VARIABILIDADE GENÉTICA E ENDOGAMIA EM DUAS POPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.) CONTRASTANTES PARA TEOR DE ÓLEO

MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Orientador: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1986

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, estímulo e amizade constantes durante o curso;

Professor Dr. CLÁUDIO LOPES DE SOUZA JÚNIOR, pela colaboração, críticas, sugestões e amizade;

Funcionários MARCOS A. GORGA e JUSCELINO-DESIDÉRIO pela colaboração na coleta de dados;

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq) pela bolsa de estudos concedida e apoio a pesquisa;

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

INDICE

	<u>Página</u>
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	vi
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos ligados a seleção para teor de óleo no milho	3
2.2. Efeitos da endogamia	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Material	11
3.1.1. População 01 ou ESALQ VF-1 Original	11
3.1.2. População 02 ou ESALQ VF-1 Embrião grande	12
3.2. Execução experimental e características avaliadas	12
3.3. Análise estatística e estimativas de parâmetros genéticos	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Efeitos da endogamia	25
4.1.1. Efeitos nas médias das características a- valiadas nas duas populações	25
4.1.2. Efeito nas variâncias	33
4.2. Estimativas de parâmetros genéticos	40
4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípi- cas	50
5. CONCLUSÕES	52
LITERATURA CITADA	54

INDICE DAS TABELAS

<u>Tabelas</u>	<u>Página</u>
01. Esperança matemática dos quadrados médios $E(QM)$, para avaliação de dois tipos de progênies segundo esquema em faixas (adaptado de STEEL e TORRIE, 1960)	16
02. Esperança matemática dos quadrados médios $E(QM)$, obtidos nas análises de variância, segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso para a característica peso de espigas avaliadas ao nível de total de parcelas e para as demais características avaliadas ao nível de médias de parcelas	19
03. Esperança matemática dos produtos médios $E(P.M.)$, obtidos nas análises de covariância segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso; para as características peso de espiga e porcentagem de óleo nos grãos de milho ao nível de totais de parcelas..	22
04. Quadrados médios das características avaliadas em faixas da população 01 de milho. Piracicaba 1979/80.	26
05. Quadrados médios das características avaliadas em faixas da população 02 de milho. Piracicaba 1979/1980.	27
06. Médias das progênies de meios irmãos e S_1 para as características avaliadas e relação percentual entre as médias $(\bar{M}_{S_1}/\bar{M}_{MI}) \times 100$. Piracicaba 1979/1980.	29
07. Quadrados médios ao nível de totais de parcelas para peso de espigas despalhadas, separadamente para progênies de meios irmãos e S_1 nas populações 01 e 02 de milho. Piracicaba 1979/1980.....	34

<u>Tabelas</u>	<u>Página</u>
08. Quadrados médios das características avaliadas nas progênes de meios irmãos e S_1 de milho. População 01. Piracicaba 1979/1980.....	35
09. Quadrados médios das características avaliadas nas progênes de meios irmãos e S_1 de milho. População 02. Piracicaba 1979/1980	36
10. Estimativas dos componentes da variância para diferentes características, ao nível individual, separadamente para progênes de meios irmãos e S_1 . População 01. Piracicaba 1979/1980.....	37
11. Estimativas dos componentes da variância para diferentes características, ao nível individual, separadamente para progênes de meios irmãos e S_1 . População 02. Piracicaba 1979/1980.....	38
12. Estimativas das médias, coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação genética e experimental, coeficiente b e progressos genéticos esperados, para características avaliadas nas progênes de meios irmãos para população 01. Piracicaba 1979/1980.....	41
13. Estimativas das médias, coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação genética e experimental, coeficiente b e progressos genéticos esperados, para características avaliadas nas progênes de meios irmãos para população 02. Piracicaba, 1979/1980....	42
14. Coeficientes de correlação aditiva e fenotípica entre teor de óleo nos grãos e peso de espigas despalhadas ao nível de média de parcelas.....	51

VARIABILIDADE GENÉTICA E ENDOGAMIA EM DUAS POPULAÇÕES
DE MILHO (*Zea mays* L.) CONTRASTANTES
PARA TEOR DE ÓLEO

Autor: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Orientador: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

RESUMO

Com o objetivo de se avaliar os efeitos da seleção para maior tamanho do embrião, visando o aumento da porcentagem de óleo e suas interrelações com a produtividade de grãos, estimaram-se os parâmetros genéticos e os efeitos de uma geração de autofecundação, em progênies de meios irmãos e S_1 de uma mesma planta S_0 de duas populações de milho.

As populações estudadas foram derivadas do "Composto Flint" ou ESALQ VF-1. A população denominada no presente estudo de 01 foi obtida através de três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, para produtividade dos grãos e a população 02 ou ESALQ VF-1 embrião grande, foi obtida através de cinco ciclos de seleção entre progênies de meios irmãos para produtividade e dentro de progênies para maior tamanho do embrião.

As progênies foram avaliadas separadamente para cada população, através do delineamento experimental em lâti-

ces plantado em faixas. Para as estimativas dos parâmetros genéticos, foram utilizados os dados das progênes de meios irmãos.

Embora as médias das progênes S_1 fossem sempre inferiores às médias das progênes de meios irmãos, a análise através do teste F não permitiu, ao nível de 5% de probabilidade, se detectar os efeitos da depressão por endogamia na média das características avaliadas exceto para porcentagem de óleo na população 02.

As estimativas das variâncias genéticas entre progênes S_1 foram superiores as estimativas das variâncias entre progênes de meios irmãos com exceção da característica peso de espigas despalhadas na população 01 e da característica altura da espiga na população 02.

As estimativas da herdabilidade e dos coeficientes de variação genética foram inferiores aos resultados descritos na literatura para a característica porcentagem de óleo nos grãos para as duas populações utilizadas. A população 01 apresentou estimativa da herdabilidade para peso de espigas despalhadas considerada alta 76,76%, enquanto que esta estimativa na população 02, foi considerada baixa 15,76%.

As médias das progênes de meios irmãos e S_1 para porcentagem de óleo, foram respectivamente 5,31% e 5,19% para a população 01, e 6,21% e 5,63% para a população 02. Para peso de espigas na população 01, as médias foram 4,68 e 2,91, e para a população 02 foram iguais a 4,05 e 2,77 kg/5m².

Os coeficientes de correlação genética aditiva entre as características peso de espigas e porcentagem de óleo foram de -0,37 e 0,12 para as populações 01 e 02, respectivamente.

Concluiu-se que a seleção efetuada na população 02, para aumento do tamanho do embrião, foi efetiva para elevar a porcentagem média de óleo e também para quebrar a correlação genética negativa entre as características de peso de espiga e teor de óleo, porém restringiu drasticamente a variabilidade para essa característica.

GENETIC VARIABILITY AND INBREEDING EFFECTS IN
TWO DIVERGENT POPULATIONS OF MAIZE
(*Zea mays* L.) FOR OIL CONTENT

Author: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Adviser: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

SUMMARY

The objective of the present research is to evaluate the percentage increase of oil and the productivity of grains and their interrelations in two maize populations, through the estimates of genetic parameters as well as the study of the effects of one generation of inbreeding. Half-sib and S_1 progenies from the same plant S_0 were obtained and evaluated from 2 maize populations. The data of plant height and ear height were also considered.

The studied populations were derived from "Composto Flint" or ESALQ VF-1. The population named 01 was obtained after 3 cycles of selection for productivity among and within half-sib progenies. Population 02 or ESALQ-VF-1, large embryo, was obtained after 5 cycles of selection for productivity among half-sib progenies and selection for large embryo within progenies.

The progenies were evaluated separately for each population in a lattice experimental design planted in split block arrangement.

The data from the half-sib progenies were used for the estimates of the genetic parameters.

Although the means of the S_1 progenies were always lower than those of the half-sib progenies, the analysis through the F test did not allow, at the 5% level of probability, to detect the effects of inbreeding depression in the means of the characteristics evaluated, except for the oil percentage in the population 02.

The estimates of the genetic variances among S_1 progenies were higher than the estimates of the variances among the half-sib progenies, except for the ear weight in population 01 and ear height in population 02.

The coefficient of heritability and genetic variation estimated were lower in some way than those described in the literature when oil percentage is considered in both populations. For ear weight the population 01 showed a high value for the estimates of heritability ($h^2 = 76.76\%$), on the other hand, the population 02 presented a low value ($h^2 = 15.76\%$).

The half-sib and S_1 progenies means for the oil percentage were respectively, 5.31 and 5.19 for population 01, and 6.21% and 5.63% for the population 02. For ear weight in population 01, the means were 4.68 and 2.91, respectively, for the half-sib and S_1 progenies, and for the population 02,

equal to 4.05 and 2.77 kg/5m².

The coefficient of additive genetic correlation between ear weight and oil percentagen were -0.37 and 0.12, for the population 01 and 02 respectively.

It was also concluded that, the selection carried out in population 02 in order to increase the embryo size, was effective to improve the average for oil percentage and also to break the negative genetic correlation between ear weight and oil content, however as a consequence of this type of selection a genetic variability reduction was observed for such characteristics.

1. INTRODUÇÃO

O milho desde sua domesticação, atribuída aos in dios americanos, é utilizado como fonte energética na alimen ta ç ã o de vários povos. Em países mais desenvolvidos, é crescente a utilização do milho em indústrias, na forma de matéria prima para a constituição de diversos produtos entre os quais o óleo.

O óleo do milho apresenta grande valor econômico dado a suas boas qualidades organolépticas e a alta concentração de ácidos graxos insaturados. O teor médio de óleo nos grãos de milho de variedades e híbridos utilizados comercialmente está em torno de 4,5% sendo que cerca de 85,0% deste teor encontra-se no embrião.

A possibilidade de se elevar o teor de óleo nos grãos do milho através de métodos de melhoramento tem sido demonstrado desde fins do século passado em trabalho iniciado por C.G. Hopkins e continuado durante mais de setenta gerações, aumentando o teor de óleo da variedade "Burr White" de 4,7% pa ra 16,6% (DUDLEY et alii, 1974). Apesar do aumento do teor de

óleo, mas devido a ausência de seleção para produtividade de grãos, as populações derivadas da variedade "Burr White" apresentam baixa produtividade de grãos.

De maneira geral os trabalhos relatados na literatura indicam a existência de correlação genética negativa entre teor de óleo e produtividade de grãos (ELROUBY e PENNY, 1967; TOSELLO e GERALDI, 1980, entre outros), porém em algumas variedades foi observada ausência de correlação ou mesmo correlação positiva entre essas características (MILLER e BRIMHALL, 1951; BIANCO, 1984).

Embora a literatura a respeito da herança da porcentagem de óleo no milho seja bastante farta HALLAUER e SEARS (1973) relatam que pouco esforço foi dirigido no sentido de se avaliar os efeitos da endogamia para essa característica.

Considerando-se os aspectos anteriormente citados, o presente trabalho objetiva avaliar os efeitos da seleção para maior tamanho do embrião visando o aumento da porcentagem de óleo e das interrelações com a produtividade dos grãos, em duas populações de milho, através da estimativa de parâmetros genéticos e do estudo de uma geração de autofecundação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão visa abordar aspectos ligados à seleção para teor de óleo nos grãos de milho, bem como os efeitos da endogamia nessa característica.

2.1. Aspectos ligados à seleção para teor de óleo no milho

O primeiro trabalho relatado na literatura visando a alteração do teor de óleo nos grãos de milho foi iniciado em 1896 por C.G. Hopkins em Illinois-USA, conforme relata DUDLEY et alii (1974). Segundo os autores citados o processo de seleção utilizado foi o método espiga por fileira com o objetivo de se efetuar uma seleção divergente para teor de óleo nos grãos, ou seja, a variedade de milho "Burr White" foi selecionada separadamente para alto e baixo teor de óleo nos grãos.

Cabe ressaltar que o processo de seleção iniciado por C.G. Hopkins tem continuado e que os resultados de mais de setenta gerações são relatados na literatura, bem como, são relatados estudos paralelos envolvendo materiais oriundos des-

se programa de melhoramento. Atualmente as populações derivadas de tal programa são denominadas como ILLINOIS HIGH OIL e ILLINOIS LOW OIL.

DUDLEY et alii (1974) comentando os resultados obtidos com setenta gerações relatam que o material selecionado para alto teor de óleo apresentou um teor médio de 16,6% e que o material selecionado para baixo teor apresentou 1% de óleo nos grãos, convém ressaltar que o material original apresentava a média de teor de óleo em torno de 4,7%.

Com a finalidade de testar a variabilidade existente nos materiais ILLINOIS LOW OIL e ILLINOIS HIGH OIL, LENG (1962) iniciou um processo de seleção reversa, ou seja, seleção para baixo teor no material com 48 gerações para alto teor, e seleção para alto teor no material com 48 gerações para baixo teor, conseguindo em ambos os casos progressos rápidos e significativos. Concluiu então que apesar de 48 ciclos de seleção persistia um considerável grau de variância genética.

SPRAGUE e BRIMHALL (1950), comparando os progressos obtidos para teor de óleo sob dois processos de seleção, ou seja, seleção entre e dentro de progênies autofecundadas e seleção recorrente, relatam os valores da herdabilidade realizado com 0,25% e 0,66% respectivamente, concluindo então que a seleção recorrente foi mais eficiente para o aumento do teor de óleo que a seleção em progênies autofecundadas.

ELROUBY e PENNY (1967) com o objetivo de obterem estimativas de parâmetros genéticos em uma variedade sintética, derivada do cruzamento entre ILLINOIS HIGH OIL e um composto

sintético desenvolvido para resistência à moléstias, obtiveram estimativas do coeficiente de correlação genética aditiva significativo entre porcentagem de óleo nos grãos e produção de óleo e não significativo entre porcentagem de óleo e produção de grãos. O valor da estimativa da variância genética aditiva encontrada para porcentagem de óleo foi de 0,6680 e com base nas estimativas dos progressos genéticos esperado, os autores indicaram a seleção massal como o melhor método para aumento do teor de óleo quando comparado com seleção entre progênies de irmãos germanos e seleção entre progênies S_1 .

MORENO-GONZALEZ et alii (1975) estudando populações segregantes do cruzamento entre ILLINOIS HIGH OIL e ILLINOIS LOW OIL obtiveram os seguintes resultados: a estimativa da variância genética aditiva para porcentagem de óleo nos grãos foi cerca de oito vezes maior que a estimativa da variância de dominância na geração F_2 e cerca de quatro vezes maior na geração F_6 . Os resultados permitiram ainda aos autores sugerirem que muitos loci com ação gênica aditiva controlando a porcentagem de óleo estavam ligados, e os loci envolvidos com a variância de dominância estavam distribuídos por todo genoma em distância tais que foram herdados independentemente.

PONELEIT e BAUMANN (1970) estudando os cruzamentos dialélicos entre nove linhagens contrastantes para teor de óleo nos grãos, obtiveram valores para os quadrados médios para capacidade geral de combinação muito superiores aos valores para capacidade específica de combinação, concluindo que a porcentagem de óleo era predominantemente controlada por loci

com ação genética aditiva e sugerindo sistemas seletivos que utilizam a variância aditiva para o aumento do conteúdo de óleo nos grãos de milho.

RUSCHELL e BAUMANN (1973) não encontraram diferenças significativas entre os métodos de seleção entre progênes S_1 , progênes de irmãos germanos e progênes de meios irmãos para o aumento do teor de óleo nos grãos em uma população sintética de milho opaco-2.

MIRANDA et alii (1976) obtiveram estimativas de parâmetros genéticos para teor de óleo nos grãos, na variedade Centralmex. Relatam os autores a herdabilidade ao nível da média de progênes de meios irmãos de 85,8% e um ganho genético esperado de 6,3% por ano de seleção, relatam ainda um coeficiente de variação genética de 4,8%.

BATISTA (1981) estudando as mesmas populações utilizadas no presente trabalho, concluiu que estas apresentam elevado potencial para os programas que visem a elevação do conteúdo de óleo nos grãos de milho.

MILLER et alii (1981) selecionando dentro de progênes de meios irmãos por 7 ciclos, na variedade "Red Yellow Dent", conseguiram elevar o teor de óleo dos grãos de 4,0 para 9,1% com a herdabilidade realizada de 43%. Os autores apresentaram ainda os progressos esperados por seleção para vários esquemas quais sejam, seleção massal, seleção dentro de espigas e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, sendo que este último se apresentou levemente superior aos demais, porém foi o que mais reduziu o tamanho efetivo da população.

BIANCO (1984) estudando o potencial genético para teor de óleo nos grãos de duas populações braquíticas de milho, obteve estimativas elevadas para herdabilidade ou seja 64,99% para população Piranão VD-2 e 46,67% para a população Piranão VF-1, e obteve estimativa do ganho genético esperado, superior para seleção massal em relação à seleção entre e dentro de progênes de meios irmãos com sementes remanescentes.

A seleção para aumento da porcentagem de óleo na variedade ILLINOIS HIGH OIL teve como consequência uma diminuição no peso das sementes (DUDLEY et alii, 1974). Também reportaram os autores, uma correlação linear negativa entre porcentagem de óleo e peso de grãos em outras duas variedades sintéticas de milho com teor de óleo superior a 7%.

WOODWORTH et alii (1952) comentam que a variedade ILLINOIS HIGH OIL com cinquenta ciclos de seleção para alto teor de óleo apresentou produtividade de grãos cerca de 50% inferior aos híbridos comerciais. DUDLEY et alii (1977) relatam o coeficiente de correlação genético de -0,49 entre porcentagem de óleo e produtividade de grãos em cruzamentos de materiais originários das variedades ILLINOIS HIGH OIL e ILLINOIS LOW OIL. Os trabalhos da literatura têm mostrado em diversos germoplasmas que é possível um aumento do teor de óleo até níveis de 7 a 8% sem diminuição no peso das sementes ou na produtividade de grãos. MILLER e BRIMHALL (1951) encontraram uma correlação estatística significativa entre teor de óleo e produtividade dos grãos ($r^2 = 0,27$). ALEXANDER et alii (1970) e PATERNIANI (1972) sugeriram com base teórica que híbridos com

7 a 8% de óleo poderiam ser obtidos, sem decréscimo da produtividade de de grãos. MILLER et alii (1981) elevaram o conteúdo de óleo de 4 para 9,1% na variedade "Reid Yellow Dent" sem diminuir a produtividade de grãos da mesma. BIANCO (1984) estudando duas populações de milho braquiú tico encontrou coeficientes de correlação genética para a população Pira não VD-2 igual a 0,070 e para a população Piranão VF-1 igual a -0,224, para os caracteres acima referidos.

Serão considerados agora alguns fatores que afetam a eficiência da seleção para teor de óleo nos grãos.

Os efeitos ambientais foram estudados por HOPKINS (1899) e JELLUM e MARION (1966) que determinaram efeitos de genótipos sempre superiores aos efeitos dos anos, época de plantio e locais, para a característica teor de óleo nos grãos.

LAMBERT et alii (1967) determinaram que as sementes da região "central" da espiga apresentam maior porcentagem de óleo nos grãos quando comparados com sementes da região "basal", e com sementes do ápice da espiga.

MILLER e BRIMHALL (1951) determinaram o efeito maternal preponderante sobre a porcentagem de óleo nos grãos do milho. Entretanto determinaram que a fonte polinizadora exerce também influência sob teor de óleo nos grãos embora seja pequena em relação aos efeitos maternos. CURTIS et alii (1956) determinaram efeitos pronunciados da fonte polinizadora sobre teor de óleo da semente, sugerindo o uso do controle da polinização nos estudos sobre a porcentagem de óleo nos grãos.

GARWOOD et alii (1970) e RUSKOVA (1974) relata-

ram efeitos citoplasmáticos sobre a porcentagem de óleo nos grãos, contudo, os efeitos citoplasmáticos observados foram pequenos, quando comparados com os efeitos fisiológicos maternas.

2.2. Efeitos da Endogamia

A prática da autofecundação é largamente utilizada em processos de melhoramento do milho, quer seja na obtenção de linhagens para produção de híbridos, como na avaliação de progênies S_1 ou S_2 no melhoramento de populações. HALLAUER e SEARS (1973) comentam que embora os efeitos da endogamia sejam conhecidos desde o início do século, poucas avaliações foram feitas no sentido de quantificar as alterações em caracteres quantitativos associados com a endogamia.

FALCONER (1964) relata como principais efeitos da endogamia em populações alógamas como o milho, a diminuição dos valores fenotípicos médios mostrados pelos caracteres relacionados com a eficiência fisiológica dos indivíduos e a redistribuição das variâncias genéticas nas progênies, ou seja, o componente que surge entre progênies aumenta enquanto que o componente dentro das progênies diminui com o aumento da endogamia.

HALLAUER e SEARS (1973) estudando os efeitos da endogamia na variedade sintética de milho Iowa "Stiff Stalk Synthetic", relatam que linhas S_1 produziram 68,7% em relação a população original e tiveram altura da planta e da espiga respectivamente 87,2% e 83,2% em relação a média de plantas S_0 .

CORNELIUS e DUDLEY (1974) usando como material básico um composto formado por 56 variedades de polinização aberta encontraram efeitos significativos da depressão por endogamia no caráter teor de óleo nos grãos. BATISTA (1981) estudando sementes oriundas de autofecundação e sementes de polinização aberta da mesma planta determinou para teor de óleo nos grãos, um efeito de depressão por endogamia de 4% para a população 01 e 8% para a população 02, as mesmas usadas no presente trabalho.

MOTA (1974) estudando o comportamento de progênies S_1 e de meios irmãos na variedade "CENTRALMEX" de milho, obteve valores para a relação entre médias de progênies S_1 e de meios irmãos como sendo 65,73% para peso de espigas despalhadas, 89,34% para altura da planta e 87,76% para altura da espiga. Obteve ainda os valores para a relação das variâncias entre progênies S_1 em relação as variâncias entre progênies de meios irmãos iguais a 2,95, 5,98 e 1,60 respectivamente, para as características peso de espigas despalhadas, altura da planta e altura da espiga.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

A população ESALQ VF-1 de milho, originalmente denominada "Composto Flint", e sintetizada a partir de populações de grãos duros, de cor branca e de cor laranja, representativas das raças de Cuba, Colômbia e América Central, além de amostras de milho Cateto (PATERNIANI, 1968 e PATERNIANI et alii, 1977) serviu como base para obtenção das duas populações utilizadas no presente trabalho, cujo processo de obtenção é resumido à seguir:

3.1.1. População 01 ou ESALQ VF-1 Original

A população 01 foi obtida através de três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, os parâmetros para seleção foram: produtividade, menor altura da planta, menor altura da espiga e porcentagem de acamamento.

3.1.2. População 02 ou ESALQ VF-1 Embrião Grande

A população 02 foi obtida através de 5 ciclos de seleção entre progênies de meios irmãos para produtividade, menor altura da planta, menor altura da espiga e porcentagem de acamamento e dentro de progênies, seleção visual para maior tamanho do embrião.

3.2. Execução experimental e características avaliadas

No ano agrícola de 78/79 foram instalados lotes isolados das populações 01 e 02, de onde foram obtidas espigas de polinização aberta e espigas autofecundadas, da mesma planta, constituindo assim progênies de meios irmãos e progênies S_1 . Da população 01, obtiveram-se 144 pares de progênies e da população 02, 121 pares de progênies.

As progênies foram avaliadas em Piracicaba, São Paulo, no ano agrícola de 79/80, utilizando-se o delineamento experimental em lâtigo, plantados em faixa para evitar os possíveis efeitos de competição entre progênies de meios irmãos e S_1 , com duas repetições e com 25 plantas por subparcela de $5,0\text{ m}^2$.

Após o completo desenvolvimento das plantas, foram feitas observações de interesse agrônômico tais como:

- a) Altura média das plantas: foram tomados dados da altura de 5 plantas ao acaso por sub-parcela, em centímetros, desde a superfície do solo até a inserção da última folha no caule.
- b) Altura média das espigas: foram tomados dados da altura da espiga, em centímetros, nas mesmas plantas em que foi medida a altura das plantas.

Na colheita foram anotados o peso das espigas despalhadas, o número de plantas por subparcela (stand) e o teor de umidade dos grãos correspondentes à cada subparcela experimental. As produções observadas no campo, correspondentes a cada subparcela, foram corrigidas utilizando-se a seguinte fórmula:

$$PC_{15,5\%} = \frac{PC \cdot (1-U)}{(1 - 0,155)}$$

onde:

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

PC = peso de campo observado

U = umidade observada em cada subparcela

O "stand" ideal estabelecido corresponde a 25 plantas por subparcela, e as subparcelas que não apresentavam este número foram corrigidas de acordo com a fórmula de ZUBER (1942):

$$P.C.C. = PC_{15,5\%} \times \frac{H - 0,3F}{H - F}$$

sendo:

P.C.C. = peso de campo corrigido para 15,5% de umidade e para "stand" ideal

H = "stand" ideal 25 plantas por subparcela

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

F = número de falhas

Posteriormente em laboratório, foram realizadas as análises da porcentagem de óleo nos grãos usando o seguinte procedimento:

Da parte central da espiga foram tomadas ao aca-

so quinze grãos em uma amostra de 5 espigas por subparcela, nos quais após moagem procedeu-se a determinação da porcentagem de óleo segundo Tosello, descrito por BATISTA (1980).

$$P_0 = \{(P_3 - P_4) / (P_2 - P_1)\} 100$$

onde:

P_0 = porcentagem de óleo na amostra analisada

P_1 = peso do cartucho de papel de filtro seco por 3 minutos a temperatura de 70°C

P_2 = peso do cartucho de papel de filtro + amostra do material moído, e seco até peso constante (6 horas a 70°C)

P_3 = peso do cartucho + amostra + grampo seco novamente por 60 minutos

P_4 = peso da amostra (cartucho + amostra + grampo) seco por 6 horas a 70°C após a extração do óleo, durante 14 horas, por n-hexano utilizando-se extrator tipo Soxhlet.

3.3. Análise estatística e estimativas de parâmetros genéticos

Com a finalidade de se avaliar os efeitos da endogamia e a interação entre tipos de progênes e genótipos, procedeu-se a análise da variância para as diferentes características, segundo o esquema experimental em faixas conforme o modelo adaptado de STEEL e TORRIE (1960):

$$y_{ijk} = m + b_j + t_i + (tb)_{ij} + t'_k + (t'b)_{jk} + (tt')_{ik} + e_{ijk}$$

onde:

y_{ijk} = observação realizada na subparcela k, do genótipo i no bloco j

m = média geral do experimento

b_j = efeito de blocos

t_i = efeito do tratamento i (genótipo) alocado nas subparcelas

$(tb)_{ij}$ = erro experimental ao nível de subparcelas

t'_k = efeito do tratamento k (tipos de progênies) alocadas nas subparcelas

$(t'b)_{jk}$ = erro experimental ao nível de faixas

$(tt')_{ik}$ = efeito da interação entre genótipos e tipos de progênies

e_{ijk} = erro experimental ao nível de subparcelas

Considerando-se o modelo misto, isto é, os efeitos dos genótipos como aleatórios e os efeitos dos tipos de progênies como fixos, foram obtidas as esperanças dos quadrados médios segundo metodologia descrita por BENETT e FRANKLIN (1954) e mostrados na Tabela 1.

Para o teste F de $\xi_i t_i^2$ houve a necessidade de se compor os quadrados médios de tal forma que os graus de liberdade inerentes foram obtidos pelo processo apresentado por SATTERTHWAIT (1946).

Posteriormente, foram realizadas análises complementares visando estimar os parâmetros genéticos e fenotípi

Tabela 1. Esperança matemática dos quadrados médios E(QM) para avaliação de dois tipos de progênies segundo esquema em faixas (adaptado de STEEL e TORRIE, 1960).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	E(QM)	F
Blocos	r-1	-		
Genótipos (G)	p-1	Q ₁	$\sigma_c^2 + t \sigma_a^2 + tr \sigma_g^2$	Q ₁ /Q ₂
Erro (a)	(r-1)(p-1)	Q ₂	$\sigma_c^2 + t \sigma_a^2$	
Tipos de progênies (T)	t-1	Q ₃	$\sigma_c^2 + p \sigma_b^2 + tr \sigma_{gt}^2 + tpr \xi_1 t_1^2$	$\frac{Q_3 + Q_6}{Q_4 + Q_5}$
Erro (b)	(t-1)(r-1)	Q ₄	$\sigma_c^2 + p \sigma_b^2$	
G x T	(p-1)(t-1)	Q ₅	$\sigma_c^2 + tr \sigma_{gt}^2$	Q ₅ /Q ₆
Erro (c)	(r-1)(p-1)	Q ₆	σ_c^2	

onde:

- σ_c^2 = variância do erro experimental ao nível de subparcelas
- σ_a^2 = variância do erro experimental ao nível de parcelas
- σ_g^2 = variância genética entre genótipos
- σ_b^2 = variância do erro ao nível de faixas
- $\xi_1 t_1^2$ = variância entre tipos de progênies (efeito fixo)
- σ_{gt}^2 = variância devido a interação genótipo por tipo de progênie

cos separadamente para cada tipo de progênie. As análises foram realizadas em látice quando a eficiência do mesmo foi superior a 110% e segundo delineamento em blocos ao acaso quando a eficiência do látice foi inferior a 110% (VENCOVSKY, 1969). Os quadrados médios dentro de progênies foram obtidos independentemente, através das médias ponderadas pelos graus de liberdade, das estimativas das variâncias individuais dentro de parcelas. Para as características porcentagem de óleo nos grãos, os quadrados médios dentro de progênies foram obtidos em uma amostra de cinco plantas em 10% das progênies avaliadas e para as características altura da planta e altura da espiga, os quadrados médios dentro de progênies foram obtidos amostrando-se 5 plantas em todas as parcelas avaliadas.

O modelo matemático de acordo com a metodologia apresentada por VENCOVSKY (1978), foi o seguinte:

$$X_{ijk} = m + p_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

onde:

X_{ijk} = é a observação realizada na planta k da progênie i, no bloco j

m = média geral

p_i = efeito da progênie i ($i = 1, 2 \dots p$)

b_j = efeito do bloco j ($j = 1, 2 \dots r$)

e_{ij} = efeito da parcela ij

d_{ijk} = efeito relativo a planta k da parcela ij

($k = 1, 2 \dots m$)

Considerando-se o modelo aleatório, ou seja, todos os efeitos com exceção da média geral, como sendo aleató-

rios, são apresentadas as esperanças matemáticas em látices ou blocos ao acaso para as características avaliadas ao nível de totais de parcela (peso de espigas despalhadas) e para as demais características avaliadas ao nível de médias de parcelas (Tabela 2).

Para a característica peso de espigas despalhadas, as estimativas da variância genética entre progênies, ao nível de indivíduos, foram obtidas como segue (Tabela 2).

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{n^2 r}$$

Para as demais características as estimativas das variâncias ao nível individual foram obtidas da seguinte maneira (Tabela 2).

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_3$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - Q_3/n$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$$

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade foram obtidas conforme processo relatado por VENCOSKY, (1978) utilizando-se os dados das progênies de meios irmãos:

a) Ao nível de médias de progênies:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

b) Ao nível de plantas individuais:

$$\hat{h}_i^2 = \frac{4 \cdot \sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2}$$

Tabela 2. Esperança matemática dos quadrados médios E(QM), obtidas nas análises de variância, segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso para a característica peso de espigas avaliadas ao nível de total de parcelas e para as demais características avaliadas ao nível de médias de parcelas.

F.V.	G.L.	Ao nível de totais		Ao nível de médias	
		QM	E (QM)	QM	E (QM)
Blocos		-		-	
Progenies	g_1	Q'_1	$\sigma_e^{2'} + r \sigma_p^{2'}$	Q_1	$\sigma_d^2/n + \sigma_e^2 + r \sigma_p^2$
Erro	g_2	Q'_2	$\sigma_e^{2'}$	Q_2	$\sigma_d^2/n + \sigma_e^2$
Dentro	g_3	-	-	Q_3	σ_d^2

g_1, g_2, g_3 = graus de liberdade associados às fontes de variação

Q'_1 e Q'_2 = quadrado médio entre progênies ao nível de totais e de médias de parcela, respectivamente
 Q'_2 e Q_2 = quadrado médio do erro entre parcelas, ao nível de totais e de médias de parcelas, respectivamente

Q_3 = quadrado médio dentro de progênies ao nível de plantas

$\sigma_e^{2'}$ e σ_e^2 = variância do erro ambiental entre parcelas ao nível de totais e de médias, respectivamente

σ_d^2 = variância fenotípica entre plantas dentro de progênies

r = número de repetições

n = número de plantas por parcela

c) Ao nível individual dentro de parcelas:

$$\hat{h}_d^2 = \frac{3 \cdot \sigma_p^2}{\sigma_d^2}$$

As estimativas dos progressos genéticos esperados foram obtidas a partir do processo relatado por VENCovsky (1978). Para tal, foram consideradas as seguintes alternativas para seleção: seleção massal em apenas um sexo, seleção entre e seleção dentro de famílias de meios irmãos sem o uso de sementes remanescentes. Desta maneira, os progressos esperados por seleção foram calculados de acordo com as seguintes expressões:

$$\hat{G}_{s1} = i_1 \cdot \frac{1}{2} \frac{\sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2}}$$

$$\hat{G}_{s2} = i_2 \cdot \frac{1}{8} \frac{\sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_p^2 + \frac{\sigma_e^2}{r} + \frac{\sigma_d^2}{nr}}}$$

$$\hat{G}_{s3} = i_3 \cdot \frac{3}{8} \frac{\sigma_A^2}{\sigma_d}$$

onde:

$\hat{G}_{s1}$ = estimativa do progresso esperado com seleção massal em um sexo

$\hat{G}_{s2}$ = estimativa do progresso esperado com seleção entre progênies de meios irmãos, em apenas um sexo

$\hat{G}_{s3}$ = estimativa do progresso esperado com seleção dentro de progênies de meios irmãos

$i_1 = i_2 = 1,755$ diferencial de seleção estandarizado correspondendo a uma intensidade de 10% de seleção, obtido de VENCovsky (1978)

$i_3 = 1,67$ diferencial de seleção estandarizado correspondendo a 10% de seleção, obtido da Tabela XX de FISCHER e YATES (1971).

Para obtenção das estimativas das correlações entre porcentagem de óleo e peso de espigas despalhadas, foram realizadas as análises de covariância para pares de características, segundo modelo apresentado por KEMPTHORNE (1966) e VENCovsky (1978). Seguindo-se essa metodologia, procedeu-se a análise da variância da soma das características, e os produtos médios entre porcentagem de óleo nos grãos e peso de espigas despalhadas, foram obtidos da seguinte relação:

$$PM_{(x,y)} = \frac{1}{2} (QM_{x+y} - QM_x - QM_y)$$

Onde:

$PM_{(x,y)}$ = produto médio das características x e y

$QM_{(x+y)}$ = quadrado médio da soma das características x e y

QM_x = quadrado médio da característica x

QM_y = quadrado médio da característica y

A partir dos produtos médios e suas respectivas esperanças matemáticas (apresentadas na Tabela 3), estimaram-se os componentes de covariância entre as duas características, empregando-se um esquema de análise semelhante ao utilizado na estimativa de componentes de variância das caracterís-

Tabela 3. Esperança matemática dos produtos médios $E(P.M.)$, obtidos nas análises de co variância segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso, para as caracte rísticas peso de espiga e porcentagem de óleo nos grãos de milho ao nível de totais de parcelas.

F.V.	G.L.	P.M.	$E(P.M.)$
Blocos			
Progênes	g_1	P_1	$COV_e + r COV_p$
Erro	g_2	P_2	COV_e

g_1 e g_2 = graus de liberdade associados às fontes de variação

P_1 = produto médio entre progênes

P_2 = produto médio do erro entre parcelas

COV_p = covariância genética entre progênes

COV_e = covariância do erro entre parcelas

r = número de repetições

tivas avaliadas ao nível de totais de parcelas.

Os coeficientes de correlação genética aditiva e fenotípica para pares de caracteres x e y, foram obtidos conforme FALCONER (1964), através das expressões:

$$r_{Axy} = \frac{Cov_{Axy}}{\sigma_{Ax} \cdot \sigma_{Ay}}$$

$$r_{Fxy} = \frac{Cov_{Fxy}}{\sigma_{Fx} \cdot \sigma_{Fy}}$$

onde

r_{Axy} = correlação genética aditiva entre as características x e y

r_{Fxy} = correlação fenotípica entre as características x e y

Cov_{Axy} = covariância genética aditiva entre as características x e y, obtida da expressão $Cov_{Axy} = 4Cov_{pxy}$

Cov_{Fxy} = covariância fenotípica entre médias de progênie para as características x e y

Os demais parâmetros têm os mesmos significados anteriormente definidos.

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

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

onde:

t = estimativa de 't' para o contraste a ser testado com n - 2 graus de liberdade

$r - \rho$ = 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeitos da endogamia

4.1.1. Efeito nas médias das características avaliadas nas duas populações

Os quadrados médios obtidos da análise de variância das características: produção de espigas, porcentagem de óleo nos grãos, altura da planta e altura da espiga, as respectivas significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade e os coeficientes de variação experimental, encontram-se na Tabela 4 para população 01 e Tabela 5 para população 02.

Entre genótipos, o teste F não detectou significância apenas para a característica porcentagem de óleo nos grãos nas duas populações.

No presente estudo, o teste F para os quadrados médios dos tipos de progênes, testa diretamente os efeitos da endogamia na média das características avaliadas pois temos a-

Tabela 4. Quadros médios das características avaliadas em faixas da população 01 de milho Piracicaba 1979/1980.

Fontes de Variação	G.L.	Quadros Médios			
		Peso de espiga (kg/5m ²)	Porcentagem de óleo (%)	Altura da planta (cm)	Altura da espiga (cm)
Blocos	1	-	-	-	-
Genótipos (G)	143	0,8132*	1,4236	689,6713*	432,2348*
Erro (a)	143	0,4220	1,2440	331,1911	191,2249
Tipos de progênies (T)	1	447,9220	2,1768	182 329,0000	60 988,4184
Erro (b)	1	15,5642	115,9912	20 269,3781	3 864,5331
G x T	143	0,6810*	1,2135	356,8042	159,2820
Erro (c)	143	0,4536	1,1288	287,0909	180,4910

* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

CV _a (%)	11,12	21,23	8,27	10,97
CV _b (%)	103,95	205,06	92,12	49,30
CV _c (%)	17,75	20,23	7,70	10,00

Tabela 5. Quadros médios das características avaliadas em faixas da população 02 de milho Piracicaba 1979/1980.

Fontes de Variação	G.L.	Quadros Médios			
		Peso de espigas (kg/5m ²)	Porcentagem de óleo (%)	Altura da planta (cm)	Altura da espiga (cm)
Blocos	1	-	-	-	-
Genótipos (G)	120	0,8866*	1,0149	565,0962*	505,3242*
Erro (a)	120	0,5702	0,7615	324,7051	351,7187
Tipos de progênies (T)	1	192,7806	40,9193*	81 978,1012	29 178,8112
Erro (b)	1	12,9115	0,0979	554,6357	10 388,9695
G x T	120	1,1797*	1,0723	418,1054	251,6596
Erro (c)	120	0,5685	0,9365	337,8260	218,1751

* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

CV _a (%)	22,14	14,74	7,78	14,20
CV _b (%)	105,38	5,28	32,15	77,21
CV _c (%)	22,11	16,35	7,93	12,02

penas dois tipos de progênies, ou seja, progênies de meios irmãos e progênies S_1 . Para essa fonte de variação foi encontrada significância apenas para o quadrado médio da característica porcentagem de óleo nos grãos na população 02. Contudo, como pode ser observado na Tabela 6, onde são apresentadas as médias das progênies de meios irmãos e S_1 e a relação percentual entre tais médias, ou seja, $(\bar{M}_1/\bar{M}_{MI}) \cdot 100$, as médias das progênies de meios irmãos foram sempre superiores as médias das progênies S_1 , sendo esse efeito mais pronunciado na característica peso de espigas despalhadas e menos pronunciado na porcentagem de óleo nos grãos. Cabendo ressaltar, que para as características peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, a seleção efetuada durante o processo de obtenção (materiais e métodos) apresentou uma maior eficiência na população 01, onde as médias das progênies de meios irmãos e S_1 foram respectivamente superiores às médias das progênies de meios irmãos e S_1 da população 02. Por outro lado, para a característica porcentagem de óleo nos grãos, as médias das progênies de meios irmãos e S_1 da população 02, foram respectivamente mais favoráveis que as médias das progênies de meios irmãos e S_1 da população 01.

A mesma tendência das populações apresentarem, sob efeito da seleção recorrente, uma maior média de progênies S_1 em relação à média das progênies S_1 de populações não selecionadas, foi verificada por BURTON et alii (1971) e HARRIS et alii (1972).

Outra observação de interesse obtida da Tabela 6, é que comparando as duas populações nota-se que aquela que

Tabela 6. Médias das progênes de meios irmãos e S_1 para as características avaliadas e relação percentual entre as médias $(\bar{M}_{S_1}/\bar{M}_{MI}) \times 100$. Piracicaba 1979/1980.

Característica	Unidade	População 01				População 02		
		$\bar{M}_{MI}$	$\bar{M}_{S_1}$	$(\bar{M}_{S_1}/\bar{M}_{MI}) \times 100$	$\bar{M}_{MI}$	$\bar{M}_{S_1}$	$(\bar{M}_{S_1}/\bar{M}_{MI}) \times 100$	
Peso de espigas	kg/5m ²	4,68	2,91	62,18	4,05	2,77	68,40	
% de óleo	%	5,31	5,19	97,74	6,21	5,63	90,66	
Altura da planta	cm	238,60	201,42	84,42	244,55	218,52	89,36	
Altura da espiga	cm	136,31	115,90	85,03	140,64	123,39	87,73	

apresenta uma melhor média para dada característica, tem a tendência de apresentar uma maior depressão por endogamia indicada pela menor relação entre as médias das progênes S_1 e de meios irmãos, este fato, segundo interpretação do modelo apresentado por SOUZA Jr. (1985) pode indicar que as populações 01 e 02 apresentam, para as características estudadas, frequência gênica média para os alelos favoráveis, associadas com ação gênica de dominância, inferior a 0,5.

Embora o esquema experimental em faixas utilizado no presente trabalho, não tenha permitido a detecção do efeito da endogamia na média das características estudadas, devido a baixa sensibilidade apresentada pelo teste F com apenas um grau de liberdade, tanto para tipos de progênes como para o resíduo associado a essa fonte de variação, os resultados obtidos para a relação entre as médias das progênes S_1 e de meios irmãos foram de magnitude semelhante aos obtidos por HALLAUER e SEARS (1973), CORNELIUS e DUDLEY (1974) e MOTA (1974) entre outros, para as características peso de espigas despalhadas, altura da planta e altura da espiga nas duas populações estudadas.

Para a característica porcentagem de óleo nos grãos o valor obtido para a relação entre as médias das progênes S_1 e de meios irmãos para população 01, foi de magnitude semelhante ao encontrado por CORNELIUS e DUDLEY (1974), sendo que o valor encontrado para a população 02 foi inferior indicando assim, uma maior depressão por endogamia na população 02 que foi selecionada para maior tamanho do embrião. A mesma tendên-

cia para maior depressão por endogamia na população 02 em relação a população 01, foi observado por BATISTA (1981), embora ele tivesse estudado os efeitos da endogamia diretamente em sementes obtidas por autofecundação e por polinização livre.

A interação entre tipos de progênies e genótipos foi significativa apenas para a característica peso de espiga despalhada, nas duas populações, indicando assim, que o comportamento dos genótipos depende do tipo de progênies utilizado na avaliação dos genótipos para essa característica.

Como a característica peso de espigas é de herança complexa envolvendo um grande número de pares de genes, com vários tipos de ação gênica, e tendo-se detectado efeitos significativos para a interação entre tipos de progênies, poderia ser indicada a avaliação dos genótipos com base nos dois tipos de progênies conjuntamente como proposto por LONNQUIST (1967). Assim teremos uma avaliação mais precisa dos efeitos aditivos através das progênies S_1 e uma avaliação mais precisa dos efeitos dos loci em heterozigose através de progênies de meios irmãos.

Os coeficientes de variação experimental, obtidos para as características avaliadas (Tabelas 4 e 5) variaram de 7,78% a 22,14%, ao nível de parcelas, sendo considerados de boa a média precisão, segundo interpretação de GOMES (1977).

Os coeficientes de variação experimental associados ao resíduo b variaram de 5,38% a 205,60% sendo considerados muito altos à exceção da característica porcentagem de óleo nos grãos da população 02 e os coeficientes de variação experimental associados ao resíduo c, variaram de 7,70% a 22,11% considerados também de boa a média precisão.

O esquema experimental em faixas foi utilizado no presente trabalho, com a finalidade de se evitar o possível efeito de competição entre progênies de meios irmãos e progênies S_1 . Em consequência de tal esquema, o resíduo b (entre faixas) apresentou apenas um grau de liberdade e elevados coeficientes de variação experimental.

Para se evitar tais inconvenientes, seria recomendado um dos seguintes critérios, avaliando-se as respectivas desvantagens: a) adoção do delineamento em parcelas subdivididas, tomando-se o cuidado de se isolar as subparcelas entre si com bordaduras de genótipos de mesmo vigor das progênies que estão sendo avaliadas, neste caso, ocorre um aumento no tamanho do experimento e também uma maior dificuldade nas operações de campo; b) a utilização de um maior número de repetições (que pode ser limitado por aspectos práticos de laboratório na obtenção dos dados da característica teor de óleo nos grãos, uma vez que se aumenta o número de parcelas a serem avaliadas).

4.1.2. Efeito nas variâncias

Os quadrados médios obtidos das análises de variância ao nível de totais de parcelas, separadamente para progênies de meios irmãos e progênies S_1 , segundo o delineamento

em lâctice para a população 01 e segundo o delineamento em blocos ao acaso para a população 02, encontram-se na Tabela 7.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados, respectivamente para populações 01 e 02, os quadrados médios obtidos segundo delineamento em blocos ao acaso para as características avaliadas ao nível de médias de parcelas.

Os coeficientes de variação experimental foram considerados de boa a média precisão segundo interpretação de GOMES (1977). Para as características peso de espigas despalhadas, altura da planta e altura da espiga, os coeficientes de variação experimental das progênies S_1 foram, nas duas populações estudadas, superiores aos das progênies de meios irmãos, indicando para essas características, uma maior interação com o ambiente das progênies S_1 em relação às progênies de meios irmãos.

Nas Tabelas 10 e 11, são apresentados, respectivamente, para as populações 01 e 02, as estimativas das variâncias genéticas, ambientais e fenotípicas, obtidas a partir dos quadrados médios para as diversas características estudadas.

Conforme discute FALCONER (1964), a variância genética entre progênies autofecundadas, deve ser maior que a variância entre progênies de meios irmãos, pois temos entre progênies de meios irmãos $\sigma_p^2 = 1/4$ de σ_A^2 e entre progênies S_1 temos $\sigma_p^2 = \sigma_A^2 + 1/4 \sigma_D^2$. E a variância genética entre plantas dentro de progênies obtidas por autofecundação deve ser maior que a variância genética entre plantas dentro de progênies de meios irmãos, pois temos dentro de progênies S_1 $\sigma_{dg}^2 = 1/2 \sigma_A^2 + 1/2 \sigma_D^2$ e

Tabela 7. Quadrados médios ao nível de totais de parcelas para peso de espigas despalhadas, separadamente para progênes de meios irmãos e S_1 nas populações 01 e 02 de milho. Piracicaba 1979/1980.

Fontes de Variação			G.L.		Quadrados Médios		
Popula- ção 01	Popula- ção 02	Popula- ção 01	Popula- ção 02		População 01	População 02	
					MI (kg/5m ²)	MI (kg/5m ²)	
Blocos	Blocos	1	1	-	-	-	
Progenies ajustadas	Progenies	143	120	0,8165*	0,7734*	0,7530	
Erro intrabloco	Erro	121	120	0,1897	0,3304	0,6343	
						0,5093	
* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.							
C.V. exp.		-	-	9,31	19,75	19,66	
						25,78	

Tabela 8. Quadrados médios das características avaliadas ao nível de médias de progenies de meios irmãos e S_1 de milho. População 01. Piracicaba, 1979/1980.

Fontes de Variação	G-L	Quadrado Médio					
		Teor de Óleo		Altura da Planta		Altura da Espiga	
		MI %	S_1 %	MI (cm)	S_1 (cm)	MI (cm)	S_1 (cm)
Blocos	1						
Progenies	143	1,6038	1,3415*	297,5664	526,5434*	207,3357	381,1154*
Erro	143	1,3568	0,7276	250,5175	307,9301	163,7762	202,5035
Dentro	a	0,8058	1,2093	536,3194	630,6926	392,4392	422,3349
C.V. exp.		21,93	16,43	6,63	8,71	9,39	12,28

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

^a Para teor de óleo G L dentro $\approx$ 94

^a Para altura da planta e altura da espiga G L dentro = 1152

Tabela 9. Quadrados médios das características avaliadas ao nível de médias de progênes de meios irmãos e S_1 de milho. População 02. Piracicaba, 1979/1980.

Fontes de Variação	G L	Quadrado Médio					
		Teor de Óleo		Altura da Planta		Altura da Espiga	
		MI %	S_1 %	MI (cm)	S_1 (cm)	MI (cm)	S_1 (cm)
Blocos	1						
Progênes	120	1,1616	0,8783 [*]	291,7150 [*]	595,4366 [*]	251,7831 [*]	327,9934
Erro	120	1,1219	0,5224	206,6079	411,0193	158,2079	263,4211
Dentro	a	0,6029	1,0446	683,1087	738,6757	459,8076	497,1392
C.V. exp.		17,05	12,83	5,87	9,27	8,94	13,15

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

^a Para teor de óleo G L dentro $\approx$ 88,0

^a Para altura da planta e altura da espiga G L dentro = 968

Tabela 10. Estimativas dos componentes da variância para diferentes características, ao nível individual, separadamente para progênies de meios irmãos e S_1 .
População 01. Piracicaba, 1979/1980.

Características		Estimativas dos componentes da variância							
		Unidade		σ_p^2		σ_e^2		σ_d^2	
		da-	de	MI	S_1	MI	S_1	MI	S_1
Peso de espiga (x 10^{-4})	kg			5,0144	3,5440	-	-	-	20,0580
Porcentagem de Óleo	%			0,1230	0,3070	1,1956	0,4857	0,8058	1,2093
Altura da Planta	cm			23,5245	109,3066	143,2536	181,7916	536,3194	630,6926
Altura da Espiga	cm			21,7798	89,3060	85,2884	118,0352	392,4392	422,3349
σ_p^2 = Estimativa da variância genética entre progênies de meios irmãos ou S_1									
σ_p^2 = Estimativa da variância ambiental entre parcelas									
σ_d^2 = Estimativa da variância fenotípica dentro de progênies									
σ_A^2 = Estimativa da variância genética aditiva = $4 \times \sigma_p^2$ MI									

Tabela 11. Estimativas dos componentes da variância para diferentes características, ao nível individual, separadamente para progênes de meios irmãos e S_1 .
População 02. Piracicaba, 1979/1980.

Características	Unidade	Estimativas dos componentes da variância							
		σ_p^2		σ_e^2		σ_d^2		σ_A^2	
		MI	S_1	MI	S_1	MI	S_1	MI	S_1
Peso de espiga (x 10^{-4})	kg	0,9496	6,1784	-	-	-	-	3,7984	-
Porcentagem de óleo	%	0,0198	0,1780	1,0014	0,3135	0,6029	1,0446	0,0792	-
Altura da Planta	cm	42,5535	92,2086	69,9862	263,2842	683,1087	738,6757	170,2140	-
Altura da Espiga	cm	46,7876	32,2862	66,2464	163,9933	459,8076	497,1392	187,1504	-
σ_p^2 = Estimativa da variância genética entre progênes de meios irmãos ou S_1									
σ_e^2 = Estimativa da variância ambiental entre parcelas									
σ_d^2 = Estimativa da variância fenotípica dentro de progênes									
σ_A^2 = Estimativa da variância genética aditiva = $4 \times \sigma_p^2$ MI									

dentro de progênies de meios irmãos $\sigma_{gd}^2 = 3/4 \sigma_A^2 + \sigma_D^2$. MOTA (1974) estudando o comportamento de progênies S_1 e de meios irmãos na variedade CENTRALMEX de milho, obteve para 10 características estudadas estimativas sempre superiores para a variância entre progênies S_1 do que entre progênies de meios irmãos, porém obteve estimativas superiores para as variâncias fenotípicas dentro de progênies S_1 do que dentro de progênies de meios irmãos.

No presente caso com exceção das características peso de espigas despalhadas na população 01 e altura da espiga na população 02, as estimativas das variâncias entre progênies S_1 foram superiores as estimativas das variâncias obtidas entre progênies de meios irmãos, cabendo ressaltar que as estimativas foram obtidas com a avaliação das progênies em apenas um local e um ano podendo, portanto, estarem superestimadas devido o componente de variação resultante da interação genótipo por ambiente, que não pode ser isolado e que pode ser responsável pelas exceções observadas. As estimativas das variâncias, dentro de progênies S_1 foram também como as obtidas por MOTA (1974) para todas as características estudadas, sempre superiores às estimativas obtidas para a variância dentro de progênies de meios irmãos. Considerando-se que a variância dentro de progênies é de natureza fenotípica, as maiores estimativas obtidas dentro de progênies S_1 em relação às obtidas dentro de progênies de meios irmãos se devem a uma maior sensibilidade as variações ambientais apresentadas

por genótipos endogâmicos em relação a genótipos não endogâmicos (FALCONER, 1964).

4. 2. Estimativas de parâmetros genéticos

O método de seleção intrapopulacional com base na avaliação entre e dentro de progênes de meios irmãos vem sendo largamente utilizado em programas de melhoramento de milho. Este método permite, entre outras coisas, a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos das populações em estudo.

Nas Tabelas 10 e 11 encontram-se as estimativas dos componentes da variância, ao nível individual, das características avaliadas nas progênes de meios irmãos, respectivamente para as populações 01 e 02. Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados, respectivamente para as populações 01 e 02, as médias das progênes de meios irmãos, os coeficientes de herdabilidade ao nível individual, individual dentro de parcelas e ao nível de médias de progênes. São apresentados também os progressos genéticos esperados por seleção massal, por seleção massal dentro de progênes e por seleção entre progênes, e apresentados ainda os coeficientes de variação genética e experimental e a relação entre eles, ou seja, $b = CV_g / CV_e$.

No presente caso, para as características peso de espigas, os valores obtidos para a estimativa da variância genética aditiva foram $\hat{\sigma}_A^2 = 20,058 \times 10^{-4}$ e $\hat{\sigma}_A^2 = 3,7984 \times 10^{-4}$ para as populações 01 e 02, respectivamente.

Tabela 12. Estimativas das médias, coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação genética e experimental, coeficiente b e progressos genéticos esperados, para características avaliadas nas progênes de meios irmãos para população 01. Piracicaba 1979/1980.

Características	Média	h^2_1	h^2_d	h^2_m	CV_g	CV_e	b	$G_{s1}\%$	$G_{s2}\%$	$G_{s3}\%$
Peso de espigas	4,68	-	-	76,76	11,96	9,81	1,22	-	9,20	-
Porcentagem de óleo	5,31	23,16	45,79	15,35	6,60	21,93	0,30	5,58	2,26	6,46
Altura da planta	238,60	13,38	13,15	15,81	2,03	6,63	0,31	1,30	0,71	1,07
Altura da espiga	136,31	17,44	16,65	21,01	3,41	9,39	0,36	2,51	1,38	2,02

- h^2_i - herdabilidade no sentido restrito, ao nível individual, em porcentagem
- h^2_d - herdabilidade no sentido restrito, ao nível individual dentro de parcelas, em porcentagem
- h^2_m - herdabilidade no sentido restrito, ao nível de médias, em porcentagem
- G_{s1} - progresso genético esperado com seleção massal em apenas um sexo, em porcentagem
- G_{s2} - progresso genético esperado com seleção entre progênes de meios irmãos, em porcentagem
- G_{s3} - progresso genético esperado com seleção massal dentro de famílias de meios irmãos
- CV_g - coeficiente de variação genético, em porcentagem
- CV_e - coeficiente de variação experimental, em porcentagem
- b - relações CV_g/CV_e

Tabela 13. Estimativas das médias, coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação genética e experimental, coeficiente b e progressos genéticos esperados, para características avaliadas nas progênies de meios irmãos para população 02. Piracicaba 1979/1980.

Características	Média	h^2_i	h^2_d	h^2_m	CV_g	CV_e	b	$G_{s1}\%$	$G_{s2}\%$	$G_{s3}\%$
Peso de espigas	4,05	-	-	15,76	6,01	19,66	0,31	-	2,09	-
Porcentagem de óleo	6,21	4,87	9,85	3,41	2,26	17,07	0,13	0,88	0,37	1,03
Altura da planta	244,55	21,39	18,68	29,17	2,66	5,88	0,45	2,16	1,26	1,67
Altura da espiga	140,64	32,67	30,52	37,16	4,86	8,94	0,52	4,88	2,60	3,89

- h^2_1 - herdabilidade no sentido restrito, ao nível individual, em porcentagem
 h^2_d - herdabilidade no sentido restrito, ao nível individual dentro de parcelas, em porcentagem
 h^2_m - herdabilidade no sentido restrito, ao nível de médias, em porcentagem
 G_{s1} - progresso genético esperado com seleção massal em apenas um sexo, em porcentagem
 G_{s2} - progresso genético esperado com seleção entre progênies de meios irmãos, em porcentagem
 G_{s3} - progresso genético esperado com seleção massal dentro de famílias de meios irmãos
 CV_g - coeficiente de variação genético, em porcentagem
 CV_e - coeficiente de variação experimental, em porcentagem
b - relações CV_g/CV_e

O valor da estimativa da variância genética aditiva obtida para a população 01 foi superior ao valor de tal estimativa, obtidas por diversos autores em outras populações de milho. RAMALHO (1977) apresenta uma tabela com as estimativas da variância genética aditiva obtida por vários autores, para trinta populações de milho, onde o maior valor encontrado foi de $7,53 \times 10^{-4}$. Para a população 02 o valor da estimativa da variância genética aditiva foi de magnitude semelhante ao obtido por outros autores em outras populações (PATERNIANI, 1967; ZINSLY, 1969; MIRANDA FILHO et alii, 1972; BIANCO, 1984) entre outros.

O coeficiente de variação genético foi de 11,96% para a população 01 e de 6,01% para a população 02. Esses valores podem ser considerados alto para população 01 e médio para população 02 quando comparados com o valor médio apresentado por RAMALHO (1977), para trinta populações de milho, estudadas por diversos autores que foi de 7,31%. Conforme sugere VENCovsky (1975), uma boa comparação da variabilidade genética entre populações deve ser feita comparando-se os coeficientes b ou seja, a relação CV_g / CV_e . No presente caso, os coeficientes b estimados para as populações 01 e 02, respectivamente, foram iguais a 1,21 e 0,31. Os valores mais baixo, médio, e mais alto, apresentados por RAMALHO (1977) para trinta populações de milho são respectivamente 0,22; 0,45 e 0,84.

Segundo interpretação de VENCovsky (1975), uma população de milho apresenta condição mais favorável para seleção quanto mais próximo de 1,0 ou mesmo maior que 1,0 for

seu coeficiente b , Neste caso a população 01 se apresenta altamente favorável a seleção para peso de espiga, o mesmo não ocorrendo para população 02. Os coeficientes de herdabilidade estimados 76,76% para a população 01 e 15,76% para população 02 e os ganhos genéticos esperados por seleção entre progênies de meios irmãos 9,20% e 2,09%, respectivamente para as populações 01 e 02 também indicam uma condição bastante favorável à seleção para a característica peso de espigas na população 01.

Para a característica porcentagem de óleo nos grãos os valores das estimativas da variância genética aditiva foram 0,4920 e 0,0792, respectivamente para as populações 01 e 02. Esses valores foram inferiores aos encontrados por ELROUBY e PENNY (1967) que trabalhando com população de milho com alto teor de óleo estimaram a variância genética aditiva igual a 0,668 e inferiores também aos valores obtidos por BIANCO (1984), que estimou a variância genética aditiva como 1,3519 e 0,6314 para as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, respectivamente.

As estimativas dos coeficientes de variação genética e do coeficiente b para porcentagem de óleo nos grãos foram, respectivamente: 6,60% e 0,30 para população 01 e para população 02 foram: 2,26% e 0,13, enquanto que BIANCO (1984) estimou os valores de 12,59% e 1,70 para a população Piranão VD-2 e os valores de 8,47% e 1,46 para a população Piranão VF-1.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para porcentagem de óleo nos grãos, ao nível individual, entre médias de progênies e individual dentro de progênies foram respectivamente 23,15%, 15,35% e 45,79% pa-

ra população 01 e foram 4,87%; 3,41% e 9,85% para população 02. Essas estimativas foram inferiores as obtidas por HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) que encontraram um valor médio igual a 76,7% para a estimativa da herdabilidade ao nível de médias de progênes de meios irmãos para várias populações. DUDLEY et alii (1971) e BIANCO (1984) também relatam elevados valores do coeficiente de herdabilidade para porcentagem de óleo nos grãos de milho.

As estimativas dos progressos genéticos esperados por seleção massal, seleção entre médias de progênes e seleção massal dentro de progênes, para porcentagem de óleo foram respectivamente, 5,58%, 2,26% e 6,46%, para a população 01 e 0,88%, 0,37% e 1,03%, para população 02.

Para a característica altura da planta, os valores da variância genética aditiva estimados foram respectivamente 94,0980 e 170,2140 para as populações 01 e 02. Esses valores foram inferiores aos estimados por ROBINSON et alii (1955) que encontraram valores de 235,00 para a população "Jarvis", 199,00 para população "Weekley" e 218,00 para população "Indian Chief" e foram inferiores as estimativas obtidas por LINDSEY et alii (1962) para as populações "Krug Yellow Dent" e "Hays Golden" e os valores relatados por MIRANDA FILHO (1974) nos compostos "Dentado e Flint" entre outros.

Os coeficientes de variação genética obtidos para a característica altura da planta nas populações 01 e 02 foram respectivamente 2,03% e 2,66%, e os coeficientes b estimados foram 0,31 para população 01 e 0,45 para população 02. Es-

ses valores foram inferiores aos obtidos por RISSI (1980), LORDELO (1982) e BIANCO (1984).

As estimativas dos valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, para altura da planta, ao nível individual, entre médias de progênies e ao nível individual dentro de progênies foram respectivamente 13,38%, 15,81% e 13,15% para população 01, e 21,39%, 29,17% e 18,68% para população 02. Esses valores foram inferiores aos obtidos por QUEIROZ (1969), MIRANDA FILHO et alii (1972), LIMA e PATERNIANI (1977) e SOUZA Jr. et alii (1980) entre outros.

As estimativas dos ganhos genéticos esperados por seleção massal, seleção entre médias de progênies e seleção massal dentro de progênies, foram respectivamente, 1,30%, 0,71% e 1,07% para a população 01, e 2,16%, 1,26% e 1,67% para população 02.

Para a característica altura da espiga as estimativas da variância genética aditiva foram respectivamente, 87,1192 e 187,1504 para as populações 01 e 02. Esses valores foram inferiores aos estimados por LINDSEY et alii (1962) que encontraram valores de 292,00 para população "Krug Yellow Dent" e 484,00 para população "Hays Golden", foram inferiores também aos valores estimados por QUEIROZ (1969) no "Composto Dentado", MIRANDA FILHO (1974) nos compostos "Flint e Dentado" entre outros.

Os coeficientes de variação genética obtidos para a característica altura da espiga nas populações 01 e 02 foram respectivamente 3,41 e 4,86. E os coeficientes b estimados foram 0,36 para população 01 e 0,52 para população 02.

As estimativas dos valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, ao nível individual, entre médias de progênes e individual dentro de progênes foram respectivamente 17,44%, 21,01% e 16,65% para população 01 e 32,67%, 37,16% e 30,52% para população 02. Esses valores foram inferiores aos estimados por QUEIROZ (1969) no composto "Dentado", MIRANDA FILHO et alii (1972) no composto "Dentado" e composto "Flint", LIMA e PATERNIANI (1977) entre outros.

As estimativas dos ganhos genéticos esperados por seleção massal, seleção entre médias de progênes e seleção massal dentro de progênes para altura da espiga, foram 2,51%, 1,38% e 2,02% para população 01 e 4,88%, 2,60% e 3,89% para população 02.

Os coeficientes de variação experimental foram, segundo interpretação de GOMES (1977), baixos para as características altura da planta e altura da espiga nas duas populações estudadas e para peso de espigas despalhadas na população 01; e considerados de média precisão para as características peso de espigas despalhadas na população 02 e porcentagem de óleo nos grãos nas duas populações estudadas.

Conforme argumentam WEBEL e LONNQUIST (1967) e PATERNIANI (1968) a seleção com base em progênes de meios irmãos explora, no primeiro ciclo, o máximo da variabilidade genética livre existente na população, fruto da segregação entre blocos poligênicos, restando nos ciclos seguintes a variabilidade genética latente presente dentro dos blocos gênicos e que vai sendo liberada gradativamente através da permuta genética.

Considerando que as duas populações estudadas no presente trabalho sofreram vários ciclos de seleção, conforme pode ser observado no item 3 material e métodos, para todas as características avaliadas, exceto o caso da população 01 que não sofreu seleção para aumento do tamanho do embrião, dever-se-ia esperar valores baixos para as estimativas dos parâmetros relacionados com a variância genética aditiva das populações. Tal fenômeno não ocorreu para a característica peso de espigas despalhadas na população 01. Cabe ressaltar que a avaliação das progênies foi efetuada em apenas um local e um ano, devendo assim estarem superestimadas devido a componente de variação resultante da interação genótipo por ambiente que não pode ser isolado e que segundo GARDNER (1963) pode atingir a mais de 50% da estimativa da variância genética aditiva.

Para a característica porcentagem de óleo nos grãos os valores das estimativas da variância genética aditiva, herdabilidade e coeficientes de variação genética descritos na literatura para diversas populações de milho, são geralmente muito superiores aos estimados no presente trabalho, ELROUBY e PENNY (1967), DUDLEY et alii (1971) e BIANCO (1984).

Estudando as mesmas populações avaliadas no presente trabalho, BATISTA (1981) concluiu que a seleção efetuada na população 02 para tamanho do embrião não foi eficiente no sentido de se elevar a porcentagem de óleo nos grãos, porém promoveu uma alteração na frequência gênica da população selecionada, que resultou em um aumento da variabilidade genética para porcentagem de óleo nos grãos em relação à população 01 não

selecionada.

No presente caso, os resultados contrariam os obtidos por BATISTA (1981), pois a população 02 selecionada para embrião grande teve uma média superior e variabilidade genética inferior à população 01 para porcentagem de óleo nos grãos. Cabendo ressaltar que no presente trabalho não houve a possibilidade de se controlar a polinização, de tal maneira que as estimativas obtidas podem estar influenciadas pela fonte polinizadora, uma vez que esses efeitos foram determinados por vários autores em diversos germoplasmas de milho, MILLER e BRIMHALL (1951); CURTIS et alii (1956); JELLUM e MARION (1966), entre outros e por BATISTA (1981) nas duas populações utilizadas no presente trabalho.

Os valores das estimativas dos ganhos genéticos esperados indicam a seleção dentro de progênies, como o esquema seletivo mais adequado dentre os três esquemas propostos para o aumento da porcentagem de óleo nos grãos enquanto que os trabalhos de ELROUBY e PENNY (1967) e BIANCO (1984) indicam a seleção massal como o método mais eficiente, cabe ressaltar que nos trabalhos dos autores citados as populações apresentaram altos coeficientes de herdabilidade.

Considerando-se que para porcentagem de óleo, as populações estudadas, principalmente a população 02, apresentaram baixos valores da variância genética aditiva e que as variâncias entre progênies S_1 foram superiores as variâncias entre progênies de meios irmãos (Tabelas 10 e 11), seria recomendado a utilização do método de seleção entre e dentro de progê

nies S_1 para o melhoramento dessa característica.

Para as características altura da planta e altura da espiga, as estimativas da variância genética aditiva, coeficientes de variação genética e de herdabilidade, apesar de estarem superestimados, tiveram seus valores inferiores aos encontrados para outras populações, provavelmente por efeito da seleção que as duas populações utilizadas no presente trabalho sofreram para essas características durante o processo de obtenção das mesmas, marcadamente a população 01 onde a seleção efetuada foi entre e dentro de progênes de meios irmãos enquanto que, na população 02 a seleção foi apenas entre progênes de meios irmãos.

4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas

As estimativas dos coeficientes de correlações genéticas e fenotípicas entre as características peso de espigas despalhadas e porcentagem de óleo nos grãos são apresentadas na Tabela 14.

No presente trabalho, as estimativas do coeficiente de correlação genética aditiva e fenotípica entre as características peso de espigas e porcentagem de óleo foram respectivamente -0,370 e -0,033 para população 01 e para população 02 foram 0,120 e 0,299. Estimativas de coeficientes de correlação negativas entre peso de espigas e porcentagem de óleo também foram obtidos por ELROUBY e PENNY (1967), TOSELLO e GERALDI (1980) e BIANCO (1984). Com relação a população 02 o valor positivo apresentado para a correlação entre as caracterís

ticas em questão, pode ser devido ao efeito da seleção que a referida população sofreu onde foram escolhidos os genótipos mais produtivos e com maior tamanho do embrião, característica está correlacionada com a porcentagem de óleo nos grãos.

Cabendo ressaltar que como o coeficiente de correlação genética aditiva entre duas características é também função das variâncias genéticas das características, ele está sujeito às mesmas restrições aplicadas às variâncias, ou seja, ele sofre influência do componente da variância resultante da interação entre genótipos por ambiente e no caso de porcentagem de óleo, o coeficiente de correlação pode estar influenciado pela fonte polinizadora.

Tabela 14. Coeficientes de correlação genética aditiva (r_A) e fenotípica (r_F) entre teor de óleo nos grãos e peso de espigas despalhadas ao nível de média de parcelas.

População	Coeficiente de Correlação	
	r_A	r_F
01	- 0,370	- 0,033 ^{ns}
02	0,120	0,299 ^{ns}

5. CONCLUSÕES

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

O esquema experimental em faixa utilizado, permitiu a comprovação dos efeitos depressivos da endogamia na média das características estudadas, apenas para porcentagem de óleo na população 02.

A população 01 apresentou variabilidade genética, para porcentagem de óleo nos grãos, inferior a de outras populações descritas na literatura, porém de magnitude suficiente para permitir progressos nessa característica através de métodos que explorem com eficiência a variância genética aditiva.

A seleção efetuada, durante o processo de obtenção, para maior tamanho do embrião na população 02, apresentou as seguintes consequências:

a) Foi eficiente no sentido de aumentar a porcentagem média de óleo nos grãos, porém reduziu drasticamente a variabilidade genética para essa característica, dificultando as-

sim progressos futuros.

b) Alterou o sentido das correlações genética e fenotípica entre porcentagem de óleo e produtividade, que eram negativas e passaram a ser positivas.

c) Tornou a população mais sensível aos efeitos depressivos da endogamia para a característica porcentagem de óleo nos grãos.

As duas populações estudadas apresentaram variabilidade genética suficiente para obtenção de progressos por seleção para produtividade, altura da planta e altura da espiga.

Para as características peso de espigas, altura da planta e altura da espiga, a seleção praticada durante o processo de obtenção foi mais eficiente para a população 01, trazendo as seguintes consequências:

a) Maior depressão por endogamia na média das características da população 01 em relação à população 02.

b) Menor variância genética aditiva das características da população 01 em relação à população 02, exceção do peso de espigas, onde a magnitude indica que a variância genética aditiva está superestimada.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, D.E., J.W. DUDLEY e R.G. CREECH, 1970. Corn breeding and genetics. In: INGLETT, G.E. ed. Corn Culture, Processing Products. The Av. Compl, Inc. p. 6-23.
- BATISTA, L.A.R., 1980. Seleção para tamanho do embrião relacionada com o teor de óleo do grão de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 72 p. (Dissertação de Mestrado).
- BATISTA, L.A.R., 1981. Uso de sementes autofecundadas e de polinização livre no melhoramento do conteúdo de óleo em duas subpopulações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 132p. (Tese de Doutorado).
- BENETT, C.A. e N.L. FRANKLIN, 1954. Statistical analysis in: Chemistry and Chemistry Industry. N.Y. John Wiley & Sons Inc. 724 p.
- BIANCO, S., 1984. Avaliação do potencial genético de populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico para teor de óleo na semente. Piracicaba, ESALQ/USP. (Dissertação de Mestrado).
- BURTON, J.W.L., L.H. PENNY, A.R. HALLAUER e S. EBERHART, 1971. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. Crop Science, Madison, 11(4):361-365.

- CORNELIUS, P.L. e J.W. DUDLEY, 1974. Effects of inbreeding by selfing and full-sib mating in a maize population. Crop Science, Madison, 14(6):815-818.
- CURTIS, J.J., A.M. BURNSON, J.E. HUBBARD e F.R. EARLE, 1956. Effect of the pollen parent on oil content of maize strains varying in oil content. Crop Science, Madison, 8(6):689-693.
- DUDLEY, D.W., R.J. LAMBERT e D.E. ALEXANDER, 1971. Variability and relationships among caracteres in *Zea mays* (L.) synthetics with improved protein quality. Crop Science, Madison, 11(4):512-514.
- DUDLEY, D.W. (Ed.), 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 212 p.
- DUDLEY, J.W., R.J. LAMBERT e I.A. de la ROCHE, 1977. Genetic analysis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein. Crop Science, Madison, 17(1): 111-117.
- ELROUBY, M.M. e L.H. PENNY, 1967. Variation and covariation in high oil population of corn (*Zea mays* L.) and their implications in selection. Crop Science, Madison, 7(3):216-219.
- FALCONER, D.S. 1964. Introduction to quantitative genetics. 3^a imp. New York, The Ronald Press Company. 365 p.
- FISHER, R.A. e F. YATES, 1971. Tabelas estatísticas para pesquisas em biologia, medicina e agricultura. São Paulo, Polígono, Editora da USP. 150 p.

- GARDNER, C.O. 1963. Estimates of genetic parameters in cross fertilizing plant and their implications in plant breeding. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, Ed. Statistical genetics and plant breeding. Washington, National Academy of Sciences National Research Council, nº 82, p. 225-252.
- 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.
- GERALDI, I.O. 1977. Estimaco de parâmetros genéticos de caracteres do pendo em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP, 103 p. (Dissertao de Mestrado).
- GOMES, F.P. 1977. Curso de estatística experimental. Piracicaba, ESALQ/USP. 384 p.
- HALLAUER, A.R. e J.H. SEARS, 1973. Changes in quantitative traits associated with inbreeding in a synthetic variety of maize. Crop Science, Madison, 13(3):327-329.
- HALLAUER, A.R. e J.B. MIRANDA FILHO, 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding, I^a Ed. Iowa State University Press, Ames. 468 p.
- HARRIS, R.E., C.O. GARDNER e W.A. COMPTON, 1972. Effects of mass selections and irradiation in corn measured by random S₁ lines and their test crosses. Crop Science, Madison, 12(5):594-598.

- HOPKINS, C.G. 1899. Improvement in the chemical composition of the kernel. In: DUDLEY, J.W. Ed., 1974. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, p. 1-29.
- JELLUN, 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.
- KEMPTORNE, O. 1966. An introduction to genetic statistics. 3^a imp. New York, John Wiley Sons. 545 p.
- LAMBERT, R.J., D.E. ALEXANDER e R.C. RODGERS, 1967. Effect of kernel position on oil content in corn (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 7(2):123-133.
- LENG, E.R. 1962. Selection reversal in strains of corn previously long-term selected for chemical composition. Crop Science, Madison, 2(1):167-170.
- LIMA, M. e E. PATERNIANI, 1977. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações no melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, 11: 84-89.
- LINDSEY, M.F., J.H. LONNQUIST e C.O. GARDNER, 1962. Estimates of genetic variance in open pollinated varieties of corn belt corn. Crop Science, Madison, 2(1):105-108.
- LOESCH, P.J. e M.S. ZUBER, 1964. Reciprocal differences in amylase content in corn endosperm. Crop Science, Madison, 4(6):526-529.

- LONNQUIST, J.H., 1967. Intrapopulation improvement: Combination S_1 and HS selection. Maize-5. CIMMYT.
- LORDELO, J.A.C., 1982. Parâmetros genéticos das populações de milho Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, ESALQ/USP, (Dissertação de Mestrado).
- MILLER, P.A. e B. BRIMHALL, 1951. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. Agronomy Journal, Madison, 43(7):305-311.
- MILLER, R.L., J.W. DUDLEY e D.E. ALEXANDER, 1981. High intensity selection for percent oil in corn. Crop Science, Madison, 21(3):433-437.
- MIRANDA FILHO, J.B., E. PATERNIANI e R. VENCOVSKY, 1972. Variância genética aditiva da altura da planta e da espiga em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, nº 9:102-114.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1974. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, ESALQ/USP, 116 p. (Tese de Doutorado).
- 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 Pesquisas Agronômicas. Recife, 76:37 p.

- MORENO-GONZALEZ, J., J.W. DUDLEY e R.J. LAMBERT, 1975. A design III study of linkage disequilibrium for percent oil in maize. Crop Science, Madison, 15(4):840-843.
- MOTA, M.G.C., 1974. Comportamento de progênies de meios irmãos e S_1 na variedade de milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Piracicaba, ESALQ/USP. (Dissertação de Mestrado).
- PATERNIANI, E., 1967. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). Crop Science, Madison, 7(2):212-216.
- PATERNIANI, E., 1968. Avaliação do método de seleção entre e dentro de família de meios irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Tese de Cadeira).
- PATERNIANI, E., 1972. Relação entre tamanho do embrião do milho avaliado visualmente e o teor de óleo. Relatório Científico do Departamento de Genética. Piracicaba, 06:102-108.
- PATERNIANI, E., J.R. ZINSLY e J.B. MIRANDA FILHO, 1977. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 11:108-114.
- PONELEIT, C.G. e L.F. BAUMANN, 1970. Diallel analyses of fatty acids in corn (*Zea mays* L.) oil. Crop Science, Madison, 10(4):338-341.

- QUEIROZ, M.A., 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênes de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações no melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Mestrado).
- RAMALHO, M.A.P., 1977. Eficiência relativa de alguns processos de seleção no milho baseadas em famílias não endógamas. Piracicaba, ESALQ/USP, 122 p. (Tese de Doutorado).
- RISSI, R., 1980. Estimação de parâmetros genéticos em duas subpopulações da variedade de milho (*Zea mays* L.) Piranão. Piracicaba, ESALQ/USP, 87 p. (Dissertação de Mestrado).
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1955. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. Genetics, Austin, 40:45-60.
- RUSCHEL, R. e L.F. BAUMANN, 1973. Seleção para alto teor de óleo no grão em uma população de milho opaco-2. Pesq. Agrop. Brasileira, Série Agron., 8:239-244.
- RUSCOVA, K., 1974. The effect of the direction of the cross in oil, protein and lysine content in the grain of maize. Geneticka e Selektstyc, Knezha, 7(5):353-360. In: Plant Breeding Abstracts, 1975, 4(7):5368. (Abst).
- SATTERTHWAITE, F.E., 1946. An approximate distribution of estimates of variance components. Biometrics Bulletin, 2:110-114.
- SOUZA Jr., C.L., I.O. GERALDI e J.R. ZINSLY, 1980. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de alguns caracteres, na população de milho (*Zea mays* L.) Suwan. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 14:146-152.

- SOUZA Jr., C.L., 1985. Procedures for estimating expected genetic progress in inbred lines via recurrent intrapopulational selections. Rev. Bras. Genet., VIII(2):329-342.
- 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.
- STEEL, R. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. New York, Mc-Graw Hill, 481 p.
- TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e de qualidade do grão na população ESALQ-VD-2 opaco de milho. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, nº 03: 99-111.
- VENCOVSKY, R., 1969. Genetica Quantitativa. In: KERR, W.E.org. Melhoramento e Genética. São Paulo, Edições Melhoramentos.
- VENCOVSKY, R., 1975. Progresso esperado na seleção recorrente recíproca baseada em famílias de meios irmãos e plantas prolíficas. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 09:192-196.
- VENCOVSKY, R., 1978. Genetica Quantitativa. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. p. 122-95.
- WEBEL, O.D. e J.H. LONNQUIST, 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn. Crop Science, Madison, 7(6):651-655.

- 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. p. 121-131.
- ZINSLEY, J.R., 1969. Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 89 p. (Tese de Doutorado).
- ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. Agron. Journal, Madison, 34:30-47.