigas, em relação à variação dentro. Contudo, o coeficiente de repetibilidade foi pouco superior ao das espigas autofecundadas, nesta mesma subpopulação, com valor de 76,99%.

Estes mesmos tipos de análises foram realizados na subpopulação 02 e estão apresentados na Tabela 2. A Tabela 2a apresenta a análise para espigas autofecundadas e a Tabela 2b, para as espigas de polinização livre. O aspecto geral de cada análise manteve-se o mesmo que o da subpopulação 01, com variação "entre" superior à variação dentro das espigas. Os valores absolutos do quadrado médio entre espigas se inverteram nesta subpopulação para os diferentes tipos de espigas; isto é, as espigas de polinização livre apresentam valores de seus quadrados médios numericamente maiores que o valor do quadrado médio entre espigas do tipo autofecundado. O coeficiente de repetibilidade para

as espigas de polinização livre foi de 73,92%, enquanto que para as espigas autofecundadas foi de 74,89%.

5.3. Efeito entre tipos de espigas

As diferenças entre as espigas de polinização livre (E_2) e as autofecundadas (E_1) são apresentadas na Tabela 3, para as características estudadas.

A primeira coluna de cada subpopulação (P_1 e P_2) representa o valor obtido pelo contraste, juntamente com o grau de significância do teste 't'. A segunda coluna apresenta o valor percentual deste contraste.

O efeito de tipos de espigas é também apresentado, para a característica porcentagem de óleo, através da análise da variância na Tabela 4. A Tabela 4a apresenta valores obtidos na subpopulação 01 e a Tabela 4b, valores obtidos na subpopulação 02. Nestas análises foram usadas somente plantas que possuíam os dois tipos de espigas, ou seja, 210 plantas para subpopulação 01 e 81 para subpopulação 02.

Os contrastes mostraram que os efeitos entre tipos de espigas foram significativos ao nível de 5% de probabilidade para peso e volume de 100 grãos e a 1% de probabilidade para porcentagem de óleo, sendo não significativo para densidade de grãos.

Na subpopulação 02 este efeito só foi significativo para porcentagem de óleo, ao nível de 1% de probabilidade.

Todos os contrastes significativos mostram que as características avaliadas nas espigas autofecundadas, foram menores que quando avaliadas nas espigas de polinização li
vre.

Embora a subpopulação 02, para as características de peso e volume, não tenha mostrado efeito entre tipos de espigas, este foi detectado na subpopulação 01. A subpopulaç
ão 02 apresentou maior efeito entre tipos de espigas para a porcentagem de óleo (8,1%) que a subpopulação 01 (4,1%), quand
o se fez uso de todas as plantas.

A análise da variância, apresentada na Tabela 4, mostrou que na subpopulação 01 (Tab. 4a) os tipos de espigas foram altamente significativos, embora a variabilidade, re
presentada pelo coeficiente de variação genético ambiental tenha se mostrado inferior em relação às outras fontes de variação.

Para a subpopulação 02 (Tab. 4b), o efeito de ti
po de espigas foi estatisticamente não significativo. Contu
do, para os efeitos de plantas e o resíduo entre espigas, es
tes apresentaram uma significância ao nível de 1% de probabili
dade pelo Teste 'F'.

5.4. Efeito entre subpopulações

As subpopulações, como já mostrado, foram originâ
rias de uma mesma população, diferenciando-se porém no objet
ivo da seleção aplicada. Enquanto na subpopulação 01 foi

aplicada seleção entre e dentro de família de meios-irmãos para produtividade, usando-se sementes remanescentes, na subpopulação 02 aplicou-se a seleção entre família de meios-irmãos para produtividade e dentro de famílias para embrião grande.

As diferenças entre estas subpopulações para peso, volume, densidade e porcentagem de óleo dos grãos são apresentadas na Tabela 5 para contrastes de médias. A Tabela 6 apresenta a porcentagem de óleo através da análise da variância conjunta para subpopulações, balanceada para 81 plantas, todas contendo simultaneamente espigas autofecundadas e de polinização livre. Desta forma as subpopulações foram comparadas entre si, dentro e entre tipos de espigas.

5.4.1. Dentro de tipos de espigas

Os efeitos entre subpopulações, dentro de tipos de espigas, estão apresentados na Tabela 5a. As significâncias dos contrastes, submetidas ao teste 't', mostraram que, usando-se espigas autofecundadas, conseguiu-se aumento da subpopulação 02 em relação à subpopulação 01, em 3,5% para peso de 100 grãos e de 4,1% para volume de 100 grãos, ambos significativos a 5% de probabilidade. Não foi alterada a densidade dos grãos, porém ocorreu uma redução de 5%, significativa ao nível de 1% de probabilidade para a porcentagem de óleo.

Usando-se espigas de polinização livre, observou-

-se efeito entre as subpopulações, significativo a 5%, para elevação do volume de 100 grãos e redução da densidade. As demais características tiveram comportamento semelhante em ambas subpopulações.

A análise da variância conjunta para subpopulação (Tab. 6) mostrou efeito significativo entre tipos de espigas e não para subpopulações. Contudo, o efeito da interação de tipo de espiga com subpopulação foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste 'F'. Os efeitos de plantas e resíduo entre espigas também apresentaram significância ao nível de 1% de probabilidade para o mesmo tipo de teste.

5.4.2. Entre tipos de espigas

Utilizando-se contrastes entre populações com diferentes tipos de espigas, a Tabela 5b mostra que, quando se usa espigas autofecundadas na subpopulação 02 e de polinização livre na subpopulação 01, observa-se um comportamento semelhante entre populações para as características de peso e volume dos grãos. Porém, obteve-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para densidade dos grãos, provocando uma redução de 1%. No caráter porcentagem de óleo a redução, na subpopulação 02 em relação à subpopulação 01, foi de 8,7%, significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A inversão dos tipos de espigas, ou seja, utilizando-se espigas de polinização livre para subpopulação 02 e

autofecundadas para a subpopulação 01, inverteram-se também os efeitos, obtendo-se um ganho de 6,6% e de 7,4%, para peso e volume de 100 grãos, respectivamente, ambos significativos a 1% de probabilidade. Porém, com relação às características de densidade e porcentagem de óleo, estas se mantiveram semelhantes entre as subpopulações.

Pela análise da variância (Tab. 6) o efeito de interação de tipo de espiga por subpopulação (TxP) foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste 'F'. O efeito de subpopulação não foi significativo. Os efeitos de plantas e de tipos de espigas apresentaram significância ao nível de 1% de probabilidade.

5.5. Análise de correlações fenotípicas

A tabela 7 mostra os coeficientes de correlações fenotípicas dentro de tipos de espigas (E_1 e E_2 , Tab. 7a) e entre tipos de espigas (E_1 com E_2 , Tab. 7b), na subpopulação 01, para as características de peso, volume, densidade e porcentagem de óleo. Os resultados mostraram dentro de tipos de espigas uma elevada correlação positiva entre peso e volume. A densidade não se correlacionou com volume e porcentagem de óleo. As demais associações foram estatisticamente significativas, porém, com valores absolutos menores.

Os tipos de espigas mantiveram uma associação bastante semelhante entre as características; contudo, a porcentagem de óleo se correlacionou mais fortemente com peso e vo

lume dos grãos, quando se usaram espigas de polinização li
vre.

A correlação entre os tipos de espigas (Tab. 7b) mostrou ser bastante forte nas características de peso ($0,70^{**}$), volume ($0,68^{**}$) e porcentagem de óleo ($0,67^{**}$), mas não foi na densidade dos grãos ($-0,06^{ns}$). Contudo, a correlação entre características não foi tão elevada, destacando-se o caráter densidade nas espigas de polinização livre, correlacionando-se somente com o volume de 100 grãos das espigas autofecundadas, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a subpopulação 02, os efeitos de correlação são mostrados na Tabela 8. Quanto às correlações que envolvem peso, volume e densidade, os coeficientes são bastante semelhantes aos da subpopulação 01. Contudo, nesta subpopulação a porcentagem do óleo não se correlacionou com nenhuma das outras características quando usaram-se espigas autofecundadas, mas somente com peso de 100 grãos ($0,19^{*}$) nas espigas de polinização livre (Tab. 8a).

A associação entre tipos de espiga (Tab. 8b) para uma mesma característica, embora numericamente menor, permaneceu estatisticamente significativa. Neste caso, a porcentagem de óleo em um tipo de espiga só se correlaciona com ela mesmo em outro tipo de espiga ($0,57^{**}$).

As correlações entre as subpopulações (Tab. 9), para as características estudadas nas espigas autofecundadas, encontram-se na Tabela 9a e, para espigas de polinização li

vre, na Tabela 9b.

A única correlação significativa apresentada foi para porcentagem de óleo nas duas subpopulações, usando-se espigas autofecundadas. As demais relações entre subpopulação, independente de espigas, não foram estatisticamente significativas. Com o caso de espigas de polinização livre, houve uma tendência de a densidade na subpopulação 01 se correlacionar negativamente com volume, densidade e porcentagem de óleo da subpopulação 02.

Associando-se as diferentes subpopulações aos diferentes tipos de espigas, verifica-se, pela Tabela 10, que esta correlação não existe, mesmo quando se comparam características idênticas.

6. DISCUSSÃO

6.1. Seleção para tamanho do embrião

A seleção visual de grãos de milho com embriões grandes, tem por finalidade elevar o conteúdo de óleo dos mesmos, graças à elevada correlação positiva que estas características apresentam entre si. Os resultados obtidos pelo presente trabalho mostraram que este objetivo não foi alcançado, devido a que: a) este tipo de seleção só é eficiente para aumentar o conteúdo de óleo no grão de milho, quando o germoplasma usado apresenta baixa taxa do embrião em relação ao grão todo, ou seja, a proporção com que o embrião participa no total do grão deve ser pequena, pois esta relação, de acordo com os dados obtidos por CURTIS et alii (1968), participa com grande efeito sobre o conteúdo de óleo no grão de milho; b) a seleção visual dos embriões está baseada na rela

ção entre o seu comprimento e largura, não sendo possível selecionar também através da sua espessura.

Nos germoplasmas, em que a relação entre o embrião e o grão é naturalmente elevada, como no caso do ESALQ VF-1 (Fig. A e B), o aumento do conteúdo de óleo de seus grãos só pode ser feito através do aumento da concentração de óleo no embrião. Neste caso só é possível selecionando-se através dos resultados obtidos pelas análises de laboratório (MILLER e BRIMHALL, 1951 e LENG, 1961).

PATERNIANI (1972) evidenciou a elevada relação entre o embrião e o endosperma neste material estudado, denominado, no seu trabalho, de Flint Composto. O conteúdo de óleo de seus grãos mostraram ser superior aos outros germoplasmas testados, graças a esta elevada relação.

Com o uso de germoplasma, em que esta relação seja pequena, a seleção visual para elevar o tamanho do embrião é eficiente. BATISTA (1980) obteve um ganho de 1,44% por ciclo de seleção no germoplasma ESALQ VD-2. Nestes casos, o tipo de seleção empregado proporciona ganhos economicamente compensadores, devido também ao seu baixo custo de realização. Contudo, estes ganhos só serão obtidos nos estágios iniciais de um programa de melhoramento que vise à elevação do conteúdo de óleo nos grãos de milho, pois a taxa do embrião em relação ao grão irá crescendo e atingirá valores que não mais permitirão o aumento do teor de óleo dos grãos, como ocorreu com o material analisado no presente

trabalho.

Embora a seleção visual não tenha sido eficiente para a elevação do conteúdo de óleo dos grãos de milho, alterou a frequência gênica da população selecionada em relação à não selecionada para embrião grande. Demonstra este efeito a variabilidade para porcentagem de óleo, a qual foi maior que a da população não selecionada. Este aumento de variabilidade é devido a que o conteúdo de óleo das progênies, que possuíam baixa relação embrião/grão, foi aumentado. Embora este aumento não tenha afetado a média da população, afetou a distribuição de frequência, elevando o número de progênies com maior teor de óleo em seus grãos e, conseqüentemente, a variabilidade da subpopulação 02.

O aumento da variabilidade, neste caso, não foi devido ao efeito ambiental relativo ao estado nutricional das plantas, pois ambas as subpopulações receberam a mesma quantidade de nutrientes e se encontravam em solos com condições de fertilidade idênticas. Elimina-se dessa forma, a hipótese de que o tipo de seleção promovera maior interação entre a proporção do germe, em relação ao grão, com a fertilização nitrogenada do solo (SCHNEIDER et alii, 1952).

Outra evidência desta alteração gênica é a não correlação entre as características observadas nas duas subpopulações independentemente do tipo de espiga usado.

Os genes que são afetados neste tipo de seleção são aqueles que controlam o tamanho do embrião, que, segundo

LOESCH e ZUBER (1964), são genes maiores, provocando efeito de dosagem e obtendo uma independência de correlação entre as subpopulações trabalhadas, já que este tipo de associação era esperado pelo fato de ambas terem a mesma origem genética.

Os progressos de seleção para o aumento do conteúdo de óleo nestas subpopulações, através da análise de laboratório para determinação desta característica nos grãos das progênies obtidas, esperam-se ser elevados, devido ao alto coeficiente de repetibilidade obtido destes germoplasmas. Embora este coeficiente seja um parâmetro influenciado pelo ambiente (HOPKINS, 1899 e JELLUM e MARION, 1966), a participação da componente genética é a que predomina (SPRAGUE e BRIMHALL, 1950 e PONELEIT e BAUMAN, 1970).

Estas análises poderão ser feitas tanto em grãos obtidos de espigas autofecundadas, como nos obtidos de espigas de polinização livre, devido à elevada correlação positiva que estas apresentam entre si. Porém, devem ser avaliadas com grãos da parte central das espigas, pois, são sementes geneticamente mais representativas (LAMBERT et alii, 1967 e JELLUM, 1967).

O progresso obtido nas demais características inerentes ao grão, que foram avaliadas, como peso e volume, resulta da seleção visual para tamanho do embrião (escolha de embriões maiores pela associação entre maior embrião/menor grão), afetando, desta forma, o volume e, conseqüentemente,

o seu peso, devido à alta correlação positiva entre o peso e o volume dos grãos. A densidade destes não sofreu alterações muito significativas, pois, sendo esta uma relação entre o peso e o volume, a elevação destas duas, proporcionalmente, não promove mudanças para tal característica secundária. A tendência de esta característica ser negativa mostra que o tipo de seleção aplicado é mais eficiente sobre o volume dos grãos, que sobre o peso destes. Resultados semelhantes foram obtidos por BATISTA (1980).

Estes resultados sobre as alterações morfológicas dos grãos não concordam com os obtidos por CURTIS et alii, (1968), pois, o presente programa avaliado encontra-se em fase inicial e o tipo de seleção usado não visa à concentração de óleo do embrião.

Para se avaliarem diferentes populações selecionadas, tanto pelo embrião grande como pelo conteúdo de óleo, através do percentual de óleo de seus grãos pela análise de laboratório, devem ser feitas em sementes de polinização livre. As populações devem ser plantadas em lotes isolados de polinização para que não haja contaminação por outras fontes, o que concorda com os dados de MILLER e BRIMHALL (1951).

6.2. Avaliação direta de grãos com diferentes fontes polinizadora

Os efeitos detectados através da diferença entre as avaliações realizadas nos grãos provenientes de espigas

autofecundadas com os de espigas de polinização livre mostraram ser dependente do genótipo analisado e das características avaliadas dentro do genótipo.

Os resultados, mostraram que as características avaliadas nas sementes de polinização livre são maiores que as avaliadas em sementes de espigas autofecundadas, comprovam os dados obtidos por ASHBY (1930, 1932 e 1937), referentes ao efeito endogâmico, observado pela análise direta de sementes autofecundadas em comparação com as de cruzamento, ambos os tipos de uma mesma origem.

Considerando-se que a constituição gênica dos tecidos embrionários da semente é formada por 50% da fonte maternal e o restante da fonte polinizadora, este efeito mostra a influência direta da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo nos grãos de milho no material genético ESALQ VF-1. Resultados, mostrando efeitos semelhantes da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo foram apresentados por MILLER e BRIMHALL (1951), CURTIS et alii (1956), ALEXANDER e LAMBERT (1968) e GARWOOD et alii (1970), em diferentes genótipos de milho. Contudo, em girassol este efeito não foi detectado por PAWLOWSKI (1964), embora seja uma espécie de polinização cruzada e que os efeitos detectados por alguns autores, como SEETHARAM et alii (1977), são devidos ao efeito ambiental, de acordo com os dados obtidos por THOMPSON et alii (1979). Estes autores ainda relatam que, embora o controle do conteúdo de óleo, nesta espécie, seja exclusivamen-

te maternal, a fonte polinizadora apresenta efeitos sobre outras características, como o peso das sementes. Logo, tal efeito, segundo BRINK e COOPER (1947), deve receber a denominação de metaxenia, pois a participação da fonte polinizadora não é só sobre o endosperma, mas também sobre o tecido embrionário.

Os resultados mostraram que nas características analisadas os maiores efeitos de endogamia foram obtidos na subpopulação 02. Porém, resultados quantitativamente semelhantes aos obtidos pela depressão endogâmica na subpopulação 01, para a característica porcentagem de óleo, foram obtidos por GARWOOD et alii (1970) como sendo resultantes da participação da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo nos cruzamentos avaliados.

HAYES e IMMER (1942) consideram que a heterose e, conseqüentemente, o efeito endogâmico podem ser detectados em três estágios do desenvolvimento, ou seja: a) da fertilização à maturação das sementes; b) da germinação ao início do florescimento; c) desenvolvimento subsequente da planta.

Os efeitos diferenciais entre as sementes autofecundadas e as de polinização livre, ressaltando a depressão endogâmica e a heterose na fase de fertilização à maturação das sementes, foram também detectados por ASHBY (1930), LINDSTROM (1935), SPRAGUE (1936), ASHBY (1937) e LUCKWILL (1937).

ASHBY (1930) atribui o grande desenvolvimento inicial dos híbridos, em relação às suas linhagens, ao maior tamanho do em

brião, que suas sementes apresentavam. Desta forma, a análise direta de sementes autofecundadas, avaliando-se o teor de óleo, como foi efetuada por BATISTA (1980), subestima o valor real da população que está sendo estudada.

Com a determinação do efeito de endogamia na análise direta de sementes autofecundadas, em relação às de polinização livre e provenientes de uma mesma planta, fica então evidenciada a influência direta da fonte polinizadora não só sobre as características químicas, como conteúdo de óleo, mas também sobre características físicas, como peso e volume dos grãos. Este efeito não foi evidenciado na característica de densidade dos grãos, devido a que a influência da endogamia, tanto para o peso como para o volume, foi bastante semelhante em ambas subpopulações.

A não concordância entre os dois testes aplicados na subpopulação 02 foi devido a que, para o contraste de médias, usaram-se todas as observações realizadas, enquanto que, para a análise da variância, usaram-se somente as observações obtidas de plantas com os dois tipos de espigas. Pelo fato de esta diferença de número de observações ser bastante expressiva, provocou-se uma forte redução nos graus de liberdade do efeito residual entre espigas, usado como testador para o efeito de tipos de espigas, reduzindo-se grandemente a sensibilidade do teste.

As relações entre as características avaliadas foram mantidas em ambos os tipos de espigas, independente de subpopulação. Indica-se, com isso, que o efeito de endogamia

verificado nas sementes oriundas de espigas autofecundadas não afetou as correlações entre as características de peso, volume, densidade e porcentagem de óleo dos grãos de milho.

O peso e o volume dos grãos foram menos afetados pelo tipo de espiga, pois a elevada correlação positiva para estas características, quando se considerou os dois tipos de espigas estudados, mostrou ser possível a seleção de progênies em um só tipo de espiga.

O efeito preponderante da fonte maternal detectado por WOODWORTH (1936, apud GENTER et alii, 1956), MILLER e BRIMHALL (1951), CURTIS et alii (1956), ALEXANDER e LAMBERT (1968), GARWOOD et alii (1970), PONELEIT e BAUMAN (1970) e RUSKOVA (1974), confirma os dados de correlação obtidos entre os dois tipos de espigas.

Esta maior influência maternal verificada vem confirmar a hipótese de WOLFE et alii (1942), os quais referem como sendo a semente o local de síntese do óleo de milho. Somente quando a síntese do óleo é realizada na própria semente, a fonte polinizadora poderia exercer tal influência. Contudo, este local de síntese depende das espécies, pois em girassol o efeito da fonte polinizadora não foi observado (PAWLOWSKI, 1964 e THOMPSON et alii, 1979), sendo que, para esta característica, o genótipo maternal governa totalmente.

Considerando-se as mitocôndrias e os cloroplastos como sítios primários da síntese do óleo (STUMPF e JAMES, 1963), explica-se o efeito preponderante da fonte maternal

sobre o controle de tal característica na análise direta de sementes. Pois estas organelas estão contidas nos citoplasmas e estes são provenientes, na quase totalidade, da planta mãe. Sendo a atividade da síntese ácido-graxo governada pela quantidade de ATP, Mn^{++} , coenzima A, acetato glicerol e outros componentes, que participam da síntese do óleo (BARREN et alii, 1961 e, HAWKE e STUMPF, 1965), o genótipo maternal po de exercer uma maior influência no conteúdo do óleo da semente do que a fonte polinizadora.

O emprego de sementes autofecundadas para seleção de progênes e a recombinação destas através de sementes de polinização livre promovem ganho de uma geração, pois neste caso elimina-se a segunda recombinação, realizada quando se usa sementes autofecundadas. Porém, devido à associação que estes dois tipos apresentaram para porcentagem de óleo, mostra-se que a seleção através de um ou de outro tipo é completamente viável, não havendo, portanto, a necessidade de obtenção dos dois tipos de sementes de uma mesma planta. Nesse caso é preferível o uso de sementes de polinização livre, já que o emprego desta metodologia torna o programa mais exeqüível, devido ao custo operacional menor do que no uso de sementes autofecundadas.

A subpopulação não selecionada para embrião grande sofreu efeito de endogamia menor que a subpopulação selecionada na característica porcentagem de óleo. A explicação para tal fato é que a seleção promoveu um aumento de variabi

lidade para a característica estudada, aumento este, devido à elevação da frequência de determinados genes maiores, os quais, segundo LOESCH e ZUBER (1964), são responsáveis pelo controle do tamanho do embrião. Estes genes foram afetados diretamente pelo tipo de seleção empregado. Possibilitou-se, com isso, uma maior segregação dos genes quantitativos, os quais, na realidade, são os que controlam o conteúdo de óleo nos grãos de milho (PONELEIT e BAUMAN, 1970 e, WEBER e ALEXANDER, 1975), provocando, com esta segregação, o aumento da possibilidade de acúmulo de genes deletérios, recessivos em heterozigose, que, quando autofecundados, provocaram uma maior depressão endogâmica pela colocação destes em homozigose (BALINT, 1976).

A possibilidade do maior efeito de endogamia (verificado na subpopulação 02), devido ao fato de que esta apresenta relação embrião/grão maior que a subpopulação 01 (original) e ao fato de que, à medida que os tecidos embrionários aumentam, maior seria a influência da fonte polinizadora, é descartada pelos dados obtidos por CURTIS et alii (1956). Estes, concluíram que o conteúdo de óleo no embrião sofre uma maior influência maternal que o conteúdo de óleo no endosperma. Embora fosse de se esperar um efeito maternal maior no endosperma, devido ao fato de os seus tecidos serem originários de uma fusão tríplice, em que a proporção maternal em relação a paternal é de 2:1.

Sendo o milho uma espécie de polinização cruzada,

a sua domesticação criou condições de impedir a sua autofertilização, através do incremento de produtividade, devido ao efeito heterótico provocado pelo cruzamento, e através da redução desta mesma produtividade, pelo efeito de endogamia da autofecundação. Estes efeitos não só são observados na geração futura, através do desenvolvimento e produção das plantas, mas também na fertilização e maturação dos grãos envolvidos no cruzamento (ASHBY, 1930). Portanto, germoplasmas com elevada porcentagem de óleo terão embriões maiores. Conseqüentemente, plantas originárias destas sementes, terão maior capacidade de sobrevivência nos estágios iniciais do desenvolvimento. Mesmo que sua capacidade produtiva de grãos decresça (MILLER e BRIMHALL, 1951; WOODWORTH et alii, 1952; ALEXANDER, 1962; ALEXANDER et alii, 1970 e DUDLEY et alii, 1977), não perderá sua capacidade de produção de calorias (ALEXANDER e LAMBERT, 1968). Pois, este caso ocorre quando o limite fisiológico é atingido (WESTON e TODD, 1963). Neste ponto os objetivos do melhoramento devem ser dirigidos à elevação da capacidade fotossintética, embora a concentração de energia no grão seja negativamente correlacionada com a produção de energia por unidade de área (DUDLEY et alii, 1977).

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram as seguintes conclusões:

1. A fonte polinizadora participou com proporções significativas nas características de peso, volume e porcentagem de óleo, nos grãos da subpopulação 01, e na porcentagem de óleo da subpopulação 02, ambas provenientes do germoplasma ESALQ VF-1.

2. A análise direta de sementes autofecundadas, em relação às de polinização livre, revelou um efeito de depressão por endogamia de 3,5%, para peso e volume de 100 grãos, e de 4% para porcentagem de óleo, na subpopulação 01; de 3%, para peso e volume de 100 grãos, e de 8% na porcentagem de

óleo, da subpopulação 02.

3. A seleção visual para embriões grandes, praticada dentro das famílias de meios-irmãos, visando o aumento do conteúdo de óleo, não foi eficiente no germoplasma usado, devido à elevada relação natural entre o embrião e o grão todo, que este apresenta.

4. As subpopulações estudadas apresentaram coeficientes de repetibilidade, para a característica porcentagem de óleo, equivalente a 75% do seu valor máximo, independente do tipo de espiga usado. Indicaram seu elevado potencial para os programas que visem a elevação do conteúdo de óleo nos grãos de milho.

5. A avaliação do conteúdo de óleo dos grãos do germoplasma estudado deve ser feita através de sementes de polinização livre, obtidas de lote isolado de polinização a fim de que não haja efeitos de endogamia provocados pela autofecundação e efeitos de contaminação por outras fontes polinizadoras.

6. A avaliação do ganho de seleção entre duas populações, para o conteúdo de óleo, não deve ser realizado pela análise direta de sementes autofecundadas, pois a depressão

são por endogamia difere em relação às populações avaliadas. Este tipo de avaliação também deve ser realizada com sementes de polinização livre, provenientes de plantas em lote isolado de polinização.

7. As correlações positivas e significativas, existentes entre peso e volume de 100 grãos com a porcentagem de óleo na subpopulação original, não mais se observaram na subpopulação selecionada para embrião grande, caracterizando alterações na estrutura genética desta subpopulação.

8. A característica densidade dos grãos, quando se usa este tipo de seleção, não deve ser utilizada como parâmetro de seleção para elevar o conteúdo de óleo dos grãos de milho, devido ser esta uma relação entre o peso e o volume dos grãos e estes sofrem alterações semelhantes na seleção para embrião grande.

9. Programas, usando o 'ESALQ VF-1', que visam a formação de híbridos com elevado conteúdo de óleo em grãos, devem preocupar-se com estudos sobre a capacidade específica de combinação, relativa a esta característica, devido à influência da fonte polinizadora.

10. A seleção de progênies pode ser feita tanto através de sementes autofecundadas, como de polinização livre, pois as correlações existentes entre estes dois tipos

de espigas são positivas e elevadas para as características de peso ($r = 0,70^{**}$), volume ($r = 0,68^{**}$) e porcentagem de óleo ($r = 0,67^{**}$), não o sendo para a característica densidade dos grãos ($r = -0,06^{ns}$). Contudo, o uso de sementes de polinização livre promove um menor custo operacional ao programa.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, D.E., 1962. Corn as an oil crop. Proceeding of the 17th. Annual Hybryd Corn Industry Research Conference, 17:85-91. (Original não consultado; apud ELROUBY, M. M. e L.H. PENNY, 1967. Variation and covariation in high oil population of corn (Zea mays L.) and their implications in selection. Crop Science, Madison, 7(3):216-219).
- ALEXANDER, D.E. e R.D. SEIF, 1963. Relation of kernel oil content to some agronomic traits in maize. Crop Science, Madison, 3(4):354-355.
- ALEXANDER, D.E. e R.J. LAMBERT, 1968. Relationship of kernel oil content to yield in maize. Crop Science, Madison, 8(3):273-274.

- ALEXANDER, D.E., J.W. DUDLEY e R.G. GREECH, 1970. Corn breeding and genetics. In: INGLETT, G.E. (Ed.), Corn: culture, processing, products. The Avi. Pub. Com. Inc.USA. p.6-23.
- ASHBY, E., 1930. Studies in the inheritance of physiological characters. I. A physiological investigation of the nature of hybrid vigour in maize. Annals of Botany, Londres, 44(4):457-467.
- ASHBY, E., 1932. Studies in the inheritance of physiological characters. II. Further experiments upon the basis of hybrid vigour and upon the inheritance of efficiency index and respiration rate in maize. Annals of Botany, Londres, 46(6):1007-1032.
- ASHBY, E., 1937. Studies in the inheritance of physiological characters. III. Hybrid vigour in the tomato. Part 1. Manifestations of hybrid vigour from germination to the onset of flowering. Annals of Botany, Londres, 1(1):11 - 41 (N.S.).
- BALINT, A., 1976. Some theoretical problems of inbreeding. In: JANOSSY, A. e F.G.H. LUPTON (Ed.), 1976. Heterosis in plant breeding. Proceedings of the Seventh Congress of. Budapest, 24-29 June, 1974. Eucarpia, Budapest, VII: 41 - 49.
- BATISTA, L.A.R., 1980. Seleção para tamanho do embrião rela

cionada com o teor de óleo do grão de milho (Zeamays L.).
Piracicaba-SP. ESALQ/USP - 72 p. (Dissertação de Mestrado).

BARREN, E.T., C. SQUIRES, e P.K. STUMPF, 1961. Fat metabolism in higher plants. XV. Enzymatic synthesis of fatty acids by an extract of avocado mesocarp. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, 236:2610-2614.

BRINK, R.A. e D.C. COOPER, 1947. The endosperm in seed development. Botanical Review, New York, 13(2):423-454.

BROWN, C.M., D.E. ALEXANDER, e S.G. CARMER, 1966. Variation in oil content and its relation to other characters in oats (Avena sativa L.). Crop Science, Madison, 6(2): 190-191.

BRUNSON, A.M., F.R. EARLE e J.J. CURTIS, 1948. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. Journal American Society Agronomy, Geneva, 40(2):180-185.

CANVIN, D.T., 1965. The biosynthesis of long chain fatty acids in developing castor bean. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 43(1):49-62.

CRANE, P.L. e W.E. NYQUIST, 1967. Effects of different gene cytoplasm systems on quantitative characters in reciprocal F₂ crosses of maize (Zea mays L.). Crop Science, Madison, 7(5):376-378.

- CUNHA, M.A.P., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (Zea mays L.) ESALQ HV-1. Piracicaba-SP. ESALQ/USP. 71p. (Tese de Doutorado).
- CURTIS, J.J., A.M. BURNSON, J.E. HUBBARD e F.R. EARLE, 1956. Effect of the pollen parent on oil content of corn kernel. Agronomy Journal, Madison, 48(12):551-555.
- CURTIS, P.E., E.R. LENG e R.H. HAGEMAN, 1968. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. Crop Science, Madison, 8(6):689-693.
- DUTTON, H.J. e T.L. MOUNTS, 1966. Desaturation of fatty acids in seeds of higher plants. Journal Lipid Research, Memphis, 7(2):221-225.
- DUDLEY, J.W. (Ed.), 1974.. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 212pp.
- DUDLEY, J.W., R.J. LAMBERT e I.A. de la ROCHE, 1977. Genetics analysis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein. Crop Science, Madison, 17(1):111-117.
- EARLE, F.R., J.J. CURTIS, e J.E. HUBBARD, 1956. Composition of the component parts of the corn kernel. Cereal Chemistry, St. Paul, 23(5):504-511.

- EARLE, F.R., J.J. CURTIS, e J.E. HUBBARD, 1963. Oil and protein content of corn inbred lines. USDA Pub. ARS-71-31. 15 pp. (Original não consultado, apud. JELLUM, M.D. e J.E. MARION, 1966. Factors affecting oil content and oil composition of corn (Zea mays L.) grain. Crop Science, Madison, 6(1):41-42.
- EVANS, L.T. 1976. The physiological basis of crop yield. In: EVANS, L.T. (Ed.), Crop physiology, some case histories. Cambridge University Press, p. 327-355.
- FALCONER, D.S. 1977. Introducción a la genética cuantitativa. Compañía Editorial Continental, S.A. (7.^a impresión), México.
- FLEMING, A.A., G.M. KOZELNICHKY, e E.B. BROWNE, 1960. Cytoplasmic effects on agronomic characters in a double-cross maize hybrid. Agronomy Journal, Madison, 52(2):112-115.
- FORSBERG, R.A., V.L. YOUNGS, e H.L. SHANDS, 1974. Correlations among chemical and agronomic characteristics in certain oat cultivars and selections. Crop Science, Madison, 14(3):221-224.
- GARWOOD, D.L., E.J. WEBER, R.J. LAMBERT, e D.E. ALEXANDER, 1970. Effect of different cytoplasms on oil, fatty acids, plant height, and ear height in maize (Zea mays L.). Crop Science, Madison, 10(1):39-41.
- GIBOR, A. e S. GRANICK, 1964. Plastids and mitochondria inheritable systems. Science, Lancaster, 145:890-897.

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

HAYES, H.K. e F.R. IMMER, 1942. Methods of Plant Breeding. Ed. McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, USA (First Edition) p: 50-56.

HAWKE, J.C. e P.K. STUMPF, 1965. Fat metabolism in higher plants. XXVII. Synthesis of long-chain fatty acids by preparations of Hordeum vulgare L. and other Gramineae. Plant Physiol, Maryland, 40 (6):1023-1032.

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

HOPKINS, C.G., L.H. SMITH e E.E. EAST, 1903. The structure of the corn kernel and the composition of its different parts. In: DUDLEY, J.W. (Ed.), 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of American, Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 33-63.

- HUNTER, R.B. e E.E. GAMBLE, 1968. Effect of cytoplasmic source on the performance of double-cross hybrids in maize, Zea mays L. Crop Science, Madison, 8(3):278-280.
- JELLUM, M.D. 1966. Fatty acid composition of corn oil of parental inbreds and reciprocal crosses. The Journal of Heredity, Washington, 57(2):243-244.
- JELLUM, M.D. 1967. Fatty acid composition of corn (Zea mays L.) oil as influenced by kernel position on ear. Crop Science, Madison, 7(6):593-595.
- JELLUM, M.D. e J.E. MARION, 1966. Factors affecting oil content and oil composition of corn (Zea mays L.) grain. Crop Science, Madison, 6(1):41-42.
- KINOSHITA, K. e E. PATERNIANI, 1974a. Seleção para alto teor de óleo no milho 'Centralmex'. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 7:62-67.
- KINOSHITA, K. e E. PATERNIANI, 1974b. Proporção endosperma/embrião e o seu efeito sobre o teor de óleo no milho 'Centralmex'. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 7:68-73.

- LAMBERT, R.J., D.E. ALEXANDER, e R.C. RODGERS, 1967. Effect of kernel position on oil content in corn (Zea mays L.). Crop Science, Madison, 7(2):143-144.
- LENG, E.R. 1961. Predicted and actual response during long term selection for chemical composition in maize. Euphytica, Wageningen, 10(3):368-378.
- LENG, E.R., 1962a. Results of long-term selection for chemical composition in maize their significance in evaluating breeding systems. In: DUDLEY, J.W. (Ed.)., 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 149-172.
- LENG, E.R., 1962b. Selection reversal in strains of corn previously long-term selected for chemical composition. Crop Science, Madison, 2(2):167-170.
- LENG, E.R., 1967. Changes in weight, germ ratio, and oil content during kernel development in high oil corn (Zea mays L.). Crop Science, Madison, 7(4):333-334.
- LIMA, M., E. PATERNIANI, e J.B. MIRANDA Fº, 1974. Avaliação de progênies de meios-irmãos no segundo ciclo de seleção em dois compostos de milho. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 8:78-85.

- LINDSTROM, E.W., 1935. Genetic experiments on hybrid vigour in maize. American Naturalist, Arizona, 69(2):311-322.
- LOESCH, P.J.Jr. e M.S. ZUBER, 1964. Reciprocal differences in amylose content in corn endosperm. Crop Science, Madison, 4(6):526-529.
- LONNQUIST, J.H. 1964. A modification of the eart-to-row procedure for the improvement of maize populations. Crop Science, Madison, 4(2):227-228.
- LUCKWILL, L.C., 1937. Studies in the inheritance of physiological characters. IV. Hybrid vigour in the tomato. Part 2. Manifestation of hybrid vigour during the flowering period. Annals of Botany, Londres, 1(3):379-408 (N.S.).
- MILLER, P.A. e B. BRIMHALL, 1951. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. Agronomy Journal, Madison, 43(7):305-311.
- MIRANDA FILHO, J.B., R. VENCovsky e E. PATERNIANI, 1972. Variância genética aditiva da produção de grãos em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. Relatório Científico do Instituto de genética, Piracicaba, 6:67-73.
- MIRANDA, P., R. RUSCHEL, e E. PATERNIANI, 1976. Avaliação de famílias de meios-irmãos no milho (Zea mays L.) 'Centralmex', para produção de grãos e óleo. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agrônômica, Recife, 76:37p.
- PATERNIANI, E., 1966. Genética e Melhoramento do milho. In: Cultura e Adubação do Milho. Instituto Brasileiro de Potassa, São Paulo, p. 109-152.

- PATERNIANI, E., 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (Zea mays L.). Crop Science, Madison, 7(5):212-216.
- PATERNIANI, E., 1968. Formação de compostos de milho. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 2: 102-108.
- PATERNIANI, E., 1969. Melhoramento de populações de milho. Ciência e Cultura, São Paulo, 21(1):3-10.
- PATERNIANI, E., 1972. Relação entre tamanho relativo do embrião do milho avaliado visualmente e o teor de óleo. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 6:86-90.
- PATERNIANI, E., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos nas populações 'Dentado Composto' e 'Flint Composto'. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 10:161-166.
- PATERNIANI, E., J.R. ZINSLY e J.B. MIRANDA Fº, 1977. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 11:108-114.
- PAWLOWSKI, S.H., 1964. Seed genotype and oil percentage relationship between seeds of a sunflower. Canadian Journal

of Genetics and Cytology, Ottawa, 6(3):293-297.

PONELEIT, C.G. e L.F. BAUMAN, 1970. Diallel analyses of fatty acids in corn (*Zea mays* L.) oil. Crop Science, Madison, 10(4):338-341.

RICHEY, F.D., 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. Journal of American Society of Agronomy, Madison, 14(1):1-17.

ROCHE, I.A. de la, D.E. ALEXANDER, e E.J. WEBER, 1971. Inheritance of oleic and linoleic acids in *Zea mays* L.. Crop Science, Madison, 11(6):856-859.

RUSCHEL, R., 1972. Selection for oil and relationships among oil, protein and lysine in an opaque-2 population of maize (*Zea mays* L.). Purdue University, USA. (Ph.D. Thesis).

RUSCHEL, R., 1975. Correlações entre óleo, proteína e lisina em milho opaco-2. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agronomia, Rio de Janeiro, 10(11):7-9.

RUSKOVÁ, K., 1974. The effect of the direction of the cross on oil, protein and lysine content in the grain of maize. *Geneticka e Selektsiyc*, Knezha, 7(5):353-360. In: Plant Breeding Abstracts, 1975. 4(7):5368. (Abst.).

SEETHARAM, A., P. KUSUMAKUMARI, e S.S. SINDAGI, 1977. Note on the immediate influence of pollen on seed weight and

oil content in sunflower. Indian Journal Agric. Science,
47(5):262-263.

SCHNEIDER, E.O., E.B. EARLEY, e E.E. DETURK, 1952. Nitrogen fractions of the component parts of the corn kernel as affected by selection and soil nitrogen. Agronomy Journal, Madison, 44(4):161-169.

SINGH, M., 1965. Cytoplasmic effects on some agronomic characters in backcross maize hybrids. Indian Journal Genetics, New Delhi, 25(2):198-207.

SINGH, B.B. e H.H. HADLEY, 1968. Maternal control of oil syntesis in soybeans, Glycine max (L) Merr.. Crop Science, Madison, 8(5):622-625.

SINGH, J.N. e B.R. MURTY, 1980. Combining ability and maternal effects in Brassica campestris L. var. 'Yellow Sarson'. Theoretical and Applied Genetics, Berlin, 56(6):265-272.

SIMMONS, R.O. e F.W. QUACKENBUSH, 1954. The sequence of formation of fatty acids in developing soybean seeds. Journal American Oil Chemists Society, Illinois, 31(5): 441 - 443.

SNEDECOR, G.W. e W.G. COCHRAN, 1967. Statistical Methods. Ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. (Sixth Edition). p. 32-88.

SPRAGUE, G.F., 1936. Hybrid vigour and growth rate in a maize cross and its reciprocal. Journal of Agricultural Research, Washington, 53(8):819-830.

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

SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL, 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. Agronomy Journal, Madison, 42(2):83-88.

SPRAGUE, G.F. e J.H. MCGAHEN, 1968. Influence of alien cytoplasm on yield of grain in Zea mays L.. Crop Science, Madison, 8(2):163-164.

SPRAGUE, G.F. e S.A. EBERHART, 1977. Corn breeding. In: SPRAGUE, G.F. (Ed.), 1977. Corn and Corn Improvement. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. p. 305-362.

STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. With Special Reference to the Biological Sciences. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, U.S.A. 481p.

STEPHENS, M.A., 1974. EDF Statistics for goodness of fit and some comparisons. Journal of the American Statistical Association

sociation, Washington, 69(347):730-737.

STUMPF, P.K. e A.T. JAMES, 1963. The biosynthesis of long-chain fatty acids by lettuce chloroplast preparations. Biochimica et Biophysica Acta, Amsterdan, 70(1):20-32.

THOMPSON, T.E., G.N. FICK, e J.R. CEDENO, 1979. Maternal control of seed oil percentage in sunflower. Crop Science, Madison, 19(5):617-619.

VENCOVSKY, R., 1977. Princípios de Genética Quantitativa. Publicação Didática do Departamento de Genética, Piracicaba, 16:47-56.

WEBER, E.J. e D.E. ALEXANDER, 1975. Breeding for lipid composition in corn. Journal of American Oil Chemists Society, Illinois, 52(4):370-373.

WESTON, E.S. e W.R. TODD, 1963. Textbook of biochemistry. 3rd. Edition. The MacMillan Co., New York, 1423p. (Original não consultado, apud ALEXANDER, D.E. e R.J. LAMBERT, 1968. Relationship of kernel oil content to yield in maize. Crop Science, Madison, 8(3):273-274).

WOLFE, A.C., J.B. PARK e R.C. BURRELL, 1942. A study of the chemical composition of soybeans during maturation. Plant Physiol, Maryland, 17(2):289-295.

WOODWORTH, C.M., 1936. New records set in altering composi-

tion of corn kernels. Illinois Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt. 48:47-50. (Original não consultado, apud GENTER, C. F., J.F. EHEART, e W.N. LINKOUS, 1956. Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. Agronomy Journal, Madison, 48(1):63-67) .

WOODWORTH, C.M., E.R. LENG, e R.W. JUNGENHEIMER, 1952. Fifty generations of selection for protein and oil in corn. In: DUDLEY, J.W. (Ed.), 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 121-131.

YERMANOS, D.M., 1960. The detection of non-allelic gene interactions in flax. University of California, DAVIS, USA. (Ph.D. Thesis).

YERMANOS, D.M. e P.F. KNOWLES, 1962. Fatty acid composition of the oil in crossed seed of flax. Crop Science, Madison, 2(2):109-111.

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

TABELAS DE RESULTADOS

TABELA 1. Análise da variância, coeficientes de variação (C.V.) entre e dentro de espigas e coeficientes de repetibilidade (r) entre espigas, relativos às determinações realizadas entre e dentro de espigas da subpopulação 01, no caráter porcentagem de óleo.

Tabela 1a. Espigas autofecundadas

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	C.V. (%)	E (Q.M.)	r (%)
Entre espigas	210	0,9877**	14,68	$\sigma_d^2 + 2\sigma_e^2$	74,89
Dentro de Espigas	211	0,1418	8,51	σ_d^2	-
Total	421				

Tabela 1b. Espigas de polinização livre

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	C.V. (%)	E (Q.M.)	r (%)
Entre Espigas	210	0,8963**	13,54	$\sigma_d^2 + 2\sigma_e^2$	76,99
Dentro de Espigas	211	0,1165	7,40	σ_d^2	-
Total	421				

** = significativo pelo teste "F" (P = 1%)

TABELA 2. Análise da variância, coeficientes de variação (C.V.) entre e dentro de espigas e coeficiente de repetibilidade (r) entre espigas, relativos às determinações realizadas entre e dentro de espigas da subpopulação 02, no caráter porcentagem de óleo.

Tabela 2a. Espigas autofecundadas

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	C.V. (%)	E (Q.M.)	r (%)
Entre Espigas	155	1,1643**	16,78	$\sigma_d^2 + 2\sigma_e^2$	74,89
Dentro de Espigas	156	0,1659	9,68	σ_d^2	-
Total	311				

Tabela 2b. Espigas de polinização livre

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	C.V. (%)	E (Q.M.)	r (%)
Entre Espigas	144	1,3966**	16,93	$\sigma_d^2 + 2\sigma_e^2$	73,92
Dentro de Espigas	145	0,2094	10,07	σ_d^2	-
Total	289				

** = significativo pelo teste "F" (P = 1%)

TABELA 3. Contrastes entre tipos de espigas ($E_2 - E_1$) dentro das subpopulações (P_1 e P_2), para as características de: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Valores do contraste (V.C.) e percentual relativo destes valores (%).

	P_1		P_2	
	V. C.	%	V. C.	%
P 100 G	1,1345*	3,8	0,9384 ^{ns}	3,1
V 100 G	0,7683*	3,4	0,7394 ^{ns}	3,1
Densidade	0,0061 ^{ns}	0,5	-0,0007 ^{ns}	0,1
Porc. Óleo	0,1872**	4,1	0,3352**	8,1

** = significativo pelo teste "t" ($P = 1\%$)

* = significativo pelo teste "t" ($P = 5\%$)

ns = não significativo pelo teste "t"

TABELA 4. Análise da variância entre tipos de espigas dentro das subpopulações, para o caráter porcentagem de óleo, considerando fixo o efeito de tipos de espigas.

Tabela 4a. Subpopulação 01

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	C.V. (%)
Plantas (P')	209	1,5723**	$\sigma_d^2 + 4\sigma_{p'}^2$	13,29
Tipos de Espigas (T)	1	6,9137**	$\sigma_d^2 + 2\sigma_{p't}^2 + 418$	V_t 2,78
Resíduo Entre (P'xT)	209	0,3138**	$\sigma_d^2 + 2\sigma_{p't}^2$	6,71
Resíduo Dentro	420	0,1297	σ_d^2	7,97
Total	839			

Tabela 4b. Subpopulação 02

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	C.V. (%)
Plantas (P')	80	2,3919**	$\sigma_d^2 + 4\sigma_{p'}^2$	17,03
Tipos de Espigas (T)	1	1,0405 ^{ns}	$\sigma_d^2 + 2\sigma_{p't}^2 + 160$	V_t 1,14
Resíduo Entre (P'xT)	80	0,6607**	$\sigma_d^2 + 2\sigma_{p't}^2$	10,32
Resíduo Dentro	162	0,2716	σ_d^2	12,19
Total	323			

** = significativo pelo teste "F" (P = 1%)

ns = não significativo pelo teste "F"

TABELA 5. Progressos obtidos pela seleção dentro de famílias de meios-irmãos para embrião grande ($P_2 - P_1$), nos caracteres de peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Valores do contraste (V.C.) e percentual relativo destes valores.

Tabela 5a. Entre subpopulações (P) e dentro de tipos de espigas (E)

	$P_1E_1 - P_2E_1$		$P_1E_2 - P_2E_2$	
	V.C.	%	V.C.	%
P 100 G	1,0363*	3,5	0,8403 ^{ns}	2,7
V 100 G	0,9327*	4,1	0,8934*	3,8
Densidade	-0,0070 ^{ns}	0,5	-0,0139*	1,1
Porc. óleo	-0,2163**	5,0	-0,0683 ^{ns}	1,3

Tabela 5b. Entre subpopulações e entre tipos de espigas ($P_{-} E_{-}$)

	$P_2E_1 - P_1E_2$		$P_2E_2 - P_1E_1$	
	V.C.	%	V.C.	%
P 100 G	-0,0982 ^{ns}	0,3	1,9748**	6,6
V 100 G	0,1541 ^{ns}	0,7	1,6717**	7,4
Densidade	-0,0132*	1,0	-0,0077 ^{ns}	0,6
Porc. óleo	-0,4036**	8,7	0,1189 ^{ns}	2,7

** = significativo pelo teste "t" (P = 1%)

* = significativo pelo teste "t" (P = 5%)

ns = não significativo pelo teste "t"

TABELA 6. Análise da variância entre subpopulações, para a característica porcentagem de óleo. Considerando fixo os efeitos de tipos de espigas, subpopulações e da interação destes, sendo os demais aleatórios.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	C.V. (%)
Subpopulações (P)	1	0,0238 ^{ns}	$\sigma_d^2 + 2\sigma^2(p',t)/p + 4\sigma_p'^2/p + 324 V_P$	1,60
Tipos de espigas (T)	1	15,4931**	$\sigma_d^2 + 2\sigma^2(p',t)/p + 324 V_T$	4,86
P x T	1	2,5501**	$\sigma_d^2 + 2\sigma^2(p',t)/p + 162 V_{PT}$	2,83
Plantas/subpopulação (P'/P)	160	1,6604**	$\sigma_d^2 + 2\sigma^2(p',t)/p + 4\sigma_p'^2/p$	12,28
(P' x T)P	160	0,4768**	$\sigma_d^2 + 2\sigma^2(p',t)/p$	8,57
Dentro	324	0,1911	σ_d^2	9,87
TOTAL	647			

TABELA 7. Coeficientes de correlação fenotípica entre as médias dos caracteres: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Dentro (Tab. 7a) e entre (Tab. 7b) tipos de espigas (E_1 e E_2) para a subpopulação 01.

Tabela 7a. Dentro de tipos de espigas

	Tipos de Espigas	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
P 100 G	E_1	0,97**	0,25**	0,16*
	E_2	0,94**	0,26**	0,24**
V 100 G	E_1	-	0,02 ^{ns}	0,17*
	E_2	-	-0,08 ^{ns}	0,25**
Densidade	E_1	-	-	0,03 ^{ns}
	E_2	-	-	0,02 ^{ns}

Tabela 7b. Entre tipos de espigas

		E_1			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
E_2	P 100 G	0,70**	0,70**	0,07 ^{ns}	0,14*
	V 100 G	0,68**	0,68**	0,09 ^{ns}	0,15*
	Densidade	0,12 ^{ns}	0,14*	-0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	Porc. óleo	0,16*	0,16*	0,06 ^{ns}	0,67**

** = significativo pelo teste "t" (P = 1%)

* = significativo pelo teste "t" (P = 5%)

ns = não significativo pelo teste "t"

TABELA 8. Coeficientes de correlação fenotípica entre as médias dos caracteres: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos. Dentro (Tab. 8a) e entre (Tab. 8b) tipos de espigas (E_1 e E_2) para a subpopulação 02.

Tabela 8a. Dentro de tipos de espigas

Tipos de Espigas		V 100 G	Densidade	Porc. Óleo
P 100 G	E_1	0,97**	0,15*	0,01 ^{ns}
	E_2	0,97**	0,13 ^{ns}	0,19*
V 100 G	E_1	-	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}
	E_2	-	0,19 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Densidade	E_1	-	-	0,01 ^{ns}
	E_2	-	-	-0,08 ^{ns}

Tabela 8b. Entre tipos de espigas

		E_1			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. Óleo
E_2	P 100 G	0,61**	0,60**	0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}
	V 100 G	0,66**	0,67**	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}
	Densidade	-0,16 ^{ns}	0,23*	0,27*	0,05 ^{ns}
	Porc. Óleo	-0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,57**

** = significativo pelo teste "t" (P = 1%)

* = significativo pelo teste "t" (P = 5%)

ns = não significativo pelo teste "t"

TABELA 9. Coeficientes de correlação fenotípica entre as médias dos caracteres: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos, entre subpopulações (P_1 e P_2). Para as espigas autofecundadas (Tab. 9a) e de polinização livre (Tab. 9b).

Tabela 9a. Espigas autofecundadas (E_1)

		P_1			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
P_2	P 100 G	-0,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,11 ^{ns}
	V 100 G	-0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,10 ^{ns}
	Densidade	-0,09 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}
	Porc. óleo	0,09 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,20*

Tabela 9b. Espigas de polinização livre (E_2)

		P_1			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
P_2	P 100 G	0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	V 100 G	-0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	Densidade	0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}
	Porc. óleo	-0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}

* = significativo pelo teste "t" ($P = 5\%$)

ns = não significativo pelo teste "t"

TABELA 10. Coeficientes de correlação fenotípica entre as médias dos caracteres: peso e volume de 100 grãos, densidade e porcentagem de óleo dos grãos, entre subpopulações (P_1 e P_2) e tipos de espigas (E_1 e E_2).

Tabela 10a. Subpopulação 01 com espigas autofecundadas (P_1E_1) e subpopulação 02 com espigas de polinização livre (P_2E_2).

		P_1E_1			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
P_2E_2	P 100 G	-0,06 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,04 ^{ns}
	V 100 G	-0,07 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,04 ^{ns}
	Densidade	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	Porc. óleo	-0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,15 ^{ns}

Tabela 10b. Subpopulação 01 com espigas de polinização livre (P_1E_2) e subpopulação 02 com espigas autofecundadas (P_2E_1).

		P_1E_2			
		P 100 G	V 100 G	Densidade	Porc. óleo
P_2E_1	P 100 G	-0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}
	V 100 G	-0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}
	Densidade	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
	Porc. óleo	0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,10 ^{ns}

ns = não significativo pelo teste "t"

FIGURAS

Figura 1. Polígono das frequências relativas ao peso de 100 grãos das espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.

Figura 2. Polígono das frequências relativas ao volume de 100 grãos das espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.

Figura 3. Polígono das frequências relativas a densidade dos grãos das espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1.

Figura 4. Polígono das frequências relativas a porcentagem de óleo dos grãos das espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) das subpopulações 01 (P_1) e 02 (P_2) do composto ESALQ VF-1. Média de determinações.

APENDICE

Apêndice 1. Dados originais relativos às características de peso e volume de 100 grãos e densidade dos grãos obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) oriundas de uma mesma planta da Subpopulação 01 (Original).

PLANTA	PESO DE 100 GRÃOS (gramas)		VOLUME DE 100 GRÃOS (mililitros)		DENSIDADE DOS GRÃOS (g/ml)	
Nº	E_1	E_2	E_1	E_2	E_1	E_2
001	36,78	36,70	27,00	26,00	1,3622	1,4115
002	39,30	36,65	29,00	31,00	1,3552	1,1823
003	35,54	27,21	23,00	21,00	1,2770	1,2957
004	33,68	33,14	25,00	26,00	1,3572	1,2746
005	23,26	26,11	18,00	19,00	1,2922	1,3742
006	32,45	29,54	24,00	22,00	1,3521	1,3427
007	36,36	37,61	28,00	29,00	1,2986	1,2969
008	25,48	20,83	19,00	15,00	1,3411	1,3887
009	32,14	36,35	24,00	27,00	1,3392	1,3463
010	26,12	28,98	21,00	23,00	1,2438	1,2600
011	31,39	32,80	24,00	24,00	1,3079	1,3667
012	26,60	27,51	20,00	21,00	1,3300	1,3100
013	32,82	33,24	24,00	25,00	1,3675	1,3296
014	32,94	32,44	25,00	24,00	1,3176	1,3517
015	24,21	26,63	18,00	19,00	1,3450	1,4016
016	21,50	25,80	17,00	19,00	1,2647	1,3579
017	30,48	31,60	23,00	24,00	1,3252	1,3167
018	28,44	32,21	22,00	25,00	1,2927	1,2884
019	36,37	32,74	27,00	24,00	1,3470	1,3642
020	38,27	42,51	31,00	32,00	1,2345	1,3284
021	36,43	37,57	28,00	30,00	1,3011	1,2523
022	29,97	39,06	23,00	30,00	1,3030	1,3020
023	28,70	29,33	22,00	22,00	1,3045	1,3332
024	31,21	29,12	23,00	22,00	1,3570	1,3236
025	27,51	28,51	21,00	21,00	1,3100	1,3576
026	26,80	31,78	20,00	24,00	1,3400	1,3242
027	36,03	37,18	27,00	28,00	1,3344	1,3279
028	35,27	33,78	26,00	25,00	1,3565	1,2512
029	38,29	39,60	29,00	30,00	1,3203	1,3200
030	28,12	30,59	21,00	23,00	1,3390	1,3300
031	27,82	23,40	21,00	18,00	1,3248	1,3000
032	28,63	30,27	22,00	23,00	1,3014	1,3161
033	39,22	38,02	30,00	29,00	1,3073	1,3110
034	27,34	31,34	21,00	24,00	1,3019	1,3058
035	24,13	22,78	18,00	18,00	1,3406	1,2656
036	23,99	27,47	18,00	21,00	1,3328	1,3061
037	26,55	35,76	20,00	28,00	1,3275	1,2772
038	28,75	29,86	22,00	23,00	1,3068	1,2983
039	32,58	32,26	25,00	25,00	1,3032	1,2904
040	32,56	33,10	26,00	25,00	1,2523	1,3240
041	36,45	32,46	28,00	25,00	1,3018	1,2984
042	30,60	37,40	23,00	29,00	1,3304	1,2897
043	25,84	30,40	19,00	22,00	1,3600	1,3818
044	26,95	27,98	20,00	21,00	1,3475	1,3324
045	33,01	21,83	25,00	17,00	1,3204	1,2841
046	30,79	30,15	24,00	22,00	1,2829	1,3705
047	43,50	37,68	26,00	29,00	1,3249	1,2993
048	36,46	36,03	29,00	28,00	1,2572	1,2868
049	33,85	39,03	25,00	30,00	1,3540	1,3010
050	28,66	31,18	21,00	23,00	1,3648	1,3557
051	19,50	20,60	15,00	16,00	1,3000	1,2875
052	31,51	35,22	24,00	27,00	1,3129	1,3044
053	25,49	24,49	20,00	19,00	1,2745	1,2689
054	25,74	32,11	20,00	24,00	1,2570	1,3379
055	33,10	33,62	25,00	25,00	1,3240	1,3448
056	30,10	29,59	24,00	23,00	1,2542	1,2565
057	38,01	40,75	29,00	31,00	1,3107	1,3145
058	27,06	28,23	20,00	21,00	1,3530	1,3443
059	24,53	21,73	19,00	16,00	1,2911	1,3581
060	29,91	30,31	23,00	23,00	1,3004	1,3178
061	31,38	34,45	23,00	26,00	1,3643	1,3250
062	28,73	31,40	22,00	24,00	1,3059	1,3083
063	32,54	36,32	25,00	27,00	1,3016	1,3452
064	28,48	33,34	21,00	25,00	1,3562	1,3336
065	38,21	38,15	29,00	29,00	1,3176	1,3155
066	28,31	30,11	22,00	23,00	1,2868	1,3091
067	33,61	30,37	26,00	23,00	1,2927	1,3204
068	33,60	37,28	25,00	28,00	1,3440	1,3314
069	26,61	27,25	20,00	23,00	1,3305	1,2976
070	31,28	32,17	24,00	25,00	1,3033	1,2868
071	33,46	33,01	25,00	25,00	1,3384	1,3204

072	34,29	38,53	26,00	29,00	1,3188	1,3286	150	26,67	26,29	20,00	20,00	1,3335	1,3145
073	36,41	35,12	26,00	27,00	1,4004	1,3007	151	21,98	32,21	17,00	29,00	1,2929	1,2884
074	24,03	28,02	18,00	22,00	1,3350	1,2736	152	24,89	34,69	20,00	26,00	1,2288	1,3342
075	30,34	32,45	23,00	25,00	1,3191	1,2980	153	15,31	29,05	12,00	23,00	1,2758	1,2978
076	20,23	27,31	15,00	21,00	1,3487	1,3005	154	33,65	30,78	26,00	24,00	1,2942	1,2971
077	31,44	34,82	24,00	27,00	1,3100	1,2896	155	24,30	30,82	19,00	24,00	1,2789	1,2842
078	29,36	27,25	22,00	20,00	1,3346	1,3425	156	38,16	37,06	32,00	29,00	1,1925	1,2779
079	34,10	39,17	26,00	30,00	1,3115	1,3057	157	29,90	17,40	23,00	14,00	1,3000	1,2429
080	30,73	28,77	24,00	22,00	1,2804	1,3077	158	30,71	31,08	23,00	22,00	1,3352	1,3938
081	31,56	32,51	24,00	25,00	1,3150	1,3004	159	20,33	28,25	15,00	21,00	1,3553	1,3453
082	32,82	30,97	26,00	24,00	1,2623	1,2904	160	33,26	34,39	25,00	26,00	1,3304	1,3227
083	29,45	29,60	23,00	22,00	1,2804	1,3455	161	33,10	32,56	25,00	25,00	1,3240	1,3025
084	30,19	31,54	23,00	24,00	1,3126	1,3142	162	30,04	31,26	24,00	26,00	1,2517	1,2057
085	32,17	30,85	25,00	24,00	1,2868	1,2854	163	35,00	31,41	24,00	24,00	1,3462	1,3014
086	36,65	41,13	28,00	32,00	1,3089	1,2853	164	34,16	31,91	26,00	25,00	1,3094	1,2763
087	28,41	27,30	23,00	21,00	1,2352	1,3238	165	35,69	36,13	27,00	27,00	1,3219	1,3381
088	32,83	34,70	25,00	26,00	1,3132	1,3346	166	30,51	30,89	23,00	23,00	1,3265	1,3430
089	32,23	31,37	24,00	24,00	1,3429	1,3071	167	26,99	29,27	21,00	22,00	1,2952	1,3305
090	29,97	33,69	23,00	26,00	1,3030	1,2938	168	35,99	31,21	27,00	24,00	1,3330	1,3004
091	31,77	29,10	24,00	22,00	1,3235	1,3227	169	30,42	29,90	23,00	22,00	1,3226	1,3591
092	35,42	34,37	27,00	26,00	1,3119	1,3219	170	26,89	26,41	21,00	20,00	1,2805	1,3205
093	21,76	25,32	17,00	19,00	1,2800	1,3326	171	14,01	18,42	11,00	15,00	1,2736	1,2280
094	31,84	29,82	24,00	23,00	1,3267	1,2965	172	25,90	25,06	20,00	19,00	1,2950	1,3189
095	22,09	29,05	17,00	22,00	1,2994	1,3205	173	29,73	29,39	23,00	23,00	1,2926	1,3044
096	26,84	27,92	21,00	21,00	1,2781	1,3295	174	33,75	36,24	26,00	27,00	1,3079	1,3422
097	30,41	30,78	23,00	23,00	1,3222	1,3383	175	32,54	33,01	25,00	26,00	1,3016	1,2646
098	23,70	23,91	18,00	18,00	1,3167	1,3283	176	23,87	25,18	18,00	20,00	1,2957	1,2590
099	23,17	21,52	18,00	16,00	1,2872	1,3450	177	41,53	35,85	31,00	26,00	1,3397	1,3788
100	26,27	27,94	21,00	21,00	1,2510	1,3305	178	34,68	29,88	26,00	24,00	1,3338	1,2700
101	31,14	36,30	24,00	24,00	1,2975	1,2833	179	33,32	35,04	25,00	26,00	1,3328	1,3477
102	31,08	30,87	24,00	24,00	1,2950	1,2263	180	21,32	22,64	17,00	17,00	1,2541	1,3318
103	26,84	31,27	21,00	23,00	1,2781	1,3596	181	22,47	23,64	17,00	18,00	1,3218	1,3133
104	27,25	31,15	21,00	24,00	1,2976	1,2979	182	28,85	31,48	22,00	24,00	1,3114	1,3117
105	30,78	30,58	23,00	23,00	1,3383	1,3296	183	30,71	35,72	24,00	28,00	1,2796	1,2757
106	30,44	32,15	23,00	25,00	1,3235	1,2860	184	22,92	17,94	17,00	14,00	1,3482	1,2914
107	32,36	31,49	24,00	24,00	1,3483	1,3121	185	30,32	30,34	23,00	23,00	1,3183	1,3191
108	29,50	29,76	23,00	23,00	1,2826	1,2939	186	21,82	27,33	17,00	21,00	1,2835	1,3014
109	35,20	34,78	27,00	27,00	1,3037	1,2881	187	35,42	35,28	29,00	27,00	1,2782	1,3067
110	27,66	33,07	21,00	25,00	1,1743	1,3227	188	27,58	26,61	22,00	21,00	1,2536	1,2671
111	29,33	32,91	23,00	26,00	1,2752	1,2658	189	31,69	31,82	24,00	24,00	1,3204	1,3258
112	27,17	37,70	21,00	30,00	1,2938	1,2567	190	29,00	31,76	22,00	24,00	1,3182	1,3233
113	26,22	25,67	16,00	20,00	1,2638	1,2835	191	29,49	20,04	22,00	16,00	1,3405	1,2525
114	29,71	31,04	22,00	23,00	1,3505	1,3496	192	23,69	33,21	17,00	27,00	1,3937	1,2300
115	27,00	27,80	20,00	21,00	1,3500	1,3238	193	26,43	27,29	20,00	21,00	1,3215	1,2995
116	31,80	31,66	24,00	25,00	1,3250	1,2744	194	41,77	41,70	32,00	32,00	1,3053	1,3031
117	27,05	27,33	20,00	21,00	1,3525	1,3014	195	32,72	28,37	25,00	22,00	1,3088	1,2895
118	33,32	26,50	26,00	29,00	1,2815	1,2586	196	26,56	30,61	21,00	24,00	1,2629	1,2754
119	36,09	53,46	28,00	27,00	1,2889	1,3133	197	28,44	31,54	22,00	24,00	1,2925	1,3142
120	38,00	41,96	30,00	32,00	1,2667	1,3113	198	24,53	26,78	18,00	20,00	1,3628	1,3390
121	23,42	23,45	18,00	18,00	1,3011	1,3028	199	27,42	33,80	21,00	26,00	1,3057	1,3000
122	25,57	27,42	19,00	21,00	1,3458	1,3057	200	31,60	33,52	24,00	26,00	1,3167	1,2892
123	28,38	30,53	21,00	23,00	1,3514	1,3274	201	29,15	31,44	23,00	24,00	1,2672	1,3100
124	32,08	34,80	25,00	27,00	1,2832	1,2889	202	12,10	18,29	10,00	14,00	1,2100	1,3064
125	20,92	21,10	15,00	16,00	1,3947	1,3138	203	29,58	28,60	23,00	22,00	1,2861	1,3001
126	29,31	32,31	22,00	25,00	1,3323	1,2924	204	34,50	30,01	26,00	23,00	1,3269	1,3043
127	27,58	32,07	21,00	25,00	1,3133	1,2828	205	20,53	12,85	16,00	10,00	1,2831	1,2850
128	27,90	36,82	21,00	28,00	1,3286	1,3150	206	12,25	17,40	10,00	14,00	1,2250	1,2429
129	32,56	35,09	25,00	27,00	1,3012	1,2996	207	31,37	29,45	24,00	22,00	1,3071	1,3396
130	25,46	32,31	19,00	25,00	1,3400	1,2924	208	27,46	26,41	21,00	20,00	1,3076	1,3205
131	35,48	33,13	26,00	25,00	1,3646	1,3252	209	30,75	24,41	23,00	19,00	1,3370	1,2846
132	35,12	35,68	26,00	27,00	1,3508	1,3215	210	32,35	30,15	26,00	22,00	1,2441	1,3705
133	35,94	35,28	27,00	26,00	1,3311	1,3569	211	23,05	32,73	19,00	25,00	1,2132	1,3092
134	39,65	36,09	30,00	28,00	1,3283	1,2889	212	31,68	31,46	24,00	24,00	1,3200	1,3107
135	35,55	32,76	28,00	24,00	1,2696	1,3650							
136	20,70	21,28	16,00	16,00	1,2938	1,3300							
137	32,02	28,78	24,00	22,00	1,3342	1,3082							
138	37,81	33,02	29,00	25,00	1,3038	1,3208							
139	31,88	31,11	24,00	24,00	1,3283	1,2963							
140	31,93	32,57	24,00	25,00	1,3304	1,3028							
141	24,95	24,49	20,00	18,00	1,2475	1,3606							
142	15,93	17,26	13,00	13,00	1,2254	1,3277							
143	35,00	25,20	27,00	20,00	1,2263	1,2600							
144	31,85	31,35	24,00	25,00	1,3271	1,3540							
145	32,44	35,95	25,00	28,00	1,2976	1,2839							
146	29,68	40,95	22,00	31,00	1,3589	1,3216							
147	27,59	30,16	21,00	23,00	1,3138	1,3113							
148	33,23	26,86	25,00	20,00	1,3292	1,3430							
149	28,94	29,80	22,00	23,00	1,3155	1,2957							

Apêndice 2. Dados originais relativos à característica porcentagem de óleo dos grãos de milho obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2), originárias de uma mesma planta da Subpopulação 01 (Original), com suas respectivas médias de determinações dentro de espiga (m_1 e m_2).

PLANTA	ESPIGAS				MÉDIAS	
	E_1	E_2	E_1	E_2	m_1	m_2
001	4,9799	4,4226	4,6399	3,7599	4,7013	4,1999
002	4,6044	3,7156	4,2872	4,5339	4,1600	4,4105
003	4,7050	4,2699	4,8715	4,3784	4,4075	4,6249
004	4,1591	4,7896	4,4108	3,7150	4,4744	4,0629
005	5,0594	4,7556	5,1070	6,0294	4,9075	5,5682
006	5,2479	4,7958	4,9029	5,5519	5,0219	5,2274
007	4,6302	5,2778	5,5323	5,0850	4,9540	5,3087
008	4,7013	4,6287	4,4649	4,9453	4,6650	4,7051
009	4,7235	5,3921	5,1458	5,7331	5,0578	5,4394
010	4,0652	6,3833	4,9338	4,3850	6,2243	4,6594
011	4,3034	4,5613	4,3035	4,7157	4,4324	4,5096
012	3,2046	3,7759	3,6006	3,7412	3,4902	3,6709
013	4,5443	4,4178	4,0968	4,3454	4,4810	4,2211
014	3,2555	3,5229	3,9692	4,0579	3,3892	4,0135
015	3,8865	3,8197	4,0493	3,2714	3,8531	3,6603
016	3,7549	3,2691	3,8271	4,7242	3,5120	4,2756
017	3,7708	3,9002	3,2093	3,1445	3,8355	3,1769
018	3,9383	4,1765	4,2055	4,3401	4,0574	4,2728
019	3,5546	4,7073	4,1629	4,0082	4,1309	4,0856
020	4,8502	4,9891	4,7271	4,3822	4,9197	4,5547
021	4,8122	4,3268	4,6585	5,4154	4,5695	5,0520
022	5,8038	5,2595	5,2750	5,3973	5,5317	5,3367
023	5,3657	4,9780	4,3882	4,6127	5,1719	4,5005
024	4,9605	5,0640	3,9396	4,2551	5,0123	4,0574
025	2,9910	2,6098	3,2629	4,0838	2,8004	3,6733
026	4,9352	4,5525	4,8632	4,7367	4,7439	4,8000
027	4,4063	3,7534	4,5724	4,3959	4,0824	4,4841
028	4,2427	3,1475	4,7772	4,7695	3,7951	4,7734
029	3,5930	3,8951	3,9045	3,5185	3,7441	3,7115
030	4,6094	4,8587	4,5317	4,8845	4,7341	4,7082
031	4,6394	4,8066	4,3029	4,0439	4,7230	4,1734
032	4,8723	4,6897	4,5927	4,4433	4,7810	4,5190
033	4,2683	3,8732	5,1445	4,8321	4,0707	4,9583
034	3,6934	4,1234	4,6443	3,9950	3,9024	4,3196
035	4,8569	4,1059	4,6628	4,6731	4,4814	4,6680
036	3,0345	4,0191	3,9569	4,0423	3,5268	3,9996
037	4,3042	4,1999	4,2415	4,3507	4,2470	4,2961
038	5,2989	4,2020	5,0453	4,5300	4,7504	4,7977
039	4,9484	4,5980	3,7749	3,9971	4,7732	3,8860
040	6,0174	5,0562	5,5548	5,5097	5,5368	5,5322
041	4,8633	5,2616	5,1187	5,2015	5,0624	5,1601
042	3,9855	4,1509	4,7052	4,0629	4,0682	4,3841
043	4,3862	4,0008	4,6357	4,1624	4,1935	4,3990
044	4,0306	4,6369	3,9926	3,7485	4,3337	3,8706
045	4,7898	4,6612	4,4072	4,5169	4,7255	4,2621
046	4,9718	5,5879	4,8175	5,0428	5,2798	4,9301
047	4,6200	4,5969	5,2601	4,8214	4,7385	5,0509
048	4,2722	5,0595	4,7178	5,5273	4,5658	5,1225
049	4,8245	4,4597	5,0037	4,5448	4,6421	4,7742
050	4,1034	3,5407	4,3064	4,2771	3,9745	4,2918
051	5,2698	4,5897	4,3059	4,2929	4,9297	4,2594
052	4,5615	4,4229	4,4351	4,4850	4,4922	4,4600
053	4,5445	3,7879	4,2070	5,0017	4,1663	4,5043
054	4,8187	5,3527	3,7705	4,1053	5,0857	3,9379
055	4,3300	4,4913	4,7136	4,5283	4,4106	4,6209
056	3,7830	4,1390	4,5282	4,5981	3,9610	4,7132
057	4,5271	5,2837	5,2048	4,5873	4,9054	4,8560
058	4,3390	5,0992	5,0367	4,7925	4,7191	4,9146
059	4,0553	4,5244	4,0570	5,2748	4,2898	4,5659
060	4,1796	4,9770	4,9003	5,0346	4,5783	4,5674
061	4,6809	4,8265	5,0906	5,0008	4,7537	5,0457
062	3,3682	3,9952	4,9776	4,6751	3,6817	4,8264
063	5,2354	4,8954	4,8727	4,4104	5,0654	4,6416
064	4,9327	4,7419	4,7400	4,5844	4,8373	4,8622
065	4,3383	4,2687	4,7737	4,4846	4,3035	4,6292
066	5,8270	4,9823	5,0679	5,2171	5,4046	5,1425
067	4,3495	4,6818	4,6198	4,5151	4,7944	4,7056
068	3,7036	4,6309	4,6864	4,7248	4,1673	4,9108
069	4,6728	4,6515	4,6872	5,1344	4,6622	4,9108
070	4,9877	4,8900	5,3780	4,8295	4,9388	5,1038
071	5,4633	5,5752	5,5426	5,4655	5,5192	5,5041
072	4,3485	4,0079	4,3215	4,7607	4,1782	4,5411
073	4,8372	4,3936	4,6964	5,2407	4,6154	4,5685
074	4,7384	5,7049	4,5899	5,1449	4,9716	4,8674
075	5,4716	4,6241	5,1970	4,8769	5,0478	5,1970
076	3,6337	3,5667	4,7415	4,9243	3,6002	4,8329
077	4,4991	4,8690	5,6471	5,2980	4,6341	5,4726
078	4,5842	5,0732	5,8229	5,9896	4,8287	5,9063
079	5,2424	5,1250	5,2172	5,3714	5,1837	5,2943

080	5,2179	4,4048	5,1539	4,8878	4,8364	5,0209	170	4,4038	4,0802	3,8161	3,1126	4,2420	3,2643
081	3,2411	3,4073	5,1261	5,4537	3,3242	5,2899	171	2,0458	2,4461	2,3943	2,6011	2,2460	2,4977
082	4,8448	5,2470	5,1656	4,6255	5,0459	4,9005	172	2,8379	3,9776	3,3933	3,8027	3,4078	3,5580
083	4,6242	4,4533	4,5806	3,7830	4,5358	4,3318	173	4,3788	4,0647	3,8007	4,4590	4,2217	4,1349
084	4,3275	4,5718	4,3785	4,1335	4,4496	4,2560	174	4,1037	3,7774	3,5911	4,1771	3,9405	3,8841
085	3,7559	4,3875	4,0059	4,9361	4,0717	4,4710	175	3,7385	3,6092	3,9016	4,2120	3,6739	4,0568
086	4,2208	4,3143	4,4623	4,5570	4,2676	4,5097	176	5,5356	5,4894	5,9723	5,3415	5,5140	5,6569
087	4,5273	4,7262	4,0249	4,8216	4,6268	4,4233	177	6,0693	6,5698	6,7541	6,8815	6,3195	6,8178
088	3,3102	3,6920	4,0582	3,9540	3,5011	4,0361	178	5,1639	4,6101	4,9265	4,6485	4,8870	4,7875
089	3,6451	4,1811	5,4484	5,3274	3,9131	5,3879	179	5,3634	5,4384	4,8773	5,6159	5,4009	5,2466
090	4,4133	4,6003	5,0875	5,6629	4,5068	5,3752	180	4,6306	4,0419	5,1829	5,4795	4,3362	5,3312
091	5,0330	4,4553	4,6273	4,1954	4,7442	4,4114	181	4,4209	4,2929	5,0629	4,8934	4,3519	4,9782
092	4,0373	3,9315	3,6607	3,5252	3,9824	3,5929	182	5,3552	5,6618	5,8901	6,1012	5,5085	5,9956
093	4,8300	4,5403	4,2848	4,8387	4,6851	4,5618	183	5,8632	4,9287	4,6551	5,4530	5,3859	5,0541
094	3,7361	4,9452	4,2264	4,5964	4,2427	4,4114	184	4,5664	4,3117	4,3884	4,3192	4,4291	4,3538
095	3,9042	4,0129	4,9326	4,4231	3,9585	4,6878	185	5,0862	5,3245	5,1873	4,6212	5,2054	4,9043
096	3,5446	3,8255	3,8922	4,7131	3,6850	4,3027	186	4,4903	5,0417	5,0043	5,4550	4,7660	5,2301
097	4,7265	5,5912	5,0624	4,4976	5,1589	4,7800	187			5,2204	5,2239	5,2221	5,2221
098	5,0658	4,4235	4,6856	5,4504	4,3747	5,0700	188	5,3422	5,7951	5,5809	5,1610	5,5698	5,3709
099	4,9101	5,7167	3,6637	3,6711	5,3134	3,6704	189	5,9433	5,7696	5,4108	5,7692	5,8565	5,5900
100	3,9391	4,7492	5,3176	4,9328	4,3442	5,1252	190	5,5259	5,4916	5,7577	5,8214	5,5087	5,7896
101	4,3169	3,7261	4,4141	5,0009	4,0215	4,7075	191	4,7830	4,5481	4,4873	5,2289	4,6656	4,8581
102	4,8368	4,7480	5,3525	4,7206	4,7924	5,0365	192	5,0992	5,0964	5,3608	5,2324	5,0978	5,2966
103	3,8085	4,2795	4,5121	4,1795	4,0440	4,3458	193	5,6152	5,8548	6,5427	6,0992	5,7350	6,3209
104	4,7165	4,5177	5,1043	4,6907	4,6171	4,8278	194	5,8569	5,5932	5,6113	5,4208	5,7251	5,5157
105	4,3374	3,4750	4,4047	4,9515	3,9062	4,6781	195	4,3703	4,0475	5,2179	4,4601	4,2089	4,8390
106	4,7319	3,8134	5,0029	5,5762	4,2726	4,7895	196	4,5382	5,2952	5,5855	5,2222	4,9167	5,4038
107	4,8704	4,8957	5,0591	4,7378	4,8830	4,9235	197	5,9978	6,0856	5,6369	6,0298	6,0417	5,8333
108	5,1106	4,7852	5,3318	4,4108	4,9479	4,8723	198	5,0821	4,1795	5,5911	5,7645	4,6208	5,6778
109	4,4527	4,1052	6,1254	5,8048	4,2790	5,9951	199	4,4717	5,5894	5,1124	4,7655	5,0305	4,9390
110	5,9867	5,2352	5,0388	5,0703	5,6109	5,0546	200	5,2960	4,9887	5,5502	5,3099	5,1423	5,4300
111	4,2330	4,7333	4,3429	4,1020	4,4831	4,2225	201	4,5170	3,7065	4,6112	3,7912	4,1118	4,2012
112	3,6700	5,1867	5,1388	4,8294	4,4283	4,9841	202	5,4920	3,1297	3,4993	3,8878	4,3108	3,6935
113	4,1644	3,7698	4,4963	4,7915	3,9671	4,6439	203	4,3926	4,9373	5,0625	4,4645	4,6650	4,7635
114	4,4693	4,1242	5,1144	4,2334	4,2967	4,6739	204	4,4142	3,5581	5,0700	4,3389	3,9861	4,7044
115	4,4917	4,0404	4,1406	3,7713	4,2661	3,9560	205	4,4064	4,9813	4,2439	3,3389	4,6938	3,7914
116	5,0155	4,9323	4,7330	4,4134	4,9739	4,5982	206	3,0997	2,1345	3,5424	4,9587	2,6171	4,2505
117	5,4992	5,5271	4,7505	4,2846	5,5131	4,5176	207	5,2311	4,9691	5,6722	5,6070	5,1001	5,6396
118	5,5775	5,3645	5,9389	5,0991	5,4710	5,5190	208	4,6737	4,1305	4,4162	5,0270	4,4021	4,7216
119	5,2172	4,8469	5,9022	5,6136	5,0421	5,7579	209	3,8647	4,3147	3,5149	4,8966	4,0897	4,2057
120	4,6747	4,3658	5,0713	5,2153	4,5202	5,1433	210	5,5382	4,8839	5,6601	5,1443	5,2110	5,4122
121	4,0064	4,4559	5,0294	4,9131	4,4261	4,9613	211	5,4291	4,8639	6,5063	5,4768	5,1965	5,9916
122	4,7440	4,0627	4,3022	4,6945	4,4033	4,4983	212	4,4243	4,2827	4,4200	4,0917	4,3535	4,2559
123	4,4579	4,0514	5,5037	5,4059	4,2696	5,4548							
124	4,7047	4,5214	4,4325	5,2520	4,6130	4,8422							
125	4,7599	4,8475	4,2139	4,2745	4,8037	4,2444							
126	4,1551	4,6992	3,9857	3,8218	4,4271	3,9037							
127	4,1849	4,5682	5,2443	4,5973	4,3776	4,9208							
128	4,6382	4,1913	5,7961	6,1039	4,4148	5,9500							
129	4,8117	5,5420	4,7173	5,1013	5,1768	4,9093							
130	2,9397	3,6654	4,1142	3,7625	3,3025	3,9383							
131	3,3064	3,0716	4,2561	3,8588	3,1890	4,0774							
132	4,0540	3,3559	3,4908	3,5564	3,7049	3,5236							
133	3,8452	3,5969	4,2281	4,5627	3,7216	4,3954							
134	4,5307	4,1918	4,4751	5,2943	4,3612	4,8847							
135	4,1687	3,7402	4,6083	3,9595	3,9544	4,7839							
136	4,8690	4,8855	4,4435	3,9587	4,8772	4,2011							
137	4,1744	4,3148	4,2165	3,5694	4,2446	3,8930							
138	4,7070	4,4686	3,9712	4,2066	4,5878	4,0889							
139	4,9170	4,3469	4,4426	4,5227	4,6319	4,4816							
140	4,0065	4,4113	3,5022	3,3558	4,2089	3,4290							
141	4,1559	3,9139	4,0407	3,5476	4,0349	3,7942							
142	3,1357	3,2107	3,5450	3,6191	3,1732	3,5821							
143	4,2213	3,4925	3,8330	3,4566	3,8569	3,6488							
144	3,0704	3,3898	3,2686	2,9208	3,2301	3,0947							
145	4,3758	4,0321	4,6060	5,0937	4,2039	4,8498							
146	4,9399	4,8492	4,4300	4,9063	4,3946	4,6722							
147	5,3105	5,1786	5,3953	4,8085	5,2446	5,1019							
148	3,5267	3,2073	4,0177	3,6019	3,3670	3,8098							
149	4,1117	4,2957	4,7919	4,5523	4,2037	4,6721							
150	4,0342	3,7904	4,9827	4,8169	3,9123	4,8958							
151	3,3597	2,6371	3,0515	3,7753	2,9984	3,4134							
152	3,2716	3,2146	3,8293	3,9588	3,2431	3,3941							
153	3,5570	3,2114	4,7927	4,4758	3,3842	4,6343							
154	5,1309	4,6518	4,1670	4,3150	4,8913	4,2410							
155	3,8340	4,0158	3,0342	3,7421	3,9249	3,3882							
156	4,4186	4,8613	4,7120	3,9073	4,6399	4,3097							
157	3,4132	2,6794	3,0862	3,1659	3,0443	3,1260							
158	3,4242	3,4457	4,3547	4,0000	3,4349	4,1774							
159	3,0534	2,7527	4,2230	3,7622	2,9031	3,9926							
160	3,5816	3,3947	5,2188	5,1070	3,4881	5,1629							
161	2,9092	3,2777	3,4548	3,6927	3,0935	3,5737							
162	3,7518	3,8970			3,8244								
163	2,6095	2,9688	3,7276	3,1820	2,7892	3,4548							
164	2,7655	2,8169	3,2651	3,7983	2,7912	3,5317							
165	3,7341	3,3785	3,8361	3,5816	3,5563	3,7089							
166	3,9334	4,1219	4,0930	3,2589	4,0276	3,6759							
167	4,1914	4,6230	4,3993	4,1419	4,4072	4,2706							
168	3,2149	4,0767	4,6313	3,8849	3,6458	4,2581							
169	3,1061	3,8356	3,3756	3,6272	3,4709	3,5014							

Apêndice 3. Dados originais relativos às características de peso e volume de 100 grãos e densidade dos grãos obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2) originárias de uma mesma planta da Subpopulação 02 (Embrião grande).

PLANTA	PESO DE 100 GRÃOS (gramas)		VOLUME DE 100 GRÃOS (mililitros)		DENSIDADE DOS GRÃOS (g/ml)								
Nº	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂							
001	33,84	37,07	26,00	28,00	1,3015	1,3239	034	30,40	33,52	23,00	26,00	1,3217	1,2892
002	20,72	32,99	16,00	25,00	1,2949	1,3196	035	32,49	37,30	25,00	29,00	1,2996	1,2862
003	25,58	28,71	19,00	22,00	1,3463	1,3050	036	21,76	29,40	19,00	23,00	1,1454	1,2783
004	24,85	28,96	19,00	21,00	1,3079	1,3790	037	37,71	44,43	28,00	34,00	1,3468	1,3068
005	32,72	33,91	25,00	26,00	1,3088	1,3043	038	33,05	40,01	24,00	30,00	1,3772	1,3337
006	36,38	37,08	24,00	28,00	1,2658	1,3243	039	28,94	38,29	22,00	29,00	1,3155	1,3203
007	30,85	38,71	24,00	30,00	1,2854	1,2903	040	25,11	28,19	20,00	22,00	1,2555	1,2814
008	27,47	25,46	21,00	19,00	1,3081	1,3400	041	28,34	34,90	22,00	26,00	1,2632	1,3423
009	27,19	27,14	20,00	21,00	1,3595	1,2924	042	32,15	34,82	24,00	27,00	1,3396	1,2596
010	25,52	40,81	19,00	30,00	1,3432	1,3603	043	28,60	33,52	22,00	25,00	1,3000	1,3408
011	28,18	26,06	22,00	20,00	1,2809	1,3030	044	24,81	24,41	19,00	20,00	1,3058	1,2205
012	33,44	32,10	26,00	24,00	1,2862	1,3375	045	26,75	28,15	22,00	22,00	1,2159	1,2795
013	25,34	20,17	20,00	16,00	1,2670	1,2606	046	29,65	31,46	23,00	24,00	1,2891	1,3108
014	36,94	33,74	24,00	25,00	1,2892	1,3476	047	30,94	29,06	23,00	22,00	1,3452	1,3209
015	29,00	32,56	22,00	25,00	1,3182	1,3024	048	31,96	35,83	25,00	27,00	1,2784	1,3270
016	28,70	25,73	21,00	19,00	1,3667	1,3542	049	30,18	32,44	23,00	25,00	1,3122	1,2976
017	31,91	32,11	25,00	25,00	1,2764	1,2843	050	28,99	33,23	21,00	25,00	1,3305	1,3292
018	38,13	35,67	28,00	28,00	1,3618	1,2739	051	32,17	34,90	24,00	27,00	1,3604	1,2926
019	20,75	23,74	17,00	18,00	1,2206	1,3189	052	29,94	28,59	24,00	22,00	1,2474	1,2995
020	28,01	34,14	21,00	25,00	1,3338	1,3656	053	28,40	28,22	22,00	22,00	1,2908	1,2827
021	32,28	32,59	24,00	24,00	1,3450	1,3579	054	31,02	33,90	24,00	25,00	1,2925	1,3560
022	32,15	30,61	24,00	23,00	1,3396	1,3309	055	30,26	37,92	24,00	30,00	1,2608	1,2640
023	28,74	26,02	22,00	22,00	1,3064	1,2735	056	28,62	35,01	23,00	28,00	1,2443	1,2504
024	28,04	20,79	21,00	16,00	1,3352	1,2994	057	-	-	-	-	-	-
025	30,79	30,02	24,00	23,00	1,2829	1,3052	058	34,20	29,16	26,00	26,00	1,3154	1,1216
026	28,91	28,33	22,00	22,00	1,3141	1,2877	059	33,03	31,41	25,00	24,00	1,3212	1,3088
027	20,28	21,86	15,00	16,00	1,3520	1,3663	060	23,36	23,64	18,00	19,00	1,2978	1,2442
028	31,57	33,95	24,00	25,00	1,3154	1,3580	061	29,02	25,29	22,00	19,00	1,3191	1,3311
029	32,45	37,61	25,00	29,00	1,2980	1,2968	062	31,04	26,53	25,00	24,00	1,2416	1,2533
030	45,10	44,02	35,00	36,00	1,2884	1,2228	063	33,58	31,89	26,00	25,00	1,2915	1,2756
031	33,37	31,81	26,00	25,00	1,2835	1,2724	064	25,88	23,74	19,00	17,00	1,3621	1,3965
032	24,69	21,82	19,00	16,00	1,2995	1,3638	065	20,71	27,78	17,00	22,00	1,2185	1,2626
033	24,06	26,21	19,00	20,00	1,3289	1,3105	066	30,87	30,06	23,00	23,00	1,3422	1,3070
							067	34,52	25,23	28,00	27,00	1,2329	1,3048
							068	22,98	25,23	17,00	20,00	1,3518	1,2615
							069	30,10	30,65	22,00	24,00	1,3682	1,2771
							070	30,32	30,79	23,00	21,00	1,3183	1,2562
							071	35,67	36,15	27,00	28,00	1,3211	1,3625

072	31,73	32,41	24,00	24,00	1,3221	1,3588	150	33,15	25,00	1,3260
073	27,70	23,81	21,00	19,00	1,3190	1,2532	151	41,00	31,00	1,3226
074	31,24	31,56	23,00	24,00	1,3583	1,3150	152	32,87	25,00	1,3148
075	35,52	37,37	27,00	28,00	1,3156	1,3346	153	33,25	25,00	1,3308
076	28,76	34,81	23,00	26,00	1,2504	1,3357	154	29,17	22,00	1,3259
077	34,22	34,81	28,00	27,00	1,2934	1,2893	155	35,22	27,00	1,3044
078	22,25	22,70	17,00	18,00	1,3441	1,2611	156	31,25	25,00	1,2500
079	27,68	27,20	21,00	21,00	1,3181	1,2952	157	27,83	21,00	1,3252
080	31,23	29,48	24,00	22,00	1,3013	1,3400	158	31,76	24,00	1,3233
081	37,59	37,49	29,00	29,00	1,2962	1,2928	159	30,61	23,00	1,3309
082	31,74	32,71	25,00	26,00	1,2696	1,2582	160	39,38	29,00	1,3545
083	32,67	35,45	26,00	28,00	1,2565	1,2675	161	34,61	26,00	1,3312
084	31,97	27,00	24,00	22,00	1,3321	1,2273	162	36,79	28,00	1,3139
085	28,17	21,98	22,00	16,00	1,2805	1,3738	163	43,94	34,00	1,2924
086	20,25	32,73	16,00	25,00	1,2656	1,3092	164	34,93	27,00	1,2937
087	29,77	31,67	22,00	25,00	1,3532	1,2668	165	28,83	22,00	1,3105
088	28,97	29,63	22,00	22,00	1,3168	1,3470	166	27,82	21,00	1,3248
089	35,94		27,00		1,3311		167	17,31	14,00	1,2364
090	29,75		23,00		1,2935		168	27,22	21,00	1,2962
091	36,52		27,00		1,2526		169	36,49	28,00	1,3032
092	34,11		25,00		1,3644		170	34,96	27,00	1,2948
093	32,51		25,00		1,3004		171	35,63	28,00	1,2725
094	30,50		23,00		1,3261		172	32,59	25,00	1,3036
095	24,75		19,00		1,3026		173	29,71	22,00	1,3506
096	27,19		21,00		1,2948		174	28,10	22,00	1,2773
097	22,52		18,00		1,2511		175	36,75	28,00	1,3125
098	31,89		24,00		1,3288		176	32,84	25,00	1,3136
099	31,68		25,00		1,2672		177	32,91	25,00	1,3164
100	32,80		26,00		1,2615		178	33,64	26,00	1,2938
101	33,87		27,00		1,2544		179	34,17	26,00	1,3142
102	36,28		27,00		1,3437		180	31,98	23,00	1,2904
103	31,27		23,00		1,3596		181	31,69	24,00	1,3204
104	25,75		19,00		1,3553		182	32,13	25,00	1,2852
105	33,44		25,00		1,3376		183	32,65	25,00	1,3060
106	35,24		26,00		1,3554		184	38,29	31,00	1,2352
107	29,12		23,00		1,2661		185	33,83	26,00	1,3012
108	43,96		34,00		1,2929		186	40,64	30,00	1,3547
109	34,55		27,00		1,2796		187	31,09	23,00	1,3517
110	28,50		22,00		1,2955		188	36,61	28,00	1,3075
111	29,78		22,00		1,3536		189	47,52	37,00	1,2843
112	34,57		26,00		1,3296		190	35,93	27,00	1,3307
113	37,40		29,00		1,2897		191	29,80	22,00	1,3545
114	29,74		24,00		1,2392		192	30,87	23,00	1,3422
115	29,50		23,00		1,2826		193	30,20	24,00	1,2583
116	21,96		17,00		1,2918		194	36,40	28,00	1,3000
117	26,49		20,00		1,3245		195	32,18	24,00	1,3408
118	40,75		32,00		1,2734		196	30,85	24,00	1,2854
119	31,76		24,00		1,3233		197	34,70	27,00	1,2852
120	32,78		24,00		1,3658		198	27,83	22,00	1,2650
121	28,92		22,00		1,3145		199	44,73	35,00	1,2780
122	25,42		19,00		1,3379		200	12,62	15,00	1,2413
123	30,80		24,00		1,2833		201	36,65	28,00	1,3089
124	36,66		28,00		1,3093		202	26,68	20,00	1,3340
125	29,32		24,00		1,2217		203	25,61	20,00	1,2505
126	39,02		30,00		1,3007		204	28,14	21,00	1,3400
127	29,97		23,00		1,3030		205	31,18	25,00	1,2472
128	37,70		29,00		1,3000		206	32,74	25,00	1,3096
129	35,46		27,00		1,3133		207	27,73	22,00	1,2505
130	29,17		22,00		1,3259		208	29,59	23,00	1,2865
131	35,85		27,00		1,3278		209	33,97	27,00	1,2581
132	27,72		21,00		1,3200		210	38,42	29,00	1,3248
133	43,79		34,00		1,2879		211	31,86	24,00	1,3275
134	22,51		17,00		1,3241		212	25,26	20,00	1,2530
135	39,12		30,00		1,3040		213	32,00	25,00	1,2800
136	28,85		22,00		1,3114		214	28,03	21,00	1,3348
137	29,67		23,00		1,2900		215	26,87	21,00	1,2795
138	38,17		29,00		1,3162		216	35,56	27,00	1,3170
139	33,19		28,00		1,1853		217	40,21	31,00	1,2971
140	28,29		22,00		1,2859		218	34,63	27,00	1,2826
141	31,80		24,00		1,3250		219	30,92	23,00	1,3443
142	36,03		27,00		1,3344		220	32,99	24,00	1,3746
143	27,89		21,00		1,3281		221	34,37	27,00	1,2730
144	33,15		25,00		1,3260		222	26,11	21,00	1,2433
145	31,97		25,00		1,2788					
146	31,40		24,00		1,3083					
147	35,26		28,00		1,2593					
148	33,74		26,00		1,2777					
149	29,79		23,00		1,2552					

Apêndice 4. Dados originais relativos à característica porcentagem de óleo dos grãos de milho obtidos de espigas autofecundadas (E_1) e de polinização livre (E_2), originárias de uma mesma planta da Subpopulação 02 (Embrião grande), com suas respectivas médias de de terminações dentro de espiga (m_1 e m_2).

PLANTA	ESPIGAS				MÉDIAS	
	E_1	E_2	E_1	E_2	$\bar{E}_1$	$\bar{E}_2$
NO	m_1	m_2	m_1	m_2	$\bar{E}_1$	$\bar{E}_2$
001	7,4032	7,7496	5,8200	5,0858	7,5764	5,4529
002			5,4257	6,6619		6,0438
003	6,2339	4,6522	4,7075	6,1406	5,4431	5,4241
004	5,5061	5,0569	5,8734	6,5538	5,2815	6,2136
005	5,8817	7,7096	5,8780	5,7841	6,7956	5,8310
006	4,9938	5,3147	5,4764	4,6497	5,3542	5,0631
007	5,5700	5,7055	8,6387	6,2983	5,6377	7,4685
008	4,9769	4,6515	4,4450	5,9916	4,8142	5,2198
009	5,1186	5,6001	7,3137	4,2466	5,3593	5,7801
010	5,5918	7,4907	4,2105	5,0370	6,5413	4,6238
011	3,1230	4,4958	4,0021	3,9848	3,8094	3,9934
012	5,0870	5,1453	6,9774	4,2149	5,1162	5,5911
013	3,5846	4,9943	5,9969	5,6866	4,2895	5,8418
014	5,1774	4,0223	4,5507	5,3885	4,5998	4,9696
015	6,2335	4,9708	3,6874	3,7129	5,6022	3,7002
016	5,5947	5,8571	3,6646	5,6733	5,7259	4,6690
017	4,7580	5,7164	3,9290	4,0754	5,2772	4,0002
018	5,1095	5,0080	4,4917	3,8129	5,0587	4,1523
019	5,2015	4,4472	3,0945	4,1622	4,8243	3,6284
020	4,0419	3,0670	4,8239	4,8057	3,5545	4,8148
021	3,7443	4,3036	4,2515	4,0623	4,0239	4,1569
022	5,3636	5,8955	5,3994	5,0410	5,6296	5,2202
023	3,1062	4,7634	4,8438	4,9921	3,9345	4,9180
024	2,7358	3,4947	3,0982	4,6180	3,1153	3,8581
025	3,4119	4,8260	4,5146	5,2009	4,1190	4,8577
026	4,0299	4,0195	3,6348	3,1976	4,0247	3,4162
027	5,1878	5,7497	4,3818	3,8454	5,4687	4,1136
028	4,4508	3,7202	4,8887	4,6776	4,1005	4,7831
029	3,8574	3,5937	4,0160	4,0844	3,7255	4,0502
030	3,0491	3,3794	3,8466	3,6314	3,2143	3,7390
031	5,2979	4,0616	3,7799	4,1195	4,6797	3,9497
032	3,5696	2,9980	1,7316	1,6629	3,2838	1,6973
033	3,8760	4,1171	3,0623	3,4488	3,9966	3,2555
034	4,0632	3,9001	4,7031	4,4772	3,9816	4,5501
035	3,8055	3,9003	3,8765	4,3295	3,8529	4,1030
036	2,9044	2,9477	3,2777	2,7936	2,9261	3,0357
037	4,0754	4,2704	3,3796	3,6944	4,1729	3,5370
038	4,1986	4,5809	4,2452	4,0323	4,3897	4,1388
039	3,9782	3,3983	4,6213	4,0935	3,6883	4,3574
040	4,7174	4,3517	3,9812	3,6610	4,5346	3,8211
041	4,1851	3,7035	4,2488	4,0178	3,9443	4,1333
042	2,8603	3,6655	3,8521	3,8550	3,2629	3,8536
043	4,3723	4,4595	3,6896	3,9015	4,4159	3,7956
044	3,3090	2,7485	3,0542	2,3885	3,0288	2,7214
045	3,5248	3,5509	3,6117	2,8179	3,5378	3,2125
046	3,9367	3,3322	3,7441	3,2191	3,6345	3,4816
047	3,6306	3,5467	3,6425	3,1802	3,5886	3,4113
048	4,3595	3,7873	3,2259	3,7119	4,0734	3,4689
049	4,1043	3,8515	5,2660	4,9054	3,9779	5,0857
050	3,5518	3,5385	3,7410	3,7070	3,5452	3,7240
051	3,9268	4,0244	4,1568	3,8496	3,9756	4,0032
052			3,8074	3,3849		3,5961
053	3,1773	3,0442	3,1461	3,2934	3,1107	3,2198
054	5,1150	4,8998	3,5892	4,2828	5,0074	3,3360
055	5,3717	4,9577	3,9015	3,7196	5,1647	3,8106
056	4,0085	4,1585	4,2877	3,7513	4,0835	4,0195
057						
058	4,3158	4,2602			4,2895	
059	4,5769	4,5531	3,8254	3,4857	4,5710	3,6556
060	4,5553	4,2253	5,3061	4,6663	4,3903	4,9862
061	4,7206	4,3262	4,4265	3,9982	4,5234	4,2123
062	3,4835	3,9462	3,4135	3,5728	3,7148	3,4932
063	4,7977	3,9427	4,0871	4,7362	4,3702	4,4356
064	3,6745	3,1177	3,4819	4,1204	3,3961	3,8012
065						
066	3,7171	3,5478	4,5057	4,8067	3,6325	4,6562
067	4,8729	4,3426	3,8456	3,5693	4,6077	3,7090
068	3,4292	2,9180	3,2214	2,7635	3,1684	3,0024
069	3,9929	3,8219	3,8251	3,6643	3,9074	3,7447
070	4,4580	3,6200	4,0406	3,3404	4,0390	3,6905
071	3,6015	4,7292	4,6966	4,4168	4,1654	4,5567
072	4,2772	3,7192	3,2672	3,3629	3,9982	3,3150
073	4,1736	3,4551	3,0041	3,1955	3,8144	3,0298
074	3,7374	3,7669	4,5130	3,9791	3,7521	4,2661
075	3,9138	3,2699	4,0993	3,3194	3,5919	3,7093
076	2,4893	3,2254			2,8568	
077	3,9092	3,3348	4,4441	4,4088	3,6220	4,4264

078	3,6418	4,0845	3,9883	4,2350	3,9732	4,1117	166	5,6427	4,8019	5,2223
079	6,0257	5,4636	4,9474	4,6217	5,7552	4,7846	167	4,6020	3,8804	4,2413
080	3,4250	3,9783	4,2568	4,3809	3,7317	4,3128	168	4,5228	5,0134	4,7681
081	4,7862	4,2074	4,7144	4,0045	4,4968	4,3595	169	4,9834	5,6180	5,3007
082	5,4541	5,2804			5,3473		170	5,4035	5,1975	5,3005
083	4,9243	5,2544	4,1342	4,2765	5,0893	4,2054	171	5,2606	5,0621	5,1613
084	5,1257	4,3249	3,5794	3,7368	4,7253	3,6581	172	5,9587	5,6171	5,7879
085	4,3139	3,5382	3,7831	3,8682	3,9260	3,8256	173	4,1802	4,7605	4,4704
086	3,8057	3,8490	5,0627	5,2491	3,8274	5,1559	174	5,3752	5,3670	5,3711
087	3,6131	3,7888	4,5094	3,7879	3,7009	4,1487	175	4,9349	4,9188	4,9268
088	4,7923	4,5441	4,5845	4,1825	4,6682	4,3835	176	5,4791	5,3360	5,4075
089	4,4888	4,8571			4,6730		177	5,6629	5,8730	5,7704
090	4,5906	3,6337			4,1121		178	5,1624	5,1619	5,1622
091	4,1764	4,2663			4,2214		179	4,6492	5,0278	4,8385
092	2,3817	2,9847			2,6832		180	4,9734	4,7559	4,8647
093	3,6312	3,2958			3,4635		181	4,8393	4,3580	2,8137
094	3,7273	4,5802			4,1537		182	5,9073	6,2650	6,0861
095	4,4207	4,2349			4,3278		183	5,8894	6,0239	5,9566
096	4,0434	4,2223			4,1329		184	4,9555	4,5632	4,7593
097	4,4092	4,6400			4,5246		185	4,7890	4,7129	4,7609
098	4,0784	3,4575			3,7879		186	4,4436	4,7410	4,5923
099	4,8066	4,9901			4,8984		187	4,7205	5,3637	5,0421
100	4,4557	3,6758			4,0657		188	4,2650	4,6174	4,4412
101	4,6173	4,1295			4,3734		189	5,1644	4,7739	4,9691
102	4,1423	4,6402			4,3912		190	5,4156	6,0043	5,7100
103	5,5121	5,3106			5,4113		191	5,0213	4,7422	4,8827
104	3,8312	3,4970			3,6641		192	4,8791	4,8957	4,8874
105	4,1924	3,7934			3,9929		193	5,0003	5,3813	5,1908
106	3,7067	3,3778			3,5423		194	5,4584	5,5463	5,5224
107	4,3394	3,8096			4,0745		195	4,7141	5,0265	4,8703
108	4,2760	3,7331			4,0045		196	4,9113	4,3257	4,6185
109	5,2099	4,9332			5,0716		197	5,7668	4,8026	5,2847
110	4,0008	4,4923			4,2465		198	4,5098	5,0142	4,7620
111	4,3886	5,0200			4,7043		199	4,5889	4,5482	4,5686
112	3,2366	3,0651			3,1509		200	4,2689	3,7321	4,0005
113	4,1173	4,5175			4,3174		201	3,8112	4,3053	4,0582
114	3,9189	3,7599			3,8394		202	5,3916	5,3020	5,3468
115	3,3717	3,9135			3,6426		203	4,8391	4,6828	4,7609
116	5,6504	5,6109			5,6457		204	5,0365	5,5946	5,3155
117	4,9123	4,4265			4,6694		205	5,9774	6,1120	6,0447
118	3,6841	3,6983			3,6912		206	4,4466	4,5722	4,5094
119	3,3641	4,0994			3,7318		207	5,0318	4,2538	4,6428
120	3,9210	4,4963			4,2086		208	5,2387	5,0751	5,1569
121	4,0939	4,3579			4,2259		209	5,2628	4,5997	4,9313
122	3,2781	3,1628			3,2205		210	5,6242	5,4887	5,5565
123	3,6869	3,8906			3,7887		211	5,2843	5,6058	5,4450
124	4,6371	5,0044			4,8207		212	4,5924	5,2272	4,9098
125	3,7612	3,6794			3,7203		213	4,8337	4,9512	4,8924
126	4,4618	5,1325			4,7972		214	4,1036	4,1476	4,2256
127	3,3395	3,1659			3,2527		215	5,8652	5,8204	5,8428
128	4,0640	4,3090			4,1865		216	5,2901	5,3441	5,3171
129	3,6966	3,7189			3,7077		217	3,8547	4,5769	4,2158
130	3,8545	3,6775			3,7660		218	4,6734	4,9420	4,8077
131	4,5464	3,6500			4,0982		219	5,3603	6,0005	5,6804
132	3,8400	4,4995			4,1698		220	4,8993	5,0496	4,5744
133	4,5716	4,4323			4,5019		221	5,2900	5,0217	5,1559
134	4,5388	4,7044			4,6216		222	4,4408	4,1635	4,3022
135	3,1909	3,7121			3,4514					
136	3,6161	3,4531			3,5346					
137	4,0044	4,1481			4,0763					
138	5,1179	5,0741			5,0960					
139	3,9986	4,6193			4,3090					
140	3,8197	3,9823			3,9010					
141	4,3737	4,3336			4,3537					
142	3,3646	3,5311			3,4478					
143	3,3736	3,0959			3,2348					
144	2,7709	3,3421			3,0565					
145	4,5636	4,2351			4,3994					
146	4,0247				4,1589					
147	5,0691	4,9110			4,9900					
148	4,4381	4,2120			4,3251					
149	4,2105	4,3077			4,2591					
150	4,1755	4,5533			4,3644					
151	4,4395	4,1954			4,3175					
152	4,0603	4,2901			4,1752					
153	3,6195	3,8831			3,7508					
154	3,9716	3,8061			3,6888					
155	3,6526	3,8836			3,7681					
156	3,7545	4,0602			3,9074					
157	3,7825	3,8197			3,5511					
158	3,6795	3,5257			3,6026					
159	3,5605	3,1380			3,3493					
160	3,9093	3,9339			3,9216					
161			3,2116	3,2573		3,2344				
162			4,2457	4,5289		4,3873				
163			4,6948	5,3375		5,0162				
164			4,2049	4,5789		4,3919				
165			4,6689	4,6880		4,6795				