VARIABILIDADE GENÉTICA E ENDOGAMIA EM QUATRO POPULAÇÕES DE
MILHO (*Zea mays* L.)

DIRCEU PACKER

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril -1998

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Packer, Dirceu

Variabilidade genética e endogamia em quatro populações de milho (*Zea mays* L.)
/ Dirceu Packer. - - Piracicaba, 1998.
102 p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.
Bibliografia.

1. Endogamia 2. Melhoramento genético vegetal 3. Milho 4. População de planta
5. Teor de óleo 6. Variabilidade genética I. Título

CDD 633.15

À Elaine Moda,

pelo grande amor e pela alegria de minha vida,

OFEREÇO.

À minha família, que eu tanto amo,

e à memória de meu pai, sempre presente,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar este trabalho, expresso a minha profunda gratidão a todos que me auxiliaram de alguma maneira. Em especial:

A Deus, pelo rico privilégio da vida, pois “todas as cousas foram feitas por intermédio dEle, e sem Ele nada do que foi feito se fez.”

Ao Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho, cuja inteligência, profissionalismo e trabalho causaram-me grande admiração, durante esses anos de convivência.

Ao Dr. Luciano Lourenço Nass, muito mais que um grande profissional, um amigo sempre presente e que acrescentou sugestões valiosas a esse trabalho.

Ao Dr. Renato Ruschel, pela atenção e pelos dados fornecidos.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos docentes do Departamento de Genética da ESALQ/USP, que contribuíram para a minha formação profissional.

Aos amigos de trabalho, Marcos Cella, Pipo, Flávio e Seu Sebastião, pelo companheirismo e a todos os funcionários que trabalham no campo.

Aos funcionários do Departamento, Elisabeth, Carlos, Silvana, Carmen e Léia, pela competência no auxílio que me prestaram.

Ao Amadeu, pela nossa amizade sincera e pela colaboração; e aos demais amigos do curso, Josué, Marcelo, Dario, Andréia, Mônica, Janai. A todos, um grande abraço.

À Elaine, Juca, Vanda e Paulo.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Variabilidade genética.....	4
2.2 Estimativas da variância genética aditiva	6
2.3 Depressão por endogamia.....	11
2.3.1 Importância para o melhoramento.....	11
2.3.2 Quantificação da endogamia.....	15
2.4 Teor de óleo nos grãos.....	16
2.4.1 Importância.....	16
2.4.2 Composição dos grãos.....	17
2.4.3 O melhoramento genético.....	18
2.4.4 Associação do teor de óleo com características agronômicas.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Material.....	24
3.2 Métodos.....	26
3.2.1 Obtenção das progênes.....	26
3.2.2 Execução experimental.....	27
3.2.3 Medição do teor de óleo.....	30
3.2.4 Análises estatístico-genéticas e componentes de variância.....	31
3.2.5 Quantificação da depressão por endogamia.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Avaliação geral das progênes.....	35
4.1.1 Peso de grãos.....	36

4.1.2	Peso de espigas.....	38
4.1.3	Número de espigas.....	40
4.1.4	Diâmetro da espiga.....	41
4.1.5	Comprimento da espiga.....	42
4.1.6	Altura da planta.....	43
4.1.7	Altura da espiga.....	44
4.1.8	Número de ramificações do pendão.....	45
4.2	Depressão por endogamia.....	46
4.3	Análises de variância.....	51
4.4	Teor de óleo nos grãos.....	57
5	CONCLUSÕES.....	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	TABELAS.....	77
	FIGURAS.....	92

VARIABILIDADE GENÉTICA E ENDOGAMIA EM QUATRO POPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.)

Autor: DIRCEU PACKER

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Resumo

As populações de milho IAC TAIÚBA ÓLEO (+), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505) e EGO-19 C1 foram avaliadas com o objetivo de aprimorar o conhecimento da estrutura genética de cada uma delas ao nível intrapopulacional e ao mesmo tempo iniciar um programa de seleção para alto teor de óleo nos grãos. Para isso, foram obtidas diversas progênies S₁ e de irmãos germanos nas populações, além do cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1. A avaliação foi realizada utilizando-se o delineamento de blocos casualizados com três repetições, em Anhembi-SP, durante o ano agrícola de 1996/97, medindo-se os seguintes caracteres: peso de grãos, peso de espigas, número de espigas, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, altura da planta, altura da espiga, número de ramificações do pendão e teor de óleo nos grãos. A característica peso de espigas também foi avaliada em Rio Verde-GO, e a testemunha utilizada nos ensaios foi o híbrido triplo comercial G-85.

A população E 504 apresentou maiores médias de produtividade (para médias de progênies de IG) em comparação à média da testemunha, com valores percentuais de 94,6% para peso de grãos e de 102,7 e 96,5% para peso de espigas, nos experimentos em Anhembi-SP e Rio Verde-GO, respectivamente. Para outros caracteres, as populações com médias mais expressivas superaram o valor da média da testemunha, com exceção ao caráter diâmetro da espiga; o maior teor de óleo nos grãos

foi verificado na população EGO-19 C1 (7,6%). Apesar da excelente quantidade de óleo dessa população, sua produção foi considerada satisfatória, inferior apenas à população E 504.

Com relação à depressão por endogamia, medida pela diferença entre as médias das progênes ($m_{S1} - m_{IG}$), foram detectados os maiores valores dos caracteres, em porcentagem, nas populações: peso de grãos (EGO-19 C1: 43,0%), peso de espigas em Anhembi-SP (EGO-19 C1: 40,4%), peso de espigas em Rio Verde-GO (E 504: 34,7%), número de espigas (EGO-19 C1: 17,9%), diâmetro da espiga (EGO-19 C1: 8,6 %), comprimento da espiga (EGO-19 C1: 9,9%), altura da planta (EGO-19 C1: 16,6%), altura da espiga (EGO-19 C1: 20,4%), número de ramificações do pendão (IAC TAIÚBA ÓLEO (+): 16,9%). Portanto, a população EGO-19 C1 revelou ser a mais sensível em processos endogâmicos para quase todos os caracteres, ao passo que a variedade E 505 praticamente não apresentou depressão por endogamia. Ressaltou-se entretanto, que as estimativas de $\mu + a$ (média da contribuição das linhas homozigóticas) e d (contribuição dos heterozigotos) não são consistentes na comparação do potencial de extração de linhagens superiores nas populações.

Para as estimativas de produção de σ^2_A (g/planta)², verificaram-se baixos valores em média, observando-se as seguintes amplitudes para peso de grãos: 35,0 (EGO-19 C1 IG) a 105,4 (E 504 IG) e peso de espigas em Anhembi-SP: 48,7 (EGO-19 C1 IG) a 162,4 (E 504 S₁). Em termos das médias de progênes, pode-se concluir que, para o caráter produção, a população E 504 apresenta maior variabilidade disponível para programas de melhoramento, seguida pelas populações EGO-19 C1, E 505 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+). Para os demais caracteres, onde considerou-se ausência de variância de dominância, observaram-se, com frequência, valores superiores da variância genética aditiva nas progênes S₁ em relação às progênes de IG.

GENETIC VARIABILITY AND INBREEDING IN FOUR MAIZE POPULATIONS
(*Zea mays* L.)

Author: DIRCEU PACKER

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

SUMMARY

The maize populations IAC TAIÚBA ÓLEO (+) , EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505) and EGO-19 C1 were evaluated with the objective of refine the knowledge of the genetical structure of each one the intrapopulation level and at the same time start a program of selection to the high oil content in the grains. For that, many S_1 and full-sib progenies were obtained in the populations, beyond the IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 interpopulation crossing. The evaluation was carried out using the completely randomized blocks with three replications at Anhembi-SP, during the agricultural year of 1996/97, measuring the following traits: grain yield, ear yield, ear number, ear diameter, ear length, plant height, ear height, tassel branch number and the oil content in the grains. The ear yield characteristic was also evaluated at Rio Verde-GO, and the check used in the tests, was the commercial triple hybrid G-85.

E 504 showed highest means for production (for full-sib progenies), in comparison to the check average, which values represent 94,6% for grain yield and 102,7 and 96,5% for ear yield at Anhembi-SP and Rio Verde-GO, respectively. For the others traits, the populations with highest means, showed values above of the means of the check, except for ear diameter; the highest oil content in the grains was related for EGO-19 C1 (7,6%). Besides the excellent quantity of oil in these population, its production was considered satisfactory, only lower to the E 504 population.

In relation to the inbreeding depression measured by the difference between the progenies averages ($m_{S1} - m_{IG}$), were detected the highest characters values, in percentage, in the populations grain yield (EGO-19 C1: 43,0%, ear yield (EGO-19 C1: 40,4%), ear yield at Rio Verde-GO (E 504: 34,7%), ear number (EGO-19 C1: 17,9%) ear diameter (EGO-19 C1: 8,6%), ear length (EGO-19 C1: 9,9%), plant height (EGO-19 C1: 16,6%), ear height (EGO-19 C1: 20,4%), tassel branch number (IAC TAIÚBA ÓLEO (+): 16,9%). Therefore, was observed that the EGO-19 C1 population reveled to be the most sensitive in endogamic processes for almost all the characters, while the E 505 variety almost didn't present inbreeding depression. But it was verified that the estimates of $\mu + a$ (contribution average of homozygotic lines) e d (contribution of heterozigotes) are not consistent in the comparison of the extraction potential of inbred in populations.

For the production estimation of the σ^2_A (g/plant), was verified that in average, low values magnitude, noticing the following amplitudes for the grains yield: 35,0 (EGO-19 C1 IG) to 105,4 (E 504 IG) and ear yield at Anhembi-SP: 48,7 (EGO-19 C1 IG) to 162, 4 (E 504 S1). In terms of progenies average, it was noticed that, to the production character, the population E 504 present the highest variability disponibile for improvement programs, followed by populations EGO-19 C1, E 505, IAC TAIÚBA ÓLEO (+). For the other characters, where was considered lack of dominance, was noticed with frequency, elevated values of genetic variance for S_1 progenies in relation to full-sib progenies.

1 INTRODUÇÃO

Os melhoristas têm buscado, incessantemente, a ampliação da variabilidade genética nas culturas, já que ela é fundamental para que se consiga ganhos satisfatórios em trabalhos de melhoramento.

O estudo das variações quantitativas em milho é de grande importância para o melhoramento genético, tanto para se avaliar o comportamento das populações *per se*, como o potencial para a extração de linhagens superiores. Neste caso, torna-se necessário que tais linhagens apresentem alta capacidade de combinação, baixa frequência de genes deletérios e alta frequência de genes favoráveis. A avaliação das progênes permite que diversos caracteres quantitativos das plantas sejam apreciados, estimando-se médias, variâncias, herdabilidades, correlações e ganho por seleção, os quais fornecerão dados a respeito do potencial genético para fins de melhoramento. Tais parâmetros são, portanto, indispensáveis para a obtenção de uma população melhorada.

A variância aditiva é um dos fatores determinantes da covariância entre parentes e, por esta razão, sua existência é um indicativo de um grande relacionamento entre o comportamento da unidade de seleção e a unidade melhorada. A variância atribuída aos desvios de dominância é desejável em programas que exploram o vigor híbrido, onde a heterose se manifesta de maneira significativa (Hallauer & Miranda Filho, 1988; Cruz & Regazzi, 1994). O coeficiente de herdabilidade é função direta da variância aditiva, e desempenha papel preditivo no melhoramento, pois permite prever o ganho por seleção.

No melhoramento de espécies alógamas, como o milho, também é de interesse o conhecimento dos efeitos da endogamia, a qual resulta do acasalamento entre indivíduos aparentados; ela está relacionada com a probabilidade de reunir alelos idênticos por descendência, tendo-se como resultado, um aumento na homozigose. De maneira geral, pode-se estabelecer que a principal consequência é a redução na média dos valores fenotípicos dos caracteres quantitativos, os quais afetam os componentes de produção. Ela relaciona-se com a capacidade reprodutiva ou eficiência fisiológica, reduzindo sensivelmente o valor adaptativo das espécies (Falconer, 1989). E através de sucessivas autofecundações, tem-se conseguido linhagens geneticamente uniformes em milho para a obtenção de híbridos altamente produtivos.

Além das variações quantitativas e do comportamento endogâmico das populações, outro fator que apresenta grande interesse, é o estudo da composição química dos grãos de milho. Sendo um alimento de grande consumo mundial, os melhoristas têm trabalhado para alterar sua composição, visando principalmente elevar o teor de óleo e de proteína. A qualidade alimentícia do óleo de milho é bastante conhecida, devido ao elevado teor de ácidos graxos insaturados (80 - 85%), principalmente os ácidos oleico e linoleico. Esta característica torna-o altamente recomendável pelos especialistas em saúde, devido à sua melhor digestibilidade, à redução do nível de colesterol no sangue e à prevenção de doenças cardíaco-vasculares. Entretanto, o teor de óleo nas sementes de milho está ao redor de 4,0 a 5,0%. Esse baixo valor reduz sensivelmente o seu uso na alimentação em nosso país, perdendo mercado para o óleo de soja que, apesar de seu valor alimentício inferior, apresenta preços mais acessíveis. Porém, a maior importância do óleo de milho ainda está voltada para a alimentação animal, na fabricação de rações, especialmente para aves, suínos, gado leiteiro e ovelhas (Lambert, 1994).

O melhoramento genético tem buscado obter novas variedades e híbridos de milho com elevado teor de óleo na semente. Porém, a correlação negativa existente com a produção de grãos tem sido uma grande barreira para o aprimoramento dessa linha de pesquisa.

As evidências indicam no entanto, que os problemas relacionados à produção não são insolúveis. Novas pesquisas, valendo-se de diferentes metodologias, com a utilização de diferentes populações, podem desenvolver variedades ou híbridos altamente produtivos e com elevada porcentagem de óleo nas sementes.

No sentido de avaliar o potencial de quatro populações de milho: IAC TAIÚBA ÓLEO (+), EMGOPA 504, EMGOPA 505 e EGO-19 C1, traçaram-se os seguintes objetivos para o presente estudo:

a. estudar a variação quantitativa de alguns caracteres agronômicos: peso de grãos, peso de espigas, número de espigas, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, altura da planta, altura da espiga e número de ramificações do pendão;

b. estudar a depressão por endogamia nessas populações, através da comparação da média de produção entre progênies de irmãos germanos e progênies de autofecundação (S_1);

c. estudar o valor heterótico do cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1, em progênies oriundas de inter cruzamento;

d. quantificar o teor de óleo nas sementes das famílias de cada população. As progênies selecionadas serão recomendadas para futuros programas de seleção recorrente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Variabilidade genética

Para que um programa de melhoramento tenha êxito, é necessário compreender a estrutura genética da população base, particularmente no que diz respeito à variabilidade de caracteres quantitativos; isto auxilia sobremaneira no processo de seleção, envolvendo o planejamento inicial, a escolha da população básica e também o método pelo qual resulta maior eficiência. Essa estrutura é delineada pela estimação dos componentes de variação genética, através da qual pode-se compreender os dados relacionados aos caracteres estudados e quantificar a eficiência da seleção.

O objetivo primordial num programa de melhoramento populacional, principalmente quando se trabalha com espécies alógamas, é aumentar a frequência de genes favoráveis em ciclos sucessivos de recorrência, através de diferentes métodos de seleção. Esse aumento na frequência conduz a um estreitamento na base genética, expondo a população à vulnerabilidade. Entretanto, sempre persiste uma certa variabilidade, em maior ou menor grau, tanto pela não fixação de genes, como pela quebra de blocos gênicos (Paterniani & Miranda Filho, 1987).

Como os caracteres mais importantes são de grande complexidade genética, é necessário estudar a estrutura populacional utilizando-se de métodos estatístico-genéticos. Isto explica-se pela natureza quantitativa desses caracteres,

resultado da interação de um grande número de genes, que sofrem grande influência ambiental e cuja distribuição é contínua em relação à frequência dos indivíduos.

A interação genótipo x ambiente é outro componente, que surge quando os tratamentos são avaliados em diferentes condições ambientais e está relacionado com a adaptabilidade do indivíduo. Alguns trabalhos têm se preocupado com os efeitos da interação no melhoramento genético do milho (Vianna et al., 1982; Cruz & Castoldi, 1991; Teresawa Júnior, 1993). Porém, quando o caráter é estudado em um só macroambiente, o valor da interação é desconsiderado, incorporando-se ao valor genotípico.

Fisher (1918) deu grande contribuição aos estudos estatísticos para a genética quantitativa, decompondo a variância genética em três componentes: aditiva (que é a variância dos valores genéticos, devido aos efeitos médios de substituição dos alelos), dominante (relacionada à interação alélica) e epistática (relacionada à interação não alélica). Falconer (1989) demonstrou, através de estudos teóricos, que os genes contribuem mais para a variância quando em frequências intermediárias, do que em frequências altas ou baixas. Os genes recessivos em baixa frequência, contribuem muito pouco para a variância.

A variância genética é um parâmetro limitado, relacionado à porção da variância fenotípica que pode ser atribuída às diferenças genotípicas entre os fenótipos. Vencovsky (1969) ressalta que sua utilidade é restrita, já que os genótipos dos indivíduos são desfeitos a cada geração.

A variância atribuída aos desvios de dominância é consequência da propriedade de dominância entre os alelos de um loco. Quando essa variância assume valores consideráveis, torna-se um empecilho ao processo de seleção, tanto para se escolher os genótipos superiores, como na quantificação do ganho por seleção (Hallauer & Miranda Filho, 1988; Cruz & Regazzi, 1994).

A variância epistática, que surge da interação entre genes de diferentes locos, pode ser bastante complexa, porém seus valores são de pequena magnitude e sua contribuição para a covariância é pequena, tornando-se desprezível em muitos estudos com populações panmíticas (Vencovsky, 1969; Hallauer & Miranda Filho, 1988).

Entretanto, alguns efeitos epistáticos significativos têm sido relatados em trabalhos que envolvem comparações entre médias de híbridos simples e triplos (Bauman, 1959; Stuber & Moll, 1969).

A herdabilidade, relacionada com o efeito médio dos genes, tem um papel muito importante na predição, expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético. Estudos em milho têm enfatizado a importância desse parâmetro para a eficiência da seleção (Rissi, 1980; Kassouf & Miranda Filho, 1986; Bigoto, 1988). Como as estimativas da herdabilidade para média de progênes, são obtidas em experimentos de seleção, torna-se difícil efetuar comparações entre os resultados (Sprague, 1966; Ramalho, 1977), além de ser um valor específico da população, dependente da estrutura genética e do ambiente considerado. Mesmo assim, Hallauer & Miranda Filho (1988) forneceram uma estimativa média de 18,7% para produção de grãos, obtida de 99 estimativas, ao passo que Vencovsky et al. (1988) relataram média de 11,0% para populações brasileiras.

2.2 Estimativas da variância genética aditiva

A variância aditiva é o componente de grande importância, já que é a principal causa de semelhança entre parentes e conseqüentemente, o responsável pela resposta da população à seleção. Ela quantifica o relacionamento entre o comportamento da unidade de seleção e da unidade melhorada, além de constituir-se num indicativo da facilidade de identificação dos genótipos superiores. Diversos trabalhos têm relatado a existência de suficiente variabilidade genética em milho (Hallauer & Miranda Filho, 1988). Com relação às populações brasileiras, observam-se grandes amplitudes de valores nas estimativas da variância aditiva associando-as com o ganho de seleção (Zanotto, 1986; Nass, 1992; Regitano Neto, 1993; Teresawa Júnior, 1993; Rezende, 1997).

Após os estudos preliminares de Fisher (1918), concernentes à partição da variância genética, diversas metodologias têm sido desenvolvidas, visando estimar tais

componentes, e de particular interesse, são os delineamentos I, II e III, propostos por Comstock & Robinson (1948; 1952). Tais metodologias utilizam-se de diversos tipos de progênies e baseiam-se na covariância entre os indivíduos aparentados, permitindo estimar os componentes de variância genética. Para uma correta interpretação dos dados, as metodologias exigem algumas condições da população estudada: acasalamento casualizado entre os parentais, herança diplóide, ausência ou equilíbrio de ligação e ausência de epistase. Quando se trabalha com populações F_2 , pode-se estimar também o grau médio de dominância, explicando o tipo de ação gênica envolvida nos caracteres em questão.

Valendo-se destas metodologias, Robinson et al. (1955) observaram a existência de suficiente variabilidade genética aditiva em variedades de milho, possibilitando assim progressos através da seleção. Tal conclusão foi contrária à hipótese aventada por Hull (1945), que sugeria ter-se esgotado a variabilidade explorável em milho, devido ao contínuo processo de seleção massal, além de que, a sobredominância era o tipo de ação gênica mais importante para a produção. Entretanto, inúmeros trabalhos têm demonstrado a presença da variabilidade em diversos tipos de populações de milho (Goodman, 1965; Moll & Robinson, 1967; Pommer et al., 1977; Ramalho, 1977; Marques, 1988; entre outros). Além disso, os baixos valores encontrados na relação σ^2_D / σ^2_A (Robinson et al., 1955; Lindsey et al., 1962; Hallauer, 1970) sugerem que os locos sobredominantes não são de maior importância para a produção nas populações estudadas.

As estimativas das variâncias genéticas são realizadas, em grande parte, utilizando-se de progênies de meios irmãos, de onde estimam-se a variância genética aditiva, a herdabilidade e o ganho por seleção. Ramalho (1977) compilou diversos trabalhos realizados no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ USP, e relatou um valor médio para a variância aditiva de 320,0 (g/planta)², com intervalo de variação de 41,0 a 758,0 (g/planta)². Vencovsky et al. (1988) revisando os programas de seleção recorrente no Brasil, relataram os resultados de alguns parâmetros medidos em 58 experimentos com progênies de meios irmãos em milho, sendo que os dados estão apresentados na Tabela 01:

Tabela 01. Estimativas dos parâmetros para peso das espigas em milho (g/planta) relativas a 58 experimentos em progênies de meios irmãos, testadas no Brasil. $\hat{\sigma}^2_A$ = variância genética aditiva; h^2 = herdabilidade; Gs = ganho esperado por seleção; CVe = coeficiente de variação ambiental e Y = média de produção das espigas (Vencovsky et al., 1988).

PARÂMETROS	MÉDIA	VARIAÇÃO
$\hat{\sigma}^2_A = 4 \text{ COV (PMI)}$	309,0 g ²	41,0 - 753,0
$h^2 = 4 \text{ COV (PMI)} / (\sigma^2_p + \sigma^2_e + \sigma^2_w)$	11,0%	1,5 - 29,0
$G_s = K_1 \text{COV(PMI)} / \sigma_p + K_2 (3/2) \text{COV(PMI)} / \sigma_w$	11,7 g	2,1 - 24,2
$\text{CVe} = (n \sigma^2_w + n^2 \sigma^2_e)^{1/2} / nY$	16,3%	7,8 - 23,3
Y	120,0 g	69,0 - 246,0

Estudos têm revelado que a prática da seleção não conduz, necessariamente, a uma diminuição da variância aditiva, pois esta é função da estrutura genética populacional, da natureza do caráter e do tamanho efetivo utilizado. Geralmente, a variabilidade reduz-se no primeiro ciclo de seleção, mantendo-se mais ou menos constante nos ciclos subsequentes. Tal fenômeno deve-se ao fato de que, no primeiro ciclo, utiliza-se a variabilidade livre na população, sendo depois, liberada gradativamente devido a permuta entre blocos poligênicos (Paterniani, 1967; Hallauer & Miranda Filho, 1988).

Alguns trabalhos, com estimativas da variância genética aditiva, estão sumarizados na Tabela 02.

Tabela 02. Estimativas da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}^2_A$) para produção de grãos (g/planta)², em várias populações de milho. Na primeira coluna, o número entre parênteses indica a média das estimativas.

População	Variância aditiva	Referências
Composto Dentado Branco	83,0	Geraldi (1977)
Composto Flint Branco	191,0	Geraldi (1977)
Composto A	428,0	Crisóstomo (1978)
Composto B	384,0	Crisóstomo (1978)
Suwan	254,0	Souza Júnior et al. (1980)
Piranão VD-2	1468,0	Bianco (1984)
Piranão VF-1	934,0	Bianco (1984)
ESALQ PB-5	174,0	Chaves (1985)
ESALQ PB-1	219,0	Bigoto (1988)
Suwan DMR	316,0	Canton (1988)
Esalq PB-1 x Entrelaçado-1	406,0	Nass (1992)
Esalq PB-1 x Cravo 4	236,0	Nass (1992)
Diversas (30)	320,0	Ramalho (1977)
Pop(s). brasileiras (45)	306,0	Miranda Filho (1985)
Pop(s). brasileiras (58)	309,0	Vencovsky et al. (1988)
Pop.(s) americanas (99)	469,0	Hallauer & Miranda Filho (1988)

Outra metodologia utilizada para o melhoramento intrapopulacional, também utilizada para a estimativa das variâncias, é o uso de famílias endogâmicas, através de sucessivas autofecundações (Marques, 1988; Nass, 1992). Este tipo de progênie apresenta maior coeficiente de variância aditiva explorável, quando comparado

a outros métodos seletivos, com valores igual a 1,0 para progênes S_1 e 1,5 para progênes S_2 (Comstock, 1964).

Como a endogamia tende a promover um aumento na variância genética entre progênes e, conseqüentemente, maior ganho por seleção, o uso de famílias endogâmicas têm sido recomendado para caracteres de baixa herdabilidade, como a produção de grãos. O método requer polinização controlada e o tamanho efetivo é reduzido, quando comparado com o mesmo número de progênes selecionadas por outros métodos (Paterniani & Miranda Filho, 1987). Devido à seleção contra os genes deletérios e letais durante o processo de autofecundação, espera-se que a população melhorada apresente menor valor de depressão por endogamia, de onde, conseqüentemente, pode-se extrair linhagens superiores.

De acordo com Cockerham & Matzinger (1985), os desvios de variância entre as progênes S_1 devido à endogamia são indicados por D_1 (covariância entre os efeitos aditivos e dominantes nos homozigotos) e D_2 (variância dos efeitos de dominância nos homozigotos), sendo que eles tendem a valores baixos em caracteres com baixo nível de dominância. O componente D_1 pode assumir valores positivos, negativos ou nulos, já que trata-se de uma covariância, e está relacionado com o grau de dominância do caráter e com a frequência gênica do caráter. Quando a frequência de alelos desfavoráveis é maior que a frequência de alelos favoráveis, ou em algumas situações específicas, onde prevalece a sobredominância, o componente D_1 é negativo, e a variância genética fica reduzida. Porém, os resultados em populações de milho ainda são insuficientes para ter-se conclusões mais abrangentes (Coors, 1988).

Geralmente, os trabalhos descritos para estimação da variância aditiva, têm assumido valores hipotéticos para a variância dominante e igualdade nas frequências gênicas. Sendo assim, os componentes D_1 e D_2 igualam-se a zero e a variação genética total torna-se função apenas dos componentes aditivo e dominante (Cockerham, 1983; Souza Júnior, 1989).

Packer et al. (1996) relataram um valor de baixa magnitude para variância genética entre as progênes S_1 na população ESALQ PB-1 [$75,2 \text{ (g/planta)}^2$]. Como a endogamia tende a elevar a magnitude da variância genética, sugeriu-se que a pequena

variabilidade observada entre progênies S_1 tenha sido decorrência da contribuição negativa do componente D_1 . Para caracteres com expressiva dominância, têm-se valores mais baixos para progênies S_1 do que para progênies não endógamas.

2.3 Depressão por endogamia

2.3.1 Importância para o melhoramento

Define-se a endogamia como consequência do acasalamento de indivíduos aparentados, relacionando-a com a probabilidade de reunir alelos idênticos por descendência, tendo-se como resultado, um aumento na homozigose. Em termos biológicos, ela manifesta-se desfavoravelmente, através da redução no tamanho da planta, do vigor, na fertilidade, aumento do número de indivíduos defeituosos e da debilitação geral.

Trabalhos preliminares têm mostrado que tais manifestações são decorrentes do aumento da homozigose em cada geração de endogamia, uma vez que, possivelmente, ocorre um aumento na frequência de genes deletérios recessivos. Verificaram-se, também, que as características foram fixadas e que as diferenças entre as linhagens aumentaram, enquanto que, a variabilidade dentro das linhagens diminuiu (Jones, 1939).

Ao comparar diversas culturas, Allard (1971) salientou que a intensidade da depressão depende da espécie, sendo que o milho apresenta sérias manifestações logo nas primeiras gerações de autofecundação. Falconer (1989) relatou que a consequência mais notável da endogamia é a redução do valor médio fenotípico, mostrado pelos caracteres relacionados com a capacidade reprodutiva ou eficiência fisiológica, reduzindo, sensivelmente, o valor adaptativo das espécies.

Através da endogamia, tem-se conseguido obter linhagens geneticamente uniformes em milho para a obtenção de híbridos altamente produtivos, pela restauração do vigor através de cruzamentos. Para ser comercialmente usada, as linhagens endogâmicas devem apresentar boa *performance* e capacidade de combinação com outras linhagens. No entanto, a endogamia não pode ser considerada um método de melhoramento, pois não altera as frequências gênicas, e sim as genotípicas.

Diversos trabalhos foram realizados no sentido de determinar a taxa de depressão por endogamia para vários caracteres, sob diferentes formas de endogamia: autofecundação, cruzamento de meios irmãos e cruzamentos de irmãos germanos (Lima et al., 1984; Souza Júnior, 1987; Hallauer, 1990; San Vicent & Hallauer, 1993; Rezende, 1997; Eberhart et al., 1995). Tem-se mostrado, quase que unanimemente, que o caráter produção de grãos é o mais afetado pela endogamia, e que o processo da autofecundação é o que resulta em maior índice de depressão.

Observando diferentes gerações de endogamia, Cornelius & Dudley (1974) relataram que, mesmo havendo um declínio gradual em quase todos os caracteres com o aumento da homozigose, as diferenças fenotípicas observadas após a quarta geração de autofecundação foram muito pequenas. No entanto, o mesmo não ocorre para a produção, parecendo ser bastante afetada pela endogamia em qualquer grau de homozigose (Good & Hallauer, 1977).

Em trabalhos realizados por Hallauer & Sears (1973), verificou-se que o número de locos que afetam um determinado caráter é um fator determinante na relação entre a taxa de declínio observado com o aumento da homozigose. Isto significa que em caracteres expressos por menor número de genes, a homozigose é atingida mais rapidamente em comparação a um caráter mais complexo, onde participa um grande número de genes, como é o caso da produção de grãos.

Os procedimentos de seleção diferem na sua capacidade de identificar os genes deletérios. A seleção com base no desempenho de progênies de meios irmãos seleciona, primordialmente, para genes aditivos e dominantes, mas não seleciona, eficientemente, contra genes deletérios, uma vez que estes podem ser mascarados pela heterozigose. À medida que a endogamia progride, o melhoramento do potencial da

população, devido ao aumento na frequência de genes favoráveis, pode ser contrabalançado pelo aumento na frequência de genes homozigóticos deletérios.

Por outro lado, a seleção com base no desempenho de progênies obtidas por autofecundação é eficiente para a seleção de efeitos genéticos aditivos e apresenta uma maior oportunidade de seleção contra genes recessivos deletérios que tornam-se homozigotos com a endogamia. Se a seleção for eficiente contra esses genes e a favor dos genes favoráveis, a produtividade das populações mais avançadas aumentará (Genter, 1971; Smith, 1979).

Miranda Filho & Viégas (1987) salientaram que populações oriundas de linhagens endogâmicas ou que já passaram por alguma fase de endogamia, são menos sensíveis aos efeitos da depressão provocados pelos genes deletérios.

Modelos lineares e quadráticos foram ajustados visando relacionar o desempenho médio das gerações de autofecundação para vários caracteres com a porcentagem de homozigose. Verificou-se que, para o caráter produção de grãos, ocorreu um decréscimo, essencialmente linear, com o aumento da homozigose, sendo que os desvios do modelo linear entre as gerações de endogamia parecem ser indicativos da presença de epistase, a qual parece ser de menor importância (Robinson & Cockerham, 1961; Good & Hallauer, 1977).

Segundo Lamkey & Smith (1987), estudos concernentes à maior produtividade dos híbridos ao longo dos anos têm sido desenvolvidos, relacionando-a com o uso de melhores parentais endogâmicos e/ou dos aumentos na heterose.

Em levantamento realizado por Meghji et al. (1984) sobre a natureza do melhoramento genético dos híbridos de milho, num período de aproximadamente 40 anos, avaliou-se uma série de materiais representativos americanos. Foi verificado que no período de 1950 a 1970 ocorreu um aumento na depressão por endogamia e da heterose para produção de grãos, e por outro lado, uma diminuição da depressão por endogamia para altura da planta e espiga.

Esse aumento da depressão por endogamia dos híbridos na década de 70 para produção de grãos sugere que os mesmos são heterozigotos a um número maior de locos que condicionam capacidade de produção em relação aos híbridos das décadas

anteriores. Isto significa que o melhoramento de parentais endogâmicos dos híbridos avaliados ocorreu em diferentes locos. Tais dados reforçam a hipótese de que a depressão por endogamia resulta de um aumento da frequência de locos com genes homozigotos recessivos deletérios.

De acordo com Good & Hallauer (1977), a frequência de alelos recessivos deletérios para caracteres complexos é aparentemente ainda alta, mesmo em populações de ciclos avançados de seleção recorrente. Isto foi verificado em estudos comparativos entre a depressão por endogamia da população original da variedade Iowa Stiff Stalk Synthetic com a população dessa mesma variedade, após seis ciclos de seleção recorrente recíproca. Foi constatado que as diferenças de depressão não foram significativas para os caracteres produção, altura da planta e diâmetro da espiga.

Souza Júnior & Fernandes (1997) enfatizaram a possibilidade em derivar a variância genética, predizendo-se a amplitude da depressão por endogamia em gerações avançadas, para populações panmíticas. A variância da depressão é função das variâncias genéticas relacionadas ao efeito de dominância e dos coeficientes de endogamia das gerações avaliadas. Os autores concluíram que, quanto maior o nível de dominância de um determinado caráter, maior é a variância da depressão, e que as amplitudes de tais variâncias são menores em populações com $p > 0,6$ ou $p < 0,4$ do que em populações com $p = 0,5$. Rezende (1997), observando a magnitude das alterações na heterose e na depressão por endogamia, concluiu existir uma estreita relação com modificações na frequência de alelos de efeito dominante e, principalmente, com os efeitos de oscilação genética, fazendo-se indispensáveis tais considerações em programas de melhoramento que utilizam a endogamia.

2.3.2 Quantificação da endogamia

São inúmeros os trabalhos concernentes à depressão por endogamia em milho. A seguir, estão relacionados alguns, objetivando delinear alguns parâmetros, tanto para caracteres vegetativos, como para caracteres reprodutivos.

Jones (1939) relatou redução acentuada de 29,0% na altura da planta e de 79,0% na produção após 30 gerações de autofecundação em milho. Os efeitos da autofecundação para os dois caracteres foram diferentes, pois após a quinta geração, a altura da planta diminuiu em 30,0%, com pouca variação subsequente, e por outro lado, a produção continuou a decrescer, sendo reduzida a 75,0% na vigésima geração de autofecundação.

Lima et al. (1984) trabalharam com 32 populações brasileiras de milho, compreendendo variedades de polinização livre, variedades sintéticas, compostos e algumas populações segregantes derivadas de cruzamentos simples e duplos de híbridos, as quais foram submetidas à autofecundação. Verificou-se que a taxa de depressão por endogamia para produção de grãos variou de 39,1 a 47,2% para variedades de polinização livre e para os compostos, enquanto que para as populações oriundas de linhagens endogâmicas (variedades sintéticas), a depressão foi da ordem de 33,9%, exibindo assim menor sensibilidade à autofecundação. Vianna et al. (1982) também encontraram resultados semelhantes: a depressão por endogamia foi maior nas linhagens derivadas de compostos (52,0%) em comparação às outras populações (46,0%). Dentre as populações avaliadas destacou-se a variedade sintética Suwan DMR, que exibiu a menor taxa de depressão, sendo considerada como melhor fonte para a extração de linhagens endogâmicas. Os resultados obtidos em ambos os trabalhos concordam amplamente. A hipótese é que as populações derivadas de linhagens endogâmicas ou submetidas à seleção contra genes deletérios, via endogamia, apresentam uma menor carga genética do que populações altamente heterozigóticas que nunca foram submetidas a nenhum sistema endogâmico; desse modo, os genes letais e deletérios são mantidos nas condições heterozigóticas.

Deve-se, entretanto, salientar que a endogamia apresenta uma estreita relação com o ambiente onde o material é testado, sendo que as condições de estresse interferem diretamente nas estimativas dos desvios (Vianna et al., 1982; Teresawa Júnior, 1993).

Em pesquisa realizada por Hallauer & Miranda Filho (1988), relatou-se que a depressão afeta a produção de grãos em um intervalo de variação de 42,2 a 71,9 g/planta; para altura de planta em 7,8 a 33,4 cm e para altura de espiga em 10,4 a 29,6 cm.

Nass (1992) trabalhou com duas populações semi-exóticas de milho, ESALQ-PB1 x ENTRELAÇADO1 (EE1) e ESALQ-PB1 x CRAVO 4 (EC4), utilizando-se de progênies S_1 e irmãos germanos. Concluiu que os efeitos da depressão por endogamia foram mais evidentes em EE1 para todos os caracteres avaliados, exceto para a produção de espigas e produção de grãos, nos quais as estimativas foram de mesma magnitude para ambas as populações semi-exóticas.

2.4 Teor de óleo nos grãos

2.4.1 Importância

O milho com alto teor de óleo é de bastante interesse para a humanidade. Com relação à alimentação e à saúde humana, o óleo extraído dos grãos de milho apresenta um balanço nutricional favorável, devido à quantidade de ácidos graxos não saturados. Isto explica a sua melhor digestibilidade e o menor risco de provocar problemas cardíaco-vasculares, pela redução do nível de colesterol no sangue, quando comparado ao óleo de soja (Beadle et al., 1965; Fitch, 1985).

Além da indústria alimentícia, Jugenheimer (1961) destaca a importância do óleo de milho na fabricação de munições, lubrificantes, cosméticos, esmaltes, sabões,

óleos solúveis, entre outros. Porém, a sua maior importância está voltada para a alimentação animal, devido a sua alta densidade de caloria, o qual proporciona um ganho maior de peso por unidade de alimento, em comparação ao milho com teor normal.

Han et al. (1987) têm demonstrado que suínos e aves alimentados com milho alto óleo, apresentam um ganho de peso maior quando comparado à alimentação com milho comum. Galinhas poedeiras, com 23 a 38 semanas de idade, alimentadas com milho alto óleo, apresentaram maior produção de ovos. Comparando-se dietas de milho alto óleo (6,0 a 13,0%) com milho normal (4,5%) em frangos, comprovou-se a maior eficiência do primeiro tratamento, pela superioridade do ganho de peso apresentado pelas aves.

Em estudos realizados com suínos, Nordstron et al. (1972) utilizaram-se de 4,0 a 7,0% do milho alto óleo na ração de porcos e observaram que essa dieta reduz em 6,0% a quantidade de alimento por unidade de peso do animal, em relação à dieta normal. Porém, o aumento de 15,0% desse milho na ração, produziu porcos de qualidade inferior, revelando existir uma relação com a assimilação de outros nutrientes.

Em levantamento realizado por Lambert (1994), registraram-se diversos trabalhos nutricionais com diversas espécies de animais, mostrando que nos últimos 30 anos, muitos testes têm evidenciado as vantagens do uso de milho alto óleo (igual ou superior a 7,0%) em rações de aves, suínos, bovinos e ovinos. Entretanto, segundo o autor, alguns testes adicionais ainda devem ser realizados, a fim de comprovar-se a eficiência plena desse milho na alimentação animal.

2.4.2 Composição dos grãos

O óleo de milho é composto de 85,0% de ácidos graxos não saturados (oleico C 18:1; linoleico C 18:2 e linolênico C 18:3); o restante está representado pelos ácidos graxos saturados (mirístico C 14:0; palmítico C 16:0 e esteárico C 18:0, entre

outros), sendo que níveis superiores de ácido oleico em relação ao ácido linoleico conferem maior estabilidade ao óleo do milho (Weber, 1987).

De modo generalizado, o grão do milho contém aproximadamente de 4,0 a 5,0% de óleo. As variedades alto óleo dos Estados Unidos apresentam teores entre 6,5 a 14,0%, sendo que algumas delas ultrapassam a casa dos 20,0%, assemelhando-se a cultivares de soja. Já os híbridos comerciais apresentam, de maneira geral, uma média de 3,5 a 5,0% e é considerado com alto teor de óleo, quando a porcentagem ultrapassa 6,0%, pois afeta diretamente o peso do animal (Alexander, 1986; Watson, 1987).

Ao analisar o grão do milho, observa-se o pericarpo, que é a camada externa, o endosperma, responsável por aproximadamente 85,0% do peso total do grão, e o gérmen. Este consiste de escutelo e embrião, o qual apresenta 83,0 a 85,0% do total de óleo no grão, ao passo que o pericarpo e o endosperma contêm de 10,0 a 13,0% do total (Lambert, 1994).

No desenvolvimento normal dos grãos, a concentração de óleo pode ser detectada 15 dias após a polinização (DAP), tanto no endosperma quanto no embrião, e continua a aumentar até 45 DAP, quando então permanece relativamente constante até a maturidade fisiológica.

Em diversos trabalhos, têm-se observado que a seleção para porcentagem de óleo nos grãos, leva a um aumento no peso do gérmen, na porcentagem de óleo no gérmen ou em ambos, já que a taxa de óleo no endosperma é baixa.

2.4.3 O melhoramento genético

De acordo com Dudley (1977), o teor de óleo nos grãos de milho é uma característica quantitativa, sendo controlado por um grande número de genes, porém a composição genética dos ácidos graxos é bastante variável. A variância genética aditiva é o componente principal que afeta o controle do conteúdo de óleo, com pouca expressão de variância dominante.

Revisando-se os trabalhos que envolvem a natureza genética desse caráter, descobre-se que a seleção para aumento na concentração de óleo está relacionada com genes que controlam o tamanho do gérmen, o tamanho do endosperma, a relação entre ambos e o aumento da quantidade de óleo no escutelo durante o desenvolvimento do grão. Isso envolve uma exploração máxima da variância genética aditiva, através de metodologias experimentais adequadas, como a seleção recorrente e análises de laboratório rápidas e precisas.

Muitos estudos têm sido realizados visando alterar o teor de óleo nos grãos em milho. O primeiro e mais extenso programa de seleção relatado, foi iniciado por Cyril Hopkins, em 1896, na Universidade de Illinois, USA, utilizando-se da variedade Burr's White. O objetivo consistia em alterar os teores de óleo e proteína, mediante o método espiga-por-fileira, dividindo-se a população original em Illinois Alto Óleo (IHO) e Illinois Baixo Óleo (ILO). A média do nível de óleo para IHO apresentou um considerável aumento de 4,7% em 1896 (ciclo 0) para 19,3% em 1989 (ciclo 90), sendo que essa experimentação foi subdividida em quatro segmentos. Durante os 90 ciclos de seleção para aumento do teor de óleo, a média da razão linear de troca foi de + 0,19% óleo/ciclo, com valores de regressão linear de + 0,22% óleo / ciclo (ciclo 0 a 9) e de + 0,14% (ciclo 26 a 52). O ganho para IHO após 90 ciclos de seleção em termos de desvio padrão foi de $22 \sigma_A$ e, baseando-se nas estimativas da variância genética, todo o progresso de seleção pode ser explicado pela variância genética aditiva (Dudley, 1977; Dudley & Lambert, 1992).

Outros métodos também foram aplicados em populações de milho, visando uma comparação para o aumento do teor de óleo. Sprague & Brimhall (1950) testaram a seleção recorrente e a seleção em linhagens endogâmicas visando aumentar o teor de óleo nos grãos. A seleção recorrente, mais eficiente, apresentou um ganho de 10,5% no segundo ciclo, ao passo que a seleção em linhagens endogâmicas apresentou um ganho de 7,5% no quinto ciclo. Semelhantemente, Misovic et al. (1980) também chegaram às mesmas conclusões com relação à seleção recorrente, quando confrontada com seleção espiga por fileira e retrocruzamentos, após 18 anos de melhoramento para alto teor de óleo. Miller et al. (1981) usaram alta intensidade de seleção para elevar a

quantidade de óleo na variedade de polinização livre 'Reid Yellow Dent'. Foram realizados 7 ciclos de seleção massal, escolhendo-se 400 espigas por ciclo, testando-se 300 sementes por espigas (ciclo 0 ao ciclo 3) e 100 sementes por espigas (ciclo 4 ao ciclo 7). As cinco sementes com maiores teores de óleo foram selecionadas de cada espiga e plantadas em esquema espiga-por-fileira. Uma mistura de pólen das plantas com maior conteúdo de óleo de cada família foi usada para polinizar o restante das plantas. A porcentagem de indivíduos selecionados do ciclo 0 ao ciclo 3 foi de 0,33% e do ciclo 4 ao ciclo 7 foi de 1,0%, sendo que o ganho alcançado foi de 4,0% (ciclo 0) para 9,1% (ciclo 7). Os autores ressaltaram que não houve mudanças significativas na variância genética aditiva, medidas no ciclo 0 e no ciclo 5, e também a produção de grãos não foi alterada nos 7 ciclos. Concluiu-se, que os maiores ganhos de seleção podem ser esperados quando uma maior intensidade de seleção é usada em seleção dentro de famílias de meios irmãos.

O uso de genes mutantes e mais recentemente, o desenvolvimento de tecnologia de marcadores moleculares, têm auxiliado o estudo genético da herança do teor de óleo nos grãos em milho. Wright (1995) descreveu a ocorrência de um mutante, localizado no braço maior do cromossomo 1, denominado *Olc 1*, cujo efeito aditivo aumenta, consideravelmente, a quantidade de ácido oleico nos grãos.

Um estudo foi conduzido para determinar o número e a magnitude de QTL (locos de características quantitativas), influenciando a concentração de óleo no grão e o peso dos grãos, em uma população derivada do cruzamento de Illinois High Protein (IHP) x Illinois Low Protein (ILP). Uma centena de locos polimórficos RFLP, espaçados por todo o genoma do milho, foram marcados numa população segregante de 100 famílias S₁. Associações significativas de QTL, de 25 locos marcadores, em braços do cromossomo 13 para concentração de óleo e 18 locos marcadores, em braços do cromossomo 10 para peso de sementes, foram identificados. Grupos de dois ou mais locos marcadores, na mesma região cromossômica, foram, significativamente, associados com a concentração de óleo em quatro locais do cromossomo. Os autores concluíram que, pela detecção de poucos grupos de locos marcadores, associados com regiões genômicas no controle da concentração de óleo, pode-se conseguir a obtenção de

populações com alto teor de óleo, utilizando-se seleção com o auxílio de marcadores moleculares RFLP (Goldman et al., 1994). Em trabalho semelhante, Cheesbrough et al. (1997) detectaram grande variabilidade no teor de óleo no grão de populações de milho das Américas Central e do Sul, sugerindo utilizá-las como parentais em estudos de identificação de QTLs que controlam a composição dos ácidos fáticos.

2.4.4 Associação do teor de óleo com características agronômicas

A informação dos coeficientes de correlação entre duas variáveis, é de grande utilidade, pois os trabalhos de melhoramento vegetal, geralmente direcionam-se para o aprimoramento de um conjunto de caracteres. Essa correlação é bastante usada em caracteres de baixa herdabilidade ou de medição mais complexa, quando usa-se a seleção indireta.

A associação entre os caracteres pode ser originada pela pleiotropia, ligação gênica ou ambiente, podendo-se expressar de modo completa, em caracteres qualitativos, ou apresentar graus de correlação, expressos pelo coeficiente de correlação (r) em associações quantitativas (Falconer, 1989).

Os trabalhos realizados em milho para elevar o conteúdo de óleo, geralmente, acarreta mudanças morfológicas na espiga e nos grãos, pela alteração metabólica na planta. O gasto realizado para que o grão produza mais óleo, conduz a uma redução no total de carboidratos e reduz-se a produção de grãos. Essa produção usualmente decresce em híbridos que atingem níveis de óleo superiores a 8,0%.

Woodworth et al. (1952) relataram que após 50 gerações de seleção para alto e baixo teor de óleo na variedade Burr's White, a população IHO mostrou espigas pequenas, com sementes pequenas e embrião grande, sendo que as plantas apresentavam menor altura quando comparadas à população original, e com aproximadamente metade da produtividade dos híbridos locais. Em comparação, a população ILO apresentou espigas maiores e sementes grandes, porém com embrião reduzido. Lofland &

Quackenbush (1954), avaliando 49 híbridos alto óleo, com variação no teor de óleo de 3,8 a 10,2%, mostrou uma correlação negativa entre produção de grãos e taxa de óleo ($r = - 0,35^{**}$). A correlação de 29 desses híbridos (com valores de 5,4 a 8,4%) entre produção de grãos e teor de óleo, foi de $r = 0,06$.

Alexander & Seif (1963) trabalhando com dois materiais sintéticos de milho, D.O. Syn. e Alexho, não encontraram associações entre peso dos grãos e concentração de óleo para 866 espigas. Em trabalho posterior, Alexander & Lambert (1968) sugeriram que a capacidade da planta em produzir carboidratos e sintetizar óleo é, fisiologicamente, independente, entre um intervalo de 4,0 a 7,0% de óleo. Esse fato melhora a perspectiva de se conseguir variedades ou híbridos alto óleo com boa produtividade.

Batista & Toselo (1979) calcularam o coeficiente de correlação fenotípica entre os caracteres de peso, volume, densidade e porcentagem de óleo nos grãos de milho, em duas populações contrastantes para conteúdo de óleo, em populações oriundas do composto dentado ESALQ VD-2. A população Alto Óleo foi obtida após cinco ciclos de seleção entre famílias de meios-irmãos para produtividade e, dentro das famílias, com seleção visual para embrião grande. Os resultados mostram que o coeficiente de correlação entre peso e volume de 100 grãos foi altamente significativo em ambas as populações, e a porcentagem de óleo não se correlacionou, significativamente, com os demais caracteres. Os autores ressaltam que o método seletivo usado para elevar o teor de óleo, fez com que as características de peso, volume e densidade dos grãos se correlacionassem fenotipicamente com a porcentagem de óleo de maneira semelhante nas populações contrastantes para tal caráter.

Lambert (1994) listou diversos trabalhos em diferentes populações de milho, onde o aumento do teor de óleo está associado com a redução no comprimento de espiga, menor diâmetro de espiga, peso de sementes reduzidos, redução na altura de planta e espiga, assim como florescimento precoce de algumas variedades.

Tatis (1990) trabalhando com as populações Piranão VD-2-MI-AO e Piranão VF-1-MI-AO, utilizando-se de seleção recorrente, obteve acréscimos na porcentagem de óleo de 21,2 e 13,4%, respectivamente, e concluiu que: a seleção para

alto óleo não conduziu a alterações significativas na média de densidade dos grãos, número de fileiras e diâmetro do sabugo; as estimativas da variância aditiva eram de boa magnitude (exceto para densidade dos grãos); há existência de suficiente variabilidade genética para a porcentagem de óleo, principalmente no material dentado; a elevação da porcentagem de óleo reduziu o rendimento nas duas populações e, que há baixa correlação genética entre a porcentagem de óleo e altura de planta e espiga. Nesse trabalho, o autor também relata alguns estudos que apresentam controvérsia quanto à correlação (alguns mostram valores positivos e outros negativos) entre porcentagem de óleo e peso da espiga. Porém, enfatiza-se que essa divergência nos valores encontrados deve-se ao tipo de população estudada e/ou ao avanço nos programas de melhoramento, permitindo com que haja quebra nos blocos gênicos que envolve essas características.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizadas quatro populações de milho, sendo uma delas (IAC TAIÚBA) proveniente do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e as demais, da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA). Há poucas informações sobre o comportamento destas populações em trabalhos realizados pelo Departamento de Genética da ESALQ/USP, e a seguir são relatadas algumas de suas características:

- **IAC TAIÚBA ÓLEO (+):** A população **IAC TAIÚBA** foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas-SP (IAC), a partir do inter cruzamento de 13 subpopulações, 12 híbridos e uma variedade (Lima et al., 1988). Suas principais características são: bom potencial produtivo (acima de 6000 Kg/ha), precocidade (ciclo de 130 a 140 dias), boa adaptação a solos ácidos, tipo de grãos semidentado e ótimo empalhamento da espiga (IAC, 1997).

Em 1993, foi plantado um lote isolado em Santa Rosa, ESALQ/USP, de onde foram escolhidas 725 progênies de meios irmãos, selecionadas visualmente para grãos amarelos. Foi tomada uma amostra de sementes de cada família, de aproximadamente 2 g, e mediu-se o teor de óleo, após uniformização para umidade, utilizando-se um aparelho de ressonância nuclear magnética. As 50 progênies que apresentaram o maior

teor de óleo nas sementes foram selecionadas para a formação da população denominada **IAC TAIÚBA ÓLEO (+)** ;

- **EMGOPA 504 (E 504)**: Essa população foi desenvolvida pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária e mostra uma boa *performance* para produção de grãos (acima de 7.800 Kg/ha), tendo ampla adaptabilidade, inclusive na região de Piracicaba-SP. Utilizou-se do método de melhoramento por seleção recorrente recíproca em plantas que apresentavam duas espigas. Tal metodologia explorou a prolificidade desse material, sendo indicado para plantios em que se tem alta densidade de plantas, ou densidade abaixo da recomendada, por falhas na semeadura, ou mesmo em consórcio com outras culturas (Ruschel et al., 1992). No presente trabalho, utilizou-se uma população de gerações avançadas desse híbrido populacional.
- **EMGOPA 505 (E 505)**: Essa variedade lançada pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária, também mostra uma boa produtividade (acima de 6.800 Kg/ha). Ela foi selecionada objetivando plantios tardios, no mês de fevereiro (safrinha), e apresenta boa tolerância ao estresse por deficiência hídrica (Ruschel et al., 1992).
- **EGO-19 C1**: De acordo com Ruschel¹, essa população também foi desenvolvida a partir de uma população da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária e mostra uma boa *performance* para produção de grãos. Em 1984, foram realizados cruzamentos entre plantas da variedade **EMGOPA 501** (Composto dentado selecionado para as condições do estado de Goiás) com plantas da variedade sintética “**High Oil Alexander**”, sendo o cruzamento efetuado nos dois sentidos. As sementes F₁ foram semeadas no verão de 1984/85 e as plantas autofecundadas. Na colheita, fez-se seleção visual para tamanho relativo do embrião. Em 1985, repetiu-se o processo, com nova seleção visual para tamanho do embrião. No verão de 1986/87 decidiu-se

¹ RUSCHEL, R. (Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA, Goiania-GO). Seleção para alto teor de óleo em sementes de milho. (Relatório da licença sabática - ESALQ/USP, 1992; não publicado).

aumentar a variabilidade genética do material através da introdução de germoplasma de adaptação tropical. As sementes S_2 selecionadas no inverno anterior foram plantadas em três campos isolados de multiplicação. As plantas S_2 do programa de óleo foram despendoadas, recebendo pólen dos seguintes materiais: 1º campo: 58 progênies de meios irmãos da variedade **BR-106**; 2º campo: 31 progênies de meios irmãos da população **EGO-15** (oriunda das populações CMS 11, 12, 14 e 15) e 3º campo: 60 linhagens S_2 selecionadas de híbridos comerciais (que deu origem à população **EGO-18**). As sementes colhidas de plantas S_2 do programa de óleo, foram selecionadas visualmente (terceira seleção visual). No verão de 1988/89, as sementes selecionadas foram multiplicadas em campos isolados, e as sementes colhidas (F_2) foram selecionadas visualmente para tamanho relativo do embrião (quarta seleção visual); à essa população deu-se o nome de **EGO-19 Original**. Posteriormente, esse material foi selecionado para óleo e produtividade, obtendo-se uma população denominada **EGO-19 C1**, com percentagem de óleo ao redor de 7,8%.

3.2 Métodos

3.2.1 Obtenção das progênies

Em dezembro de 1995, as quatro populações foram plantadas em quatro lotes contíguos, no Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP. Cada lote apresentava 30 linhas de 10 m de comprimento, espaçadas em 1 m e com 0,20 m entre plantas.

Não houve seleção rigorosa nas plantas participantes dos cruzamentos, descartando-se apenas as plantas excessivamente doentes, plantas acamadas e plantas quebradas. As linhas foram subdivididas para a obtenção de progênies de irmãos germanos (IG) e progênies de autofecundação (S_1), de onde foram realizados cruzamentos controlados para obtenção das progênies, totalizando oito subpopulações.

Objetivando determinar o efeito heterótico, cruzaram-se algumas plantas da população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) com a população EGO-19 C1.

Após a colheita, em junho de 1996 e devida secagem, selecionou-se no laboratório um número adequado de progênies de cada população, descartando-se espigas doentes e/ou com número insuficiente de sementes para o ensaio de avaliação (Tabela 03).

Tabela 03. Número de progênies S_1 e de IG selecionadas de cada população para o ensaio de avaliação, 1996/97.

SUBPOPULAÇÃO	Nº DE PROGÊNIES
IAC TAIÚBA ÓLEO (+)	$S_1 = 110$
IAC TAIÚBA ÓLEO (+)	IG = 92
E 504	$S_1 = 153$
E 504	IG = 129
E 505	$S_1 = 149$
E 505	IG = 123
EGO-19 C1	$S_1 = 77$
EGO-19 C1	IG = 87
IAC TAIÚBA ÓLEO (+) X EGO-19 C1	32
TOTAL	952

3.2.2 Execução experimental

As progênies de irmãos germanos e de autofecundação foram avaliadas em dois locais, na Estação Experimental de Anhembi-SP e em Rio Verde-GO, sendo que a semeadura foi realizada durante o mês de outubro de 1996, em ambos os locais. Utilizou-

se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de 4 m lineares, espaçadas por 1 m e com 0,2 m entre plantas. A cada dez linhas, foi intercalada uma testemunha (G-85, híbrido triplo comercial). Na semeadura colocaram-se 30 sementes por parcela, e 15 dias após a germinação, efetuou-se o desbaste, mantendo-se 20 plantas por parcela.

As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para as culturas comerciais, assim como o controle de plantas daninhas. Posteriormente, foram avaliados os seguintes caracteres:

- **Altura de planta (AP):** média da altura de cinco plantas competitivas casualizadas em cada parcela, medidas em metros do nível do solo até a inserção da folha bandeira.
- **Altura de espiga (AE):** média da altura de espiga nas mesmas cinco plantas competitivas, medidas em metros do nível do solo até a inserção da espiga superior.
- **Estande (ES):** corresponde ao número total de plantas com espigas, avaliado no momento em que a parcela atinge a maturidade fisiológica.
- **Número de ramificações do pendão (NRP):** contagem do número total de ramificações do pendão, envolvendo o eixo central e as ramificações laterais, efetuada no próprio campo, após completa liberação do pólen. Foram tomados cinco pendões entre plantas competitivas de uma única repetição.
- **Peso de espigas (PE):** após a colheita, as espigas despalhadas foram levadas para o laboratório, e pesadas em quilogramas por parcela.
- **Número de espigas (NE):** contagem do número total de espigas dentro de cada parcela.
- **Comprimento da espiga (CE):** mediu-se o comprimento de cinco espigas tomadas ao acaso de cada parcela, sobre uma régua fixada numa caixa e graduada em centímetros.
- **Diâmetro da espiga (DE):** semelhantemente, mediu-se o diâmetro da parte mediana de cinco espigas tomadas ao acaso de cada parcela.

- **Peso de grãos (PG):** após a debulha das espigas de cada parcela, os grãos foram pesados, em quilogramas por parcela. O teor médio de umidade das parcelas estava ao redor de 13,0%.

Os dados de peso de grãos e peso de espigas foram ajustados para um estande ideal de 20 plantas, de acordo com a metodologia de covariância, sugerida por J. B. Miranda Filho (op. cit., Vencovsky & Barriga, 1992). Estimou-se o coeficiente de regressão linear (b), obtido por: $b = SP_{xy} / SQ_x$, sendo x o estande e y a produção; SP_{xy} é a soma de produtos residual da análise de covariância estande x produção; SQ_x é a soma de quadrados residual da análise de variância para estande, corrigindo-se para o total de parcelas do seguinte modo:

$$P_c = P - b (X - 20)$$

onde:

P_c : peso corrigido de espigas ou de grãos;

P : peso observado de espigas ou de grãos;

b : coeficiente de regressão linear do peso de espigas ou de grãos, relacionado às variações de estande.

X : estande observado.

- **Teor de óleo nos grãos (TO):** após a medição de todos os caracteres, foi tomada uma amostra em cada parcela, de uma repetição e medida a quantidade de óleo nos grãos, em porcentagem. Para isso, utilizou-se um aparelho de ressonância magnética nuclear (RMN), pertencente ao Departamento de Genética da ESALQ/USP.

3.2.3 Medição do teor de óleo

A ressonância magnética nuclear (RMN) é uma técnica comparativa, realizada a partir de uma curva de calibração com amostras padrões, cujo teor de óleo é previamente conhecido. Segundo Colnago², aconselha-se o uso de quatro a seis amostras e o coeficiente de variação deve ser superior a 0,97, para que as análises tenham um ótimo grau de precisão. Caso contrário, deve-se repetir a calibração, a fim de minimizar possíveis fontes de erro.

Para o presente trabalho, foram utilizadas quatro amostras, com teor de óleo variando de 118,0 mg a 178,0 mg, obtendo-se curvas de calibração a cada três horas de medições aproximadamente, sempre alcançando os valores de coeficiente de variação recomendado.

Os grãos permaneceram em câmara seca, sendo retirados para a análise. Foi pesado um volume de aproximadamente 2,0 g de cada material, e colocado no aparelho, no módulo de análise. Assim que a leitura efetuou-se, inseriu-se o peso e o computador calculou o teor de óleo nos grãos da referida amostra. Tal procedimento foi realizado para os seguintes materiais:

- 725 progênies da população IAC TAIÚBA, de onde foram selecionadas as 50 progênies com maior teor de óleo.
- Amostras representativas das populações EMGOPA 504, EMGOPA 505 e EGO-19 C1 e do híbrido comercial G-85.
- Todas as espigas oriundas de autofecundação e do cruzamento entre plantas (irmãos germanos) das populações: IAC TAIÚBA ÓLEO (+) S₁ e IG; EMGOPA 504 S₁ e IG; EMGOPA 505 S₁ e IG; EGO-19 C1 S₁ e IG; e também do cruzamento IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1.
- Todas as progênies S₁ e progênies de IG avaliadas das populações, em um local e uma repetição.

² COLNAGO, L.A. (Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Instrumentação Agropecuária. CNPDIA, São Carlos-SP). Análise do teor de óleo em sementes por RMN. (não publicado).

3.2.4 Análises estatístico-genéticas e componentes de variância

O estudo das variâncias foi realizado de acordo com a Tabela 04:

Tabela 04. Quadro de análise de variância para progênes de irmãos germanos (IG) e S₁.

FV	GL	QM (IG)	E (QM)	QM (S ₁)	E(QM)
Repetições	r-1	-	-	-	-
Progênes	n-1	Q ₁₁	$(\sigma_1)^2 + r \sigma_{IG}^2$	Q ₂₁	$(\sigma_2)^2 + r \sigma_{S1}^2$
Erro	(n-1) (r-1)	Q ₁₂	$(\sigma_1)^2$	Q ₂₂	$(\sigma_2)^2$

QM = quadrados médios; E (QM) = esperança de quadrados médios.

A variância entre progênes, tanto para irmãos germanos, como para progênes de autofecundação, foi calculada do seguinte modo:

$$\hat{\sigma}_{IG}^2 = (QM_{11} - QM_{12}) / r$$

$$\hat{\sigma}_{S1}^2 = (QM_{21} - QM_{22}) / r$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{IG}^2$ = variância entre progênes de IG;

$\hat{\sigma}_{S1}^2$ = variância entre progênes S₁ ;

r = repetições;

$(\hat{\sigma}_1)^2$ e $(\hat{\sigma}_2)^2$ = variâncias residuais para progênes de IG e S₁ , respectivamente.

A partir da esperança dos quadrados médios, supondo-se as frequências alélicas $p = q = 1/2$, tem-se que:

$$\sigma^2_{IG} = 1/2 \sigma^2_A + 1/4 \sigma^2_D$$

$$\sigma^2_{S1} = \sigma^2_A + 1/4 \sigma^2_D$$

onde:

σ^2_A = variância genética aditiva;

σ^2_D = variância atribuída aos desvios de dominância.

Para a estimação da variância genética aditiva, tem-se duas hipóteses plausíveis, de acordo com o valor suposto para a variância atribuída aos desvios de dominância:

$$H_A: (\sigma^2_D = 0); \quad \hat{\sigma}^2_{A(IG)} = 2 \hat{\sigma}^2_{IG};$$

$$\hat{\sigma}^2_{A(S1)} = \hat{\sigma}^2_{S1}$$

$$H_B: (\sigma^2_D = \sigma^2_A); \quad \hat{\sigma}^2_{A(IG)} = (4/3) \hat{\sigma}^2_{IG};$$

$$\hat{\sigma}^2_{A(S1)} = (4/5) \hat{\sigma}^2_{S1} - (4/5) D$$

sendo:

$$D = D_1 + 1/8 D_2$$

De acordo com Cockerham (1983), os componentes D_1 e D_2 originam-se na variância entre progênes de autofecundação devido à endogamia: D_1 = covariância entre efeitos aditivos e dominantes nos homozigotos; D_2 = variância do efeito dominante nos homozigotos. Para a condição hipotética onde $\hat{\sigma}^2_D = \hat{\sigma}^2_A$, tem-se que $\hat{\sigma}^2_{S1} = (5/4) \hat{\sigma}^2_A + D$ e $\hat{\sigma}^2_{IG} = (3/4) \hat{\sigma}^2_A$. Conseqüentemente, D é o valor do desvio que origina as diferenças observadas nas estimativas para os dois tipos de progênes e é estimado por:

$$\hat{D} = \hat{\sigma}^2_{S1} - (5/3) \hat{\sigma}^2_{IG}$$

O coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo, para médias de progênes, foi calculado do seguinte modo:

$$h^2_{IG} = (Q_{11} - Q_{12}) / Q_{11}$$

$$h^2_{S1} = (Q_{21} - Q_{22}) / Q_{21}$$

3.2.5 Quantificação da depressão por endogamia

Para o estudo e melhor compreensão da depressão por endogamia, foram utilizados modelos apropriados para as médias dessas populações:

$$m_{IG} = \mu + a + d \text{ (para as progênes de irmãos germanos);}$$

$$m_{S1} = \mu + a + 1/2 d \text{ (para as progênes } S_1 \text{),}$$

onde:

m_{S1} e m_{IG} = médias das progênes S_1 e IG, respectivamente;

μ = metade da diferença entre os valores genotípicos para os homozigotos, somado para todos os locos;

a = contribuição total dos homozigotos na média;

d = contribuição total dos heterozigotos na média.

A depressão por endogamia foi estimada por :

$$I = m_{S1} - m_{IG}$$

$$I\% = 100 (m_{S1} - m_{IG}) / m_{IG}$$

A estimativa da depressão por endogamia para 1% do coeficiente de endogamia foi obtida por:

$$I_{1\%} = I/50.$$

O parâmetro $A = \mu + a$, que é a média esperada de uma amostra casualizada de linhas completamente homozigóticas, e d , foram estimados por:

$$A = 2 m_{S1} - m_{IG} ;$$

$$d = - 2I.$$

Finalmente, após a avaliação da porcentagem de óleo nos grãos em todas as progênies, selecionaram-se as de alto teor, a fim de se promover a recombinação genética entre progênies dentro de populações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação geral das progênes

A Tabela 05 mostra os valores de oito caracteres estudados para as progênes S_1 e de IG das populações avaliadas em Anhembi-SP, além dos valores concernentes ao caráter peso de espigas no ensaio de Rio Verde-GO, durante o ano agrícola de 1996/97. Em decorrência de diversos inconvenientes, não se mediram os demais caracteres nesse experimento, como estava proposto no início do trabalho. A Tabela exhibe o valor da média geral de cada caráter, o menor valor (mínimo), o maior valor (máximo), o valor médio da testemunha utilizada (híbrido triplo comercial G-85), a porcentagem em relação à testemunha e o coeficiente de variação ambiental. O número de ramificações do pendão foi amostrado em cinco plantas de 50 parcelas casualizadas; para a testemunha, tomou-se apenas uma única medição em 250 plantas no ensaio todo.

Foi verificado que, para todos os caracteres, nas populações avaliadas, as médias das progênes de IG foram superiores às médias das progênes S_1 . O cruzamento interpopulacional entre IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 deve ser analisado observando-se que são progênes obtidas planta a planta, e que apresenta reduzido número de tratamentos avaliados (32 progênes), quando comparado às demais populações. Porém, tais mensurações servem de base para melhor avaliação do comportamento dessas populações originais.

Os valores do coeficiente de variação ambiental para os ensaios são considerados altos para os caracteres peso de grãos (variando de 16,1 a 28,2%) e peso de espigas (15,2 a 25,2%). Tais magnitudes revelam significativa influência ambiental, e podem afetar a seleção de progênes para os ciclos subseqüentes. Para os demais caracteres observaram-se as seguintes variações: número de espigas (12,8 a 27,1%), diâmetro da espiga (4,3 a 6,9%), comprimento da espiga (6,5 a 10,6%), altura da planta e altura da espiga (4,6 a 12,2%). Esses intervalos, porém, permitem enquadrar todos os ensaios dentro de níveis aceitáveis de experimentação.

4.1.1 Peso de grãos

Os dados referentes ao peso de grãos estão expressos em gramas/planta, para as progênes avaliadas. Com relação aos valores da média para esse caráter, observou-se um baixo potencial produtivo em alguns dos materiais avaliados, não atingindo as expectativas, principalmente para a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+). Tais resultados podem ser explicados por diversos fatores, entre os quais destacam-se: a) condições climáticas desfavoráveis, com períodos prolongados de seca desde o plantio, sendo que a irrigação não supriu de maneira satisfatória o déficit hídrico; b) o ataque de diversas doenças verificadas, praticamente em todas as populações. Foram constatadas a presença de algumas viroses e *Exserohilum turcicum*, porém a manifestação mais acentuada foi o ataque do fungo *Phaeosphaeria maydis*, que atingiu as plantas na época de maturação fisiológica. Essa mancha foliar teve um progresso de severidade bastante rápido e as plantas exibiram alterações visuais de maneira bem acentuada.

Para a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+), as progênes S₁ e de IG produziram, respectivamente, 33,5 e 57,7 g/planta, o que corresponde a 31,3 e 62,9% da média da testemunha. Dentre as populações estudadas neste trabalho, estes foram os menores valores encontrados para cada um dos tipos de progênes e, conseqüentemente, a menor média avaliada.

Considerando-se uma densidade de 50.000 plantas/ha, tem-se uma produtividade para essa população de 1,7 e 2,9 t/ha para as progênies S_1 e de IG, respectivamente. Nota-se portanto, uma grande discrepância entre os valores observados e o relatado no Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que mostra uma produtividade média de 6,3 t/ha para o IAC TAIÚBA (IAC, 1997). Além dos fatores citados acima, que contribuíram para a queda na produção de grãos, deve-se enfatizar que a população utilizada no presente trabalho passou por um ciclo de seleção visual para coloração de grãos, realizado no Departamento de Genética da ESALQ/USP, sendo, posteriormente, selecionadas somente 50 progênies que exibiram maior teor de óleo nas sementes, as quais, certamente, não eram as mais produtivas.

A população E 504 apresentou boa produção para progênies de IG, que foi de 69,8 g/planta, o que corresponde a 94,6% da média da testemunha. O valor das progênies de cruzamento (IG) aproximou-se do valor do híbrido G-85, mostrando ser o material mais produtivo dentre as populações avaliadas, excetuando-se o cruzamento interpopulacional, e com grandes possibilidades de ser utilizado em trabalhos que visam o aumento da produtividade. Mesmo que em termos absolutos essa produtividade não seja tão acentuada (3,5 t/ha), deve-se considerar as condições adversas do ambiente, tornando-se importante a comparação com a testemunha.

A variedade E 505 apresentou o maior valor de produção para as progênies S_1 , que foi de 57,7 g/planta, ao passo que as progênies de IG produziram 61,5 g/planta, valores estes que correspondem a 57,6 e 76,8% da média da testemunha. A produção observada nas progênies de autofecundação reflete, diretamente, na menor endogamia apresentada pela variedade E 505, não exibindo queda muito acentuada nos caracteres avaliados, quando comparadas às progênies de IG.

Com relação à população EGO-19 C1, observou-se superioridade no valor da média entre as progênies de IG nas populações avaliadas (76,2 g/planta), o que equivale a 80,6% da média da testemunha. Esse valor mostra que a população apresenta um bom potencial produtivo, porém não superior à população E 504.

O cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 produziu 84,0 g/planta, superando, ligeiramente, a média da testemunha (100,4%). Esse

valor excedeu todos os demais resultados para peso de grãos e, como a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) exibiu valores de menor produtividade, parece ter havido então uma contribuição maior da população EGO-19 C1 para esse caráter, além da expressão da heterose.

Observando-se a distribuição das médias destas populações, nota-se a presença de variabilidade genética, a qual poderá ser explorada através de métodos de seleção recorrente nos próximos ciclos.

Esses valores para a produção de grãos para todas as populações devem ser considerados em um trabalho de melhoramento, envolvendo aspectos fisiológicos dos grãos, já que comumente criam-se índices relacionados, como a porcentagem de óleo e a produtividade.

4.1.2 Peso de espigas

O peso de espigas está expresso em gramas/planta para as progênies avaliadas em Anhembi-SP e Rio Verde-GO, sendo que o cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 não foi testado neste último local, devido ao número insuficiente de sementes; a média dos CVs foram semelhantes nos dois ambientes (19,19 e 18,12%, respectivamente).

Deve-se salientar que, no ensaio de Goiás, não foram tomados dados concernentes ao estande, e conseqüentemente, não se fez a correção por covariância. Como as condições edafo-climáticas foram bastante satisfatórias no local, observou-se um número bem reduzido de falhas nas parcelas, e por isso achou-se conveniente utilizar as medidas deste ensaio.

É importante ressaltar, que à semelhança de peso de grãos, a população E 505 exibiu médias superiores entre as progênies endógamas, em ambos os locais, revelando ser um material com baixa depressão por endogamia para os caracteres de produção. Em Anhembi-SP, verificou-se média igual a 70,5 g/planta, ao passo que em

Rio Verde-GO, observou-se um valor correspondente a 89,7 g/planta, correspondentes a 59,1 e 59,7% da média da testemunha. Por outro lado, a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) revelou os menores valores para as progênes de autofecundação (49,7 e 69,6 g/planta, em Anhembi-SP e Rio Verde-GO, respectivamente), podendo ser considerada como um material que manifesta intensamente os efeitos da endogamia para os caracteres relacionados à produção.

Considerando-se o peso de espigas para as progênes de IG, em relação à testemunha, constatou-se que a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) demonstrou menor média de produção em ambos os locais de avaliação: 79,2 g/planta em Anhembi-SP (71,2% da média da testemunha) e 105,8 g/planta (75,1% da média da testemunha) em Rio Verde-GO.

As demais populações ensaiadas exibiram médias superiores entre as progênes de IG. No ensaio em Anhembi-SP, a população E 504, novamente, apresentou desempenho superior (93,6 g/planta), seguida das populações EGO-19 C1 (97,3 g/planta) e E 505 (73,8 g/planta) o que perfaz 102,7; 85,0 e 76,6% da média da testemunha. O cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 produziu 107,5 g/planta, correspondendo a 104,7% da média da testemunha, superando todas as progênes avaliadas. Isso confirmou a boa produtividade da população EGO-19 C1, a qual, certamente, contribuiu com mais expressividade nesse cruzamento.

Em Rio Verde-GO, verificaram-se os seguintes valores em g/planta: E 504 (129,3 g/planta); EGO-19 C1 (117,6 g/planta) e E 505 (121,2 g/planta) o que perfaz, respectivamente, a 96,5; 88,4 e 85,6% da média da testemunha. Portanto, em termos relativos, a população E 504 suplanta às demais para produção em ambos os locais, e pela distribuição das médias observadas, pode-se explorar a potencialidade dessa população através de seleção, já que existem progênes com valores de grande magnitude (Figura 03).

Ruschel et al. (1992) relataram a boa *performance* das populações E 504 e E 505 nos ensaios realizados no estado de Goiás; são materiais adaptados às condições desse estado, sendo enfatizado que este último é um material com boa produtividade,

mesmo em condições de estresse hídrico. Os autores obtiveram médias em oito ensaios para produção de peso de espigas iguais a 7,8 e 6,9 t/ha, respectivamente.

Em relação ao peso de espigas, todas as progênies mostraram produtividade superior no ensaio de Rio Verde-GO, quando comparadas ao experimento de Anhembi-SP. Isso está relacionado às condições climáticas favoráveis nesse período, à menor incidência de doenças e ao solo propício encontrado em Goiás. Pode-se perceber, que houve grande concordância entre os ensaios nos dois locais de avaliação pela relação existente entre a porcentagem da testemunha nas populações para ambos os tipos de progênies. Considerando-se, em termos produtivos, tanto para o caráter peso de grãos quanto peso de espigas, nas duas localidades, observou-se a seguinte sequência em ordem decrescente: EGO-19 C1 x IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504, EGO-19 C1, E 505 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+). Portanto, dentre as quatro populações estudadas, deve ser destacada a potencialidade produtiva nas populações E 504 e EGO-19 C1.

4.1.3 Número de espigas

O caráter número de espigas está expresso em espigas/parcelas. Considerando-se progênies de IG, todas as populações exibiram média superior à testemunha, excetuando-se E 505. A população E 504 apresentou média de 19,1 espigas/parcelas, o que corresponde a 126,0% em relação à média da testemunha. Sendo o maior valor observado dentre todos os materiais avaliados, salienta-se que esse caráter é um dos principais responsáveis pelo potencial de produtividade exibido por esse material.

Salientando o baixo efeito endogâmico, verificou-se que a variedade E 505 exibiu média de 15,6 e 16,0 espigas/parcela para as progênies S_1 e de IG respectivamente, sendo este o menor valor encontrado para as progênies de cruzamento. Porém, ao se comparar com a testemunha (93,6 e 98,2%, respectivamente) verifica-se que não há uma discrepância tão acentuada e os valores mostram-se bastante próximos.

O cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 produziu 18,1 espigas/parcelas, ao passo que a testemunha produziu 15,2 espigas/parcela, o que equivale a 119,3%. Como as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) e EGO-19 C1 apresentaram valores altos na produção do número de espigas, mostra que o caráter manteve-se inalterado nas progênes em cruzamento interpopulacional.

Em trabalhos onde buscam-se melhorar características fisiológicas, como é o caso do teor de óleo nas sementes de milho, têm-se observado uma acentuada diminuição no peso de grãos, afetando a produtividade. Em contrapartida, torna-se bastante interessante selecionar materiais prolíficos, a fim de compensar tal defasagem e conseguir variedades com boa produção.

4.1.4 Diâmetro da espiga

O caráter diâmetro da espiga está expresso em cm/espiga. Comparando-se as progênes de IG, observa-se que as populações EGO-19 C1 (4,3 cm), E 505 (4,2 cm) e o cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 (4,3 cm) apresentaram valores semelhantes, equivalentes a 96,8% da média da testemunha. Somente para essa característica que a população E 505 conseguiu sobressair, ao passo que a população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) exibiu os menores valores (3,8 cm, que corresponde a 88,4% da média da testemunha), tendo contribuído para a menor produtividade observada nessa população.

Esses valores de equivalência com a média da testemunha, revelam que nenhuma das populações igualou ou superou o híbrido G-85 utilizado, porém, a distribuição das médias para o diâmetro de espigas, mostra que existe um potencial para seleção visando o aumento desse caráter, principalmente nas populações que exibiram as médias superiores.

Em populações semi-exóticas (EE1 e EC4), Nass (1992) descreveu valores de 3,9 e 4,5 cm, respectivamente, para progênes de IG, concordando com Santos

(1985), que encontrou valores próximos para progênes de meios irmãos nessas populações.

4.1.5 Comprimento da espiga

O caráter comprimento da espiga também está expresso em cm/espiga. Em termos de progênes de IG, todas as populações tiveram desempenho acima de 90% da média da testemunha, porém somente a população E 504 e o cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 superaram-na (103,6 e 100,8%, respectivamente). Isso corrobora com os valores superiores encontrados nos caracteres peso de grãos e de espiga nesses materiais, indicando haver uma possível relação positiva entre o comprimento da espiga e a produtividade. Entretanto, Salazar & Hallauer (1986), após 15 ciclos de seleção massal divergente para comprimento da espiga, relataram que a seleção indireta baseada nesse caráter não foi eficiente para aumentar a produção de grãos.

Os menores valores foram encontrados nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) e E 505 (14,9 e 13,8 cm, correspondendo a 91,0 e 91,1% da média da testemunha), sendo que para essa variedade observaram-se médias semelhantes entre as progênes S_1 e de IG. Dentre as populações estudadas neste trabalho, estes foram os menores valores encontrados, concordando com a menor produtividade revelada por essas populações.

O cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 apresentou média de 15,9 cm, valor esse equivalente a 100,8% da média da testemunha, superando as populações parentais.

4.1.6 Altura da planta

Com relação ao caráter altura da planta (cm/planta), observaram-se que as populações apresentaram plantas altas, o que não é favorável em trabalhos de melhoramento. As progênes de IG foram superiores à testemunha utilizada, ao passo que as progênes de autofecundação exibiram valores bastante próximo da mesma, acima de 96,0%.

A população E 504 mostrou plantas de porte elevado. Os valores médios foram de 212,9 cm para as progênes S_1 e de 241,4 cm para as progênes de IG, o que corresponde, respectivamente, a 99,3 e 110,4% em relação à testemunha; para cada um dos tipos de progênes, esses foram os maiores valores absolutos registrados. A diferença entre as progênes endógamas e não endógamas foi mais ampla do que a verificada por Teresawa Júnior (1993), que relatou média em duas localidades de 216,0 e 234,8 cm, na população ESALQ PB-2; e de 207,1 e 225,2 cm na população ESALQ PB-3, para progênes S_1 e S_0 , respectivamente.

Em contrapartida, a variedade E 505 apresentou os menores valores de altura de planta, tanto para as progênes S_1 como para as progênes de IG, sendo, respectivamente, 180,2 e 194,0 cm, equivalente a 96,2 e 100,9% da média da testemunha.

Para o cruzamento IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 registraram-se 230,7 cm, correspondente a 110,8% do valor médio apresentado pela testemunha. Em termos de porcentagem relativa, tais valores assemelham-se às médias das progênes de cruzamento (IG) de ambas as populações parentais.

Como todos os materiais avaliados através de IG, juntamente com o cruzamento interpopulacional, exibiram valores maiores que a testemunha utilizada, torna-se interessante, em ciclos subseqüentes de seleção recorrente, selecionar plantas mais baixas através do uso de poligenes (Miranda Filho, 1974). A distribuição observada nessas populações mostra que há viabilidade em se conseguir tal objetivo.

4.1.7 Altura da espiga

A população E 504 , que exibiu os maiores valores para altura da planta, também mostrou valores de grande magnitude para o caráter altura da espiga. Para as progênies S_1 e de IG, verificaram-se valores correspondentes a 115,6 e 135,9 cm, respectivamente, o que equivale a 103,5 e 120,5% da média da testemunha. A população IAC TAIÚBA ÓLEO (+), apesar de não apresentar a maior média em termos de progênies de IG (134,3 cm), suplantou as demais populações em relação à testemunha (123,7%).

A variedade E 505 apresentou o menor valor de altura da espiga entre as progênies de cruzamento, com média igual a 114,7 cm, ao passo que nas progênies endógamas, a média foi de 101,9 cm (respectivamente 113,1 e 107,3% em comparação à testemunha). O cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 produziu 136,9 cm, equivalente a 121,7% do valor médio exibido pela testemunha, assemelhando-se às progênies de IG da população IAC TAIÚBA ÓLEO (+).

Teresawa Júnior (1993) verificou as seguintes médias para altura de espigas: 124,2 cm (progênies S_1), 136,0 cm (progênies S_0) na população ESALQ PB-2; 116,7 cm (progênies S_1), 127,0 cm (progênies S_0) na população ESALQ PB-3.

É notório observar que, à semelhança da altura da planta, obtiveram-se valores de altura da espiga acima da média da testemunha, salientando que, mesmo as progênies de autofecundação excederam a esses valores. Deve-se considerar, porém, que o híbrido G-85, utilizado como testemunha, apresenta plantas com baixa inserção de espiga. Nos próximos ciclos de melhoramento, torna-se viável selecionar plantas com menor altura da espiga, já que esse caráter está relacionado com acamamento e quebramento da planta.

4.1.8 Número de ramificações do pendão

Observaram-se para esse caráter, valores de maior magnitude na população IAC TAIÚBA ÓLEO (+), com médias iguais a 18,8 e 22,6 ramificações/planta, para as progênies S_1 e de IG, respectivamente, valores que perfazem 106,9 e 128,6% da média da testemunha. Como essa população revelou ser a menos produtiva em relação às demais, é possível que essa característica tenha influenciado, negativamente, na produtividade. Porém, a população E 504, que exibiu maior produção entre as progênies intrapopulacionais, também apresentou valores expressivos (19,7 e 21,9 ramificações/planta, para as progênies S_1 e de IG, respectivamente).

Por outro lado, o menor valor relatado foi de 13,1 ramificações/planta nas progênies endógamas da variedade E 505, ou seja, 74,7% da média da testemunha, não diferindo, significativamente, das progênies de cruzamento. É interessante notar que no cruzamento entre as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1, material esse com alta produtividade, a média foi de 19,6 ramificações/planta, assemelhando-se ao valor das progênies de IG na população EGO-19 C1, que foi de 19,2 ramificações/planta.

Nass (1992), trabalhando com duas populações semi-exóticas de milho, relatou médias altas: 29,1 e 36,2 ramificações/planta para as progênies S_1 e de IG, na população EE1; para a população EC4, as progênies S_1 e de IG apresentaram 25,1 e 28,7 ramificações/planta, respectivamente. Esse tipo de material geralmente apresenta plantas com grande número de ramificações no pendão.

É aconselhável nos próximos ciclos, selecionar famílias com pendões menores e com menos ramificações, já que diversos trabalhos têm relatado maior produtividade em milho que apresentam esse caráter reduzido, especialmente sob condições de estresse ambiental (Geraldi, 1977; Paterniani, 1981; Geraldi et al., 1985).

4.2 Depressão por endogamia

Em trabalhos que visam a produção de híbridos, o vigor das linhagens parentais pode ser fator limitante no sistema de produção de sementes. O uso de seleção recorrente com progênes endogâmicas tem-se mostrado eficiente para melhorar o vigor das linhagens e diminuir a carga genética na população (Hallauer et al., 1988; Hallauer & Miranda Filho, 1988; Marques, 1988; Teresawa Júnior, 1993).

Na Tabela 06, estão representados os valores médios para as progênes S_1 e de IG, depressão por endogamia (I), porcentagem em relação à população não endógama (I %), depressão decorrente do aumento de 1% na endogamia ($I_{1\%}$), contribuição relativa dos homozigotos ($A = \mu + a$) e contribuição relativa dos heterozigotos (d), para oito caracteres nas populações avaliadas em Anhembi-SP. Aparecem também os dados concernentes ao peso de espigas, medidos em Rio Verde-GO, para essas populações.

Com relação à depressão por endogamia, a população EGO-19 C1 foi a que apresentou os maiores valores para os caracteres peso de grãos: 43,0%; peso de espigas: 40,4%; número de espigas: 17,9%; diâmetro da espiga: 8,6%; comprimento da espiga: 9,9%; altura da planta: 16,6% e altura da espiga: 20,4%. De maneira semelhante, para esses mesmos caracteres, constatarem-se valores decrescentes de depressão para as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504 e E 505, respectivamente. A população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) apresentou o valor mais acentuado para o caráter número de ramificações do pendão (16,9%), ao passo que a população E 504 exibiu maior percentual para o caráter peso de espigas no ensaio de Rio Verde-GO (34,7%).

É interessante observar que a variedade E 505, praticamente, não manifestou depressão devido à endogamia, no ensaio de Anhembi-SP, sendo que as médias para a população endógama e não endógama foram bem semelhantes para todos os caracteres. No experimento de Rio Verde-GO, a depressão verificada para peso de espigas foi o menor valor registrado (26,0%), quando comparado às demais populações. Porém, há uma grande discrepância entre os percentuais observados para esse caráter,

quando comparado, com Anhembi-SP (4,4%). Provavelmente, isto esteja relacionado a dois fatores: a) essa variedade foi sintetizada de tal maneira, que muitos genes deletérios e/ou letais foram eliminados, podendo ser considerada uma população com alta frequência de alelos favoráveis; b) Em Anhembi-SP, houve uma grande pressão de seleção, relacionado à doenças, fato que não se verificou em Rio Verde-GO; em condições de estresse (sob pressão), as progênies de autofecundação tendem a reduzir a média de modo mais significativo que as progênies de cruzamento, intensificando a depressão endogâmica. Porém, se a carga genética for pequena, a pressão de doenças tende a aproximar as médias das populações endogâmica e não endogâmica. Sob condições normais (menor pressão de doenças), como verificaram-se em Rio Verde-GO, a população não endogâmica tem maior oportunidade de expressar o seu vigor e, conseqüentemente, a depressão endogâmica é mais acentuada. Entretanto, não existem no presente caso, informações adicionais para extrair conclusões mais precisas. Lima et al. (1984) fizeram uma abordagem a respeito das respostas diferenciadas da depressão por endogamia em função do ambiente de avaliação, concluindo que a interação é altamente significativa para o caráter produção de grãos e não significativa para altura da planta e altura da espiga.

A depressão média por endogamia para os caracteres com menor herdabilidade, observados para as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504 e EGO-19 C1, estão dentro dos percentuais relatados para diversas populações brasileiras. Lima et al. (1984) constataram que após uma geração de autofecundação, esse índice variou de 27,0 a 57,9%, com média de 40,5%. As populações derivadas de compostos e variedades de polinização livre são mais sensíveis à endogamia quando comparadas às populações oriundas de linhagens endogâmicas, e apresentam variação de 39,1 a 47,2%. Nass (1992) registrou valores variando de 44,8 a 46,7% para duas populações de milho semi-exóticas. Packer et al. (1996) trabalhando com a população ESALQ PB-1, relataram valor médio da depressão por endogamia de 41,0%, em dez experimentos, com intervalo de variação entre 26,0 e 46,2%.

Com relação aos demais caracteres, observaram-se valores concordantes com diversos outros trabalhos para as populações, excetuando-se a variedade E 505.

Deve-se enfatizar, que detectaram-se valores variando de 7,1 a 16,6% para altura da planta e 11,2 a 20,4% para altura da espiga, nas populações E 505 e EGO-19 C1, respectivamente. Kassouf & Miranda Filho (1986) detectaram na população ESALQ PB-1, médias iguais a 9,6% para altura da planta e 12,0% para altura da espiga. Avaliando duas populações de milho em dois locais, Teresawa Júnior (1993) constatou média de 7,0 a 9,0% para altura da planta e 7,0 a 10,0% para altura da espiga, valores esses abaixo da média de 32 populações brasileiras, relatados por Lima et al. (1984), que foi de 14,0 e 15,4%, respectivamente.

Deve ser ressaltado que as diferenças observadas no percentual de depressão por endogamia para cada caráter é decorrente da natureza genética exibida. Hallauer & Miranda Filho (1988) relataram que os elevados valores observados para peso de grãos e de espigas estão relacionados com o elevado grau de dominância, quando comparados à caracteres com alta herdabilidade. Falconer (1989) enfatizou que as maiores depressões por endogamia devem ser encontradas em caracteres controlados por maior número de genes dominantes, em populações com elevada frequência de heterozigotos em locos com dominância e em populações com alta carga genética.

Em consequência do valor de I, observou-se que a depressão esperada pelo aumento de 1% no coeficiente de endogamia, foi maior na população EGO-19 C1 para os caracteres: peso de grãos (0,7 g/pl), peso de espigas (0,8 g/pl), número de espigas (0,1 esp/parcela), diâmetro da espiga (0,01 cm), comprimento da espiga (0,03 cm), altura da planta (0,7 cm) e altura de espiga (0,5 cm). Para os caracteres número de espigas e diâmetro da espiga, obteve-se valores semelhantes entre essa população e IAC TAIÚBA ÓLEO (+); para o caráter comprimento da espiga, o valor igualou-se com o da população E 504 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+). Em relação ao número de ramificações do pendão, essa última população apresentou um maior valor (0,1 ram/pl) quando comparado às demais; para peso de espigas (Rio Verde-GO), a população E 504 exibiu o maior valor, que foi de 0,9 (g/pl).

De acordo com Hallauer & Miranda Filho (1988), a diminuição na produção de grãos em virtude do aumento da porcentagem de locos homozigóticos, segue uma relação linear. Esse autores relataram um decréscimo médio de 1,2 g/planta,

com variação entre 0,8 e 1,4 g/planta, devido ao aumento de 1% na homozigose para o caráter produção de grãos.

Com relação à contribuição dos locos, observou-se que houve uma tendência semelhante para as populações para IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504 e EGO-19 C1: para os caracteres com alta dominância, peso de grãos e peso de espigas, a contribuição maior foi dos heterozigotos (d), confirmando assim, a natureza não aditiva. Para os demais caracteres, a contribuição dos homozigotos ($A = \mu + a$) foi mais consistente, exibindo, portanto, natureza predominantemente aditiva. Tais resultados estão em concordância com os estudos realizados por Nass (1992), exceção feita ao caráter número de espigas em EE1; e também por Teresawa Júnior (1993). A variedade E 505, revelou características diferentes, e observou-se maior contribuição dos homozigotos para todos os caracteres; somente para o caráter peso de espigas (Rio Verde-GO), constatou-se contribuição maior dos heterozigotos.

A relação entre as contribuições homozigóticas e heterozigóticas, $\theta = (\mu + a)/d$ para o caráter peso de grãos foi de 0,19 na população IAC TAIÚBA ÓLEO (+), 0,33 na população E 504 e 0,16 na população EGO-19 C1; para peso de espigas, obteve-se, respectivamente: 0,34; 0,46, e 0,24. Pode-se inferir, portanto, que a curto e médio prazo, a população E 504 apresenta o maior potencial entre essas populações para extrair linhagens não muito depressivas. Para a variedade E 505 detectou-se um valor bastante alto para peso de grãos ($\theta = 7,0$) e novas avaliações precisam ser realizadas para conclusões mais satisfatórias; valores dessa magnitude são descritos para caracteres com baixa dominância, como altura da planta e da espiga (Lima et al, 1984); porém, o ensaio para peso de espigas em Rio Verde-GO, revela a potencialidade dessa população, sendo que a relação é bastante favorável e igual a 0,92. Regitano Neto (1993), trabalhando com milho pipoca Santa Rosa, registrou valores $\mu + a$ superiores a d ($\theta = 1,5$) para o caráter peso de espigas. Teresawa Júnior (1993) relatou, em dois locais de avaliação, médias iguais a 0,25 e 0,35 para ESALQ PB-2 e médias de 0,19 e 0,29 para ESALQ PB-3; Lima et al. (1984) estimaram médias de 0,28 para populações brasileiras.

De acordo com Lima et al. (1984), quando tem-se um modelo simples, sem epistasia, esperam-se que os valores de $\mu + a$ sejam superiores aos valores de d , para dominância parcial ou completa e, conseqüentemente, sendo um grande indicativo do potencial das populações na obtenção de linhagens com boa produtividade e alta capacidade combinatória. Através de sucessivas autofecundações, poder-se-á selecionar tais linhagens, pela eliminação de genes deletérios e/ou letais presentes na população.

Fazendo-se um retrospecto em diversos trabalhos, percebe-se que as estimativas de $\mu + a$ e d , não expressam com clareza a estrutura genética da população (Nass & Miranda Filho, 1995). Sabe-se que os alelos desfavoráveis (deletérios), prejudicam, sensivelmente, a produção, sendo que não se manifestam na condição heterozigótica; sob um crivo de endogamia, tais alelos mostram-se em homozigose e interferem na produtividade, muitas vezes através de ação epistática. Conseqüentemente, para uma população com alta frequência de genes favoráveis, que já tenham passado por processos endogâmicos, como as variedades sintéticas, tais estimativas são aceitáveis, pela menor expressão de carga genética. Em contrapartida, para populações que apresentam alta carga genética, com grande quantidade de genes desfavoráveis, tais alelos em homozigose influenciarão de maneira muito mais drástica e os resultados serão tendenciosos, não podendo ser comparados às populações melhoradas. Lima et al (1984) revelaram valores negativos de $\mu + a$ em 4 das 32 populações avaliadas; como tal estimativa expressa a média da contribuição das linhas homozigóticas, valores negativos não são esperados, sendo explicados através de erro experimental, da maior homozigosidade em relação à proporção esperada e também pelos efeitos epistáticos. Infere-se portanto, que tal modelo é incompleto e não acrescenta conclusões precisas concernentes ao potencial agrônomo da população; estudos mais detalhados, envolvendo avaliações sobre epistasia, devem ser conduzidos, a fim de que o modelo torne-se mais consistente.

Associado a esses inconvenientes, deve-se enfatizar que as estimativas de $\mu + a$ e de d , são medidas que envolvem valores relacionados à média do caráter, no processo endogâmico. Para o melhoramento genético, é importante avaliar a distribuição

dos valores das progênies, a qual revelará o potencial da população para a extração de linhagens superiores. Outro aspecto que assume importância, é a projeção da variância da depressão da endogamia, após sucessivas autofecundações, que é função das variâncias genéticas relacionadas aos efeitos de dominância e também dos coeficientes de endogamia das gerações utilizadas (Souza Júnior & Fernandes, 1997).

4.3 Análises de variância

Na Tabela 07, estão relatados os quadrados médios (QM) e as significâncias para tratamentos, em sete caracteres avaliados em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO. Deve-se considerar que, para cada estimativa existe um erro associado, o qual não foi calculado neste trabalho. Como foi efetuada a correção por covariância para peso de grãos e de espigas, perdeu-se 1 grau de liberdade (GL), porém isso torna-se irrelevante, já que o número de graus de liberdade para o erro é alto.

O quadrado médio de progênies foi superior ao quadrado médio do erro em todos os casos, à exceção para o caráter comprimento da espiga nas progênies E 505 IG. Através do teste F, detectaram-se diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) em quase todos os caracteres avaliados. Considerando-se $P < 0,05$, observaram-se diferenças entre as progênies de irmãos germanos na população EGO-19 C1 para os caracteres peso de grãos, peso de espigas e peso de espigas (Rio Verde-GO); na população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) para o caráter comprimento da espiga e na população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 para peso de grãos. Não foram detectadas diferenças significativas nas progênies de IG das populações E 505 para peso de espigas (Rio Verde-GO) e EGO-19 C1 para número de espigas. Isto pode estar relacionado com problemas de técnicas experimentais impróprias, como competição entre progênies ou então baixo estande, interferindo na média; número insuficiente de progênies testadas e grande influência ambiental.

As estimativas da variância genética entre progênies de IG e S_1 ($\hat{\sigma}_{IG}^2$ e $\hat{\sigma}_{S1}^2$), da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) e da herdabilidade para médias (h_m^2), estão relacionadas na Tabela 08. Verificou-se que a variância genética entre progênies endógamas (S_1) foi maior do que entre progênies de IG para todos os caracteres avaliados em todas as populações, confirmando-se a expectativa, já que a endogamia conduz a um aumento na variância genética entre as progênies (Paterniani & Miranda Filho, 1987; Marques, 1988). Em estudos realizados na população de milho ESALQ PB-1, Kassouf & Miranda Filho (1986) relataram valores mais acentuados em progênies S_1 para os caracteres florescimento feminino, florescimento masculino e número de ramificações do pendão; porém, para altura da planta e altura da espiga, as progênies de IG exibiram valores ligeiramente maiores.

De maneira geral, as variâncias entre as progênies apresentaram baixos valores para ambos os tipos de progênies avaliadas. Deve-se considerar que as populações utilizadas apresentam boa quantidade de alelos favoráveis, em virtude da maneira que foram sintetizadas, além dos diversos ciclos de seleção pelos quais têm passado e isso pode ter restringido os valores da variância genética.

Consideraram-se duas hipóteses para avaliar a relação σ_A^2 / σ_D^2 : para os caracteres com alta dominância (peso de grãos e de espigas), admitiu-se $\sigma_A^2 = \sigma_D^2$, ao passo que para os demais caracteres considerou-se $\sigma_D^2 = 0$. Quando se tem igualdade de frequências alélicas nas populações, a variância entre progênies de IG torna-se igual a $(1/2) \sigma_A^2 + (1/4) \sigma_D^2$. Para as progênies endógamas, a variância restringe-se a $\sigma_A^2 + (1/4) \sigma_D^2$, sendo que o desvio $D = D_1 + D_2$ iguala-se a zero, na geração F_2 . Caso contrário, a variância genética entre as progênies de autofecundação apresenta os componentes D_1 e D_2 da seguinte forma:

$$\sigma_{G(S1)}^2 = \sigma_A^2 + (1/4) \sigma_D^2 + D_1 + (1/8) D_2$$

onde, D_1 é a covariância entre os efeitos aditivos e dominantes nos homozigotos e D_2 é a variância dos efeitos de dominância nos homozigotos (Cockerham, 1983). Sendo D_1 uma

covariância, pode assumir valores positivos ou negativos, podendo então aumentar ou diminuir a variabilidade genética. Diversos autores têm demonstrado a importância dessas estimativas do desvio D, em programas de seleção recorrente baseado em progênies de autofecundação, cuja magnitude pode interferir diretamente no ganho genético (Lamkey & Hallauer, 1987; Coors, 1988; Nass, 1992). Deve-se enfatizar, entretanto, que tanto D_1 como D_2 estão relacionados à efeitos de dominância e, conseqüentemente tendem a valores baixos para os caracteres que apresentam baixo nível de dominância.

Com relação à variância genética aditiva, tem-se observado nos caracteres com alta dominância ($\sigma^2_A = \sigma^2_D$), que as populações avaliadas apresentaram influência do desvio D, e em alguns casos, de maneira bem acentuada. Quando o desvio assume valores menores que metade da variância aditiva, isto é, $D < (1/2)\sigma^2_A$, a variância das progênies de cruzamento superam a variância das progênies endogâmicas. Tal comportamento foi observado na população EGO-19 C1, que apresentou grande discrepância entre os valores da $\hat{\sigma}^2_A$ para as progênies S_1 e de IG, nos dois locais de avaliação.

Observou-se que para o caráter peso de espigas, não houve concordância de valores da variância nos dois ambientes, para todas as populações avaliadas. Além do erro experimental, isso deve-se, provavelmente, ao estresse ambiental, bem relevante em Anhembi-SP, tanto hídrico, quanto ataque de doenças, que alterou médias e variâncias, implicando na discordância de valores. Teresawa Júnior (1993) detectou também tais discrepâncias, nas avaliações de progênies de milho em dois locais contrastantes: Rondonópolis e Ponta Grossa. Outro fato que merece ser destacado, é que a população EGO-19 C1 apresentou para os caracteres relacionados à produção, uma grande diferença nos valores da $\hat{\sigma}^2_A$ entre as progênies S_1 e de IG. Isto explica-se pela ação do desvio D, que sendo positivo e de grande magnitude (60,2; 111,4 e 218,6 para peso de grãos, peso de espigas e peso de espigas (Rio Verde-GO), respectivamente) elevou consideravelmente os valores da referida variância nas progênies de autofecundação, e para peso de espigas, não se manifestou igualmente nos dois ambientes. Nas demais populações, o valor do desvio D para esses caracteres de alta dominância não foi tão

relevante (excetuando-se a variedade E 505 para peso de espigas em Rio Verde-GO, cujo $D=52,06$), assumindo valores negativos ou positivos.

Trabalhando com duas populações semi-exóticas de milho, Nass (1992) verificou valores de D para os caracteres peso de espigas e peso de grãos, respectivamente: -384,4 ; -297,3 (ESALQ PB-1 x ENTRELAÇADO 1) e -224,3 ; -172,7 (ESALQ PB-1 x CRAVO 4). Pode-se assumir que, para populações pouco melhoradas, isto é, com grande quantidade de alelos desfavoráveis, os efeitos aditivos e dominantes dos homozigotos (D_1) sejam negativos e evidenciados de maneira mais consistente, fato esse nem sempre observado nas populações melhoradas.

Para as estimativas de produção da $\hat{\sigma}_A^2$ (g/planta)², verificaram-se em média, valores baixos, aquém daqueles relatados na maior parte dos trabalhos de progênies em milho. Ramalho (1977), Miranda Filho (1985), Hallauer & Miranda Filho (1988) e Vencovsky et al. (1988) têm relatado, respectivamente, valores médios para $\hat{\sigma}_A^2$ na ordem de 320,0; 306,1; 469,1 e 309,0 (g/planta)². Considerando-se os dois locais de avaliação nesse trabalho, observaram-se as seguintes amplitudes para peso de grãos: 35,0 (EGO-19 C1 IG) a 105,4 (E 504 IG); peso de espigas: 48,7 (EGO-19 C1 IG) a 162,4 (E 504 S₁) e peso de espigas em Rio Verde-GO: 77,3 (E 505 IG) a 286,5 (EGO-19 C1 S₁). Em termos das médias de progênies no ensaio de Anhembi-SP, pode-se concluir que para produção, a população E 504 apresenta maior variabilidade disponível para programas de melhoramento, seguida pelas populações EGO-19 C1, E505, IAC TAIÚBA ÓLEO (+) e o cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1. Já no ensaio de Rio Verde (GO), tem-se as seguintes populações em ordem decrescente: EGO-19 C1, E 504, IAC TAIÚBA ÓLEO (+) e E 505.

Esses baixos valores verificados nessas populações, inclusive no cruzamento interpopulacional, podem ser decorrentes da média de produção, relativamente baixa em alguns casos, altos índices de coeficiente de variação ambiental, além de tais populações terem passado por ciclos de melhoramento. Diversos trabalhos com milho têm relatado valores baixos para $\hat{\sigma}_A^2$ em (g/planta)², principalmente, sob condições de pressão de seleção (estresse ambiental). Bigoto (1988) relatou valor de 54,4

para o caráter peso de espigas no 4º ciclo de seleção na população ESALQ PB-1, em virtude das condições de baixo estande; porém, no ciclo subsequente, o autor relatou variância igual a 283,7. Teresawa Júnior (1993), admitindo $\sigma^2_D / \sigma^2_A = 1/2$ para peso de grãos nas populações de milho ESALQ PB-2 e ESALQ PB-3, relatou valores de $\hat{\sigma}^2_A$ igual a 99,0 e 63,4 em Rondonópolis-MT e 413,1 e 303,1 em Ponta Grossa-PR, respectivamente; a baixa estimativa na primeira localidade e a grande discrepância observada foram devidas às condições de estresse ambiental. Regitano Neto (1993), trabalhando com milho pipoca Santa Rosa, detectou valores na ordem de 62,1 ($\sigma^2_D = 0$) e 41,1 ($\sigma^2_A = \sigma^2_D$); o autor enfatizou que tais valores da variância estão associados à baixa média de produção verificada no milho pipoca.

Para os demais caracteres, onde considerou-se ausência de variância de dominância, observaram-se, com frequência, valores superiores da variância genética aditiva nas progênies S_1 em relação às progênies de IG. Considerando-se o valor médio entre as progênies, verificou-se que para o caráter número de espigas, em (espigas/parcela)², a população E 504 apresentou a maior $\hat{\sigma}^2_A$, correspondendo a 8,3 ao passo que a população EGO-19 C1 exibiu média de 2,3.

Com relação ao caráter diâmetro da espiga, estimado em (cm/espiga)², o cruzamento interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 mostrou o maior valor de $\hat{\sigma}^2_A$, igual a $7,7 \times 10^{-2}$, enquanto que a variedade E 505 demonstrou índice de apenas $2,5 \times 10^{-2}$; as demais populações apresentaram valores intermediários e semelhantes entre si. Nass (1992) relatou média de $17,8 \times 10^{-2}$ e $5,7 \times 10^{-2}$ para as populações EE1 e EC4, respectivamente, sendo superiores às médias verificadas por Santos (1985) e Hallauer & Miranda Filho (1988).

Quanto ao comprimento da espiga, também estimado em (cm/espiga)², observou-se na população EGO-19 C1, o maior valor para a $\hat{\sigma}^2_A$, correspondendo a 1,2, enquanto que para a variedade E 505, detectou-se um valor de 0,1. Essa baixa variabilidade está associada com valores negativos da $\hat{\sigma}^2_P$ e da $\hat{\sigma}^2_A$, em virtude do QM do erro ter sido superior ao QM das progênies de IG. Tem-se relatado alguns casos de

variâncias negativas (Bigoto, 1988), principalmente em casos onde observou-se baixo estande.

Para os caracteres altura da planta e altura da espiga, observaram-se, em algumas populações, maior valor da $\hat{\sigma}^2_A$ para progênes de IG em relação às progênes S_1 ; as medidas foram estimadas em $(\text{cm/planta})^2$. Para altura da planta, a maior média da $\hat{\sigma}^2_A$ foi verificada na população E 504 (232,1), sendo 210,2 e 253,9 para progênes S_1 de IG, respectivamente; a menor média foi observada na variedade E 505 (89,0), sendo 87,1 para as progênes endógamas e 91,0 para as progênes de IG. Para o caráter altura da espiga verificou-se maior média de $\hat{\sigma}^2_A$ na população EGO-19 C1 (129,8), sendo 110,2 para as progênes S_1 e 149,3 para as progênes de IG; a variedade E 505 novamente exibiu a menor $\hat{\sigma}^2_A$ (70,2), apresentando valores de 67,9 e 72,5 para progênes S_1 e de IG, respectivamente. Dados relatados na literatura têm demonstrado grande amplitude de valores da variância aditiva. No levantamento realizado por Hallauer & Miranda Filho (1988), os valores médios relatados em $(\text{cm/planta})^2$, foram de 212,9 para altura da planta e 152,7 para altura da espiga. Observou-se portanto que, para altura da planta, a população E 504 apresentou média superior, ao passo que a variedade E 505, juntamente com as demais populações, apresentaram médias inferiores à relatada por esses autores. Para altura da espiga, todas as populações estão abaixo das médias desse levantamento. Kassouf & Miranda Filho (1986) trabalhando com a população ESALQ PB-1, considerando $\sigma^2_D = 0$, relataram os seguintes valores: altura da planta (109,3 e 222,3, para progênes S_1 e de IG, respectivamente); altura da espiga (665,0 e 135,0, para progênes S_1 e de IG, respectivamente).

Com relação ao coeficiente de herdabilidade para médias, observaram-se valores de maior magnitude nas progênes S_1 quando comparadas às progênes de IG. Para os caracteres com expressiva dominância, considerando-se o valor médio para os dois tipos de progênes avaliados em porcentagem, a população E 504 mostrou maior valor para peso de grãos (70,5%) e peso de espigas (69,9%), ao passo que a variedade E 505 apresentou os menores valores (45,6 e 47,1%, respectivamente). Para peso de espigas (Rio Verde-GO), apesar de E 504 apresentar um valor alto, foi superado pela

população IAC TAIÚBA ÓLEO (+), com valor de 70,2%, enquanto que a variedade E 505 revelou-se novamente como a população de menor herdabilidade para esse caráter (38,1%). Para os valores superiores, pode-se considerar que o coeficiente de herdabilidade é alto, quando comparado a outros relatos na literatura. Trabalhando com progênes de meios irmãos para peso de espigas, Zanotto (1986) observou também alto valor de herdabilidade para essa característica, correspondendo a 76,8% na população ESALQ VF-1. Soares Filho (1987) relatou valores variando entre 20,9 e 45,4% para a população Piranão VD-2B e 21,7 e 55,4% para Piranão VF-1B.

Para os demais caracteres, têm-se o menor e o maior valor, em porcentagem para as populações: número de espigas (EGO-19 C1: 33,2 e E 504: 64,8%); diâmetro da espiga (E 505: 51,1 e E 504: 72,2%); comprimento da espiga (E 505: 13,7 e E 504: 67,2%); altura da planta (IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1: 55,9 e E 504: 75,2%); altura da espiga (IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1: 61,4 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+): 69,4%). Valores semelhantes a esses, para altura da planta e da espiga, foram verificados por Kassouf & Miranda Filho (1986) para a média do coeficiente de herdabilidade na população ESALQ PB-1, considerando-se progênes S_1 e de IG: para altura da planta relataram 66,8% e para altura da espiga, 66,6%.

4.4 Teor de óleo nos grãos

Na Tabela 09, encontram-se os valores da média, mínimo e máximo do teor de óleo nos grãos, relatados em porcentagem, para as populações IAC TAIÚBA, IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504, E 505, EGO-19 C1 e da testemunha (G-85). Aparecem também, as mesmas medições para as progênes S_1 e de IG nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504, E 505, EGO-19 C1 e do cruzamento IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1, antes e após o ensaio de avaliação, em uma repetição.

A população IAC TAIÚBA original não é relatada como material promissor para óleo, porém, apresenta um nível considerado bom entre as populações brasileiras; como foi realizada uma seleção para coloração de grãos e tamanho de embrião, separaram-se 725 progênes com média igual a 5,8%; a partir daí, selecionaram-se as 50 progênes com teor mais elevado, IAC TAIÚBA ÓLEO (+), com média de 6,7%. As populações E 504 e E 505 também não foram sintetizadas objetivando alto teor de óleo e apresentaram médias iguais a 5,4 e 5,5%, respectivamente. Entretanto, como existe interesse em estudar a estrutura genética dessas populações no Departamento de Genética da ESALQ/USP, assim como iniciar um programa objetivando populações de milho com alto teor de óleo, elas foram avaliadas juntamente com a população EGO-19 C1, material esse desenvolvido pela EMGOPA para grãos com alta porcentagem de óleo, e cuja média (7,8%) é considerada excelente.

Na avaliação das progênes S_1 e de IG, têm-se notado que as progênes endógamas apresentaram pequena superioridade em relação às de cruzamento, antes do ensaio de avaliação. Após esse ensaio, as mesmas progênes avaliadas em uma repetição, tendem a apresentar valores menores e variáveis em relação ao tipo de progênie; isto deve-se à mistura de pólen do campo de avaliação, onde a maior parte não apresenta genes específicos para o aumento do teor de óleo, considerando-se que essa é uma característica controlada por diversos genes. Deve ser salientado, que os efeitos de xênia são acentuados para essa característica em milho, revelando que o parental feminino tem maior influência na porcentagem de óleo nos grãos, em relação à fonte polinizadora (Miller & Brimhall, 1951; Garwood et al., 1970), não sendo indicativo de que não se deva haver controle do parental masculino em programas sobre o teor de óleo nos grãos (Curtis et al., 1956).

As populações que não foram sintetizadas, especificamente, para alto teor de óleo (IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504 e E 505), exibiram médias semelhantes e próximas (5,9; 5,0 e 5,3%, respectivamente, considerando-se as progênes de IG), ao passo que a população alto óleo EGO-19 C1, manteve sua potencialidade para essa característica, com média igual a 7,6%. O cruzamento interpoblacional IAC TAIÚBA

ÓLEO (+) x EGO-19 C1 apresentou média de 6,7%, sendo o valor médio entre as duas populações parentais.

Não foram estimadas as variâncias de progênes e aditiva para o teor de óleo, porém a própria distribuição da média já revela a existência da possibilidade de explorar-se essa característica, principalmente para as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+), com valor de máximo igual a 8,2% e EGO-19 C1, com valor equivalente a 9,1%. Moreno-González et al. (1975), trabalhando com populações segregantes, concluíram que a variância genética aditiva para porcentagem de óleo nos grãos é, aproximadamente, oito vezes maior que a estimativa da variância de dominância em F_2 e quatro vezes maior em F_6 ; além disso, os autores sugeriram a existência de ligação entre diversos locos com ação gênica aditiva, ao passo que os locos relacionados com a variância de dominância distribuíam-se independentemente.

Sabe-se, que o aumento da quantidade de óleo nos grãos de milho tende a diminuir a produtividade, havendo portanto, uma correlação linear negativa entre porcentagem de óleo e peso de grãos, em virtude do deslocamento de recursos energéticos e nutricionais (Dudley et al., 1974). Porém a população EGO-19 C1 mostrou ser um material bastante promissor para os objetivos desse trabalho, já que teve excelente desempenho para produção, e manteve um nível alto de óleo nos grãos, podendo ser aumentado através de métodos de seleção.

Como há uma estreita correlação entre o tamanho do embrião e o teor de óleo, deve-se procurar nos ciclos subseqüentes correlacionar a produção com a porcentagem de óleo, selecionando-se grãos com tamanho de embrião grande. Ruschel & Bauman (1973) trabalhando com milho sintético A, utilizando três métodos de seleção (progênes de autofecundação, meios irmãos e irmãos germanos), concluíram que os métodos são eficientes, aumentando a porcentagem de óleo nos grãos (média de 0,37% em duas gerações); e a seleção por progênes de autofecundação mostrou aumento de 0,7% na porcentagem de embrião e um aumento não significativo na quantidade de óleo no embrião.

Outro fator que deve ser considerado, é a qualidade do óleo nos grãos, cuja quantidade maior é a de triglicerídios (79,0%), sendo o óleo de milho considerado de

alta qualidade devido à grande quantidade de ácido graxos poli-insaturados (Weber, 1987). Associado a isso, outro componente que merece ser destacado é a vitamina E ou tocoferol, cuja função é proteger as ligações duplas de processos de oxidação, evitando assim a deterioração e aumentando a vida útil do óleo; além disso, tal vitamina é fundamental na dieta humana e animal. Em um programa de seleção recorrente, tornar-se-ia interessante e até mesmo necessário, se análises nutricionais fossem realizadas durante o processo, a fim de conseguir populações com alto óleo e qualidade satisfatória ao mesmo tempo.

A recombinação dessas quatro populações, utilizando as progênies S_1 com teores mais elevados de óleo e associadas ao maior peso de grãos e espigas, certamente permitirá obter progênies alto óleo para o próximo ciclo e com suficiente variabilidade a ser explorada. Seria bastante interessante testar o cruzamento interpopulacional entre E 504, que apresentou o melhor desempenho produtivo e EGO-19 C1, que exibiu quantidade considerável de óleo nos grãos, explorando ambas características concomitantemente. Sugere-se, que através de um levantamento, possa-se introduzir outros materiais alto óleo nesse trabalho e conseguir ganhos mais consistentes e significativos. Seria importante também, associar alternativas de biotecnologia aos métodos convencionais de melhoramento, detectando-se QTLs que controlam o teor de óleo no grão, a fim de que tais objetivos sejam atingidos em menor espaço de tempo possível.

5 CONCLUSÕES

Após avaliação dos resultados obtidos nas quatro populações de milho: IAC TAIÚBA ÓLEO (+), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505) e EGO-19 C1, pode-se concluir que:

a. Dentre as progênes intrapopulacionais, a população E 504 demonstrou o maior potencial de produtividade, superando as demais populações nos seguintes caracteres: peso de grãos, peso de espigas, número de espigas, comprimento da espiga e altura da planta. Em termos produtivos, têm-se em ordem decrescente as populações: E 504, EGO-19 C1, E 505 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+).

b. O híbrido interpopulacional IAC TAIÚBA ÓLEO (+) x EGO-19 C1 teve um desempenho extraordinário, superando a média da testemunha para todos os caracteres avaliados, exceto para diâmetro da espiga.

c. A população EGO-19 C1 mostrou maior sensibilidade à endogamia, apresentando os maiores valores da depressão por endogamia nos seguintes caracteres: peso de grãos, peso de espigas (no ensaio de Anhembi-SP), número de espigas, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, altura da planta e altura da espiga. As populações E 504 e IAC TAIÚBA ÓLEO (+) mostraram maiores valores para os caracteres peso de espigas (Rio Verde-GO) e número de ramificações de pendão, respectivamente, sendo que para o caráter teor de óleo nos grãos, não quantificou-se a endogamia. A variedade E

505, praticamente, não revelou sensibilidade à endogamia, exibindo os menores valores de depressão para todos os caracteres avaliados.

d. Para o caráter peso de grãos e peso de espigas, em Anhembi-SP, as estimativas d (contribuição dos heterozigotos) foram maiores que $\mu + a$ (média da contribuição das linhas homozigóticas) para as populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+), E 504 e EGO-19 C1, ao passo que na população E 505 as estimativas de $\mu + a$ foram superiores. No experimento de Rio Verde-GO, a contribuição de d foi maior para todas as populações. Nos demais caracteres, observou-se contribuição mais consistente dos homozigotos nas quatro populações. Entretanto, apesar do cálculo das contribuições realizadas nesse trabalho, há indícios que tais estimativas não são consistentes na comparação do potencial de extração de linhagens para as populações e novos estudos são necessários para que o modelo seja aprimorado.

e. As variâncias entre progênies S_1 foram superiores às progênies de IG, para sete caracteres avaliados (não foram realizadas estimativas para número de ramificações de pendão e teor de óleo nos grãos), porém exibiram baixos valores. A presença do desvio D, que incorpora a covariância entre os efeitos aditivos e dominantes nos homozigotos, associado à variância genética entre progênies de autofecundação, afeta as estimativas.

f. A população EGO-19 C1 apresenta elevado teor de óleo nos grãos, com variabilidade disponível para ser explorada, além de exibir um bom desempenho produtivo. A população IAC TAIÚBA ÓLEO (+) tem potencial para produção de óleo, porém deve ser trabalhada nesse sentido, através de seleção de grãos com embrião grande; as populações E 504 e E 505 são consideradas medianas em termos de quantidade de óleo nos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D.E. High oil corn-breeders aim for improved quality. **Crop and Soil Magazine**, v.38, p.11-12, 1986.

ALEXANDER, D.E. ; LAMBERT, R.J. Relationship of kernel oil content to yield in maize. **Crop Science**, v.8, p.273-274, 1968.

ALEXANDER, D.E. ; SEIF, R.D. Relation of kernel oil content to some agronomic traits in maize. **Crop Science**, v.3, p.354-355, 1963.

ALLARD, R.W. **Princípio de melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: USAID, 1971. 381p.

BATISTA, L.A.R.; TOSELLO, G.A. Correlações fenotípicas entre a porcentagem do óleo, peso, volume e densidade dos grãos de milho (*Zea mays* L.). **Relatório Científico da ESALQ**, v.13, p.44-52, 1979.

BAUMAN, L.F. Evidence of non-allelic gene interaction in determining yield, ear height and kernel row number in corn. **Agronomy Journal**, v.51, p.531-534, 1959.

BEADLE, J.B.; JUST, D.E.; MORGAN, R.E. ; REINERS, R.A. Composition of corn oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.42, p.90, 1965.

- BIANCO, S. Avaliação do potencial genético de populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico para teor de óleo na semente. Piracicaba, 1984. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BIGOTO, C.A. Estudo na população ESALQ PB-1 de milho (*Zea mays* L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. Piracicaba, 1988. 124p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) Suwan DMR. Piracicaba, 1988. 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CHAVES, L.J. Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1985. 148p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CHEESBROUGH, T.M.; SNOW, K.; SCHNEERMAN, M.C.; WEBER, D.F. Fatty acid compositions of maize races from Central and South America. **Maydica**, v.42, p.155-161, 1997.
- COCKERHAM, C.C. Covariances of relatives from self-fertilization. **Crop Science**, v.23, p.1177-1180, 1983.
- COCKERHAM, C.C.; MATZINGER, D.F. Selection response based on selfed progenies. **Crop Science**, v.25, p.483-488, 1985.
- COMSTOCK, R.E. Selection procedures in corn improvement. In: HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 19., Chicago, 1964. **Proceedings**. Chicago: American Seed Trade Association, 1964. p.12-23.

- COMSTOCK, R.E. ; ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations. **Biometrics**, v.4, p.254-266, 1948.
- COMSTOCK, R.E. ; ROBINSON, H.F. Estimation of average dominance of genes. In: GOWEN, J. W. **Heterosis**. Ames: Iowa State College Press, 1952. p.494-516.
- COORS, J.G. Response to four cycles of combined half-sib and S_1 family selection in maize. **Crop Science**, v.28, p.891-896, 1988.
- CORNELIUS, P.L. ; DUDLEY, J.W. Effects of inbreeding by selfing and full-sib mating in a maize population. **Crop Science**, v.14, p.815-819, 1974.
- CRISÓSTOMO, J.R. Estimação de parâmetros genéticos visando seleção em dois compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1978. 71p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.
- CURTIS, J.J.; BRUNSON, A.M.; HUBBARD, J.E.; EARLE, F.R. Effect of the pollen parent on oil content of the corn kernel. **Agronomy Journal**, v.48, p.551-555, 1956.
- DUDLEY, J.W. Seventy-six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, Ames, 1976. **Proceedings**. Ames: Iowa State University Press, 1977. p.459-473.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J. Ninety generations of selection for oil and protein in maize. **Maydica**, v.37, p.81-87, 1992.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; ALEXANDER, D.E. Seventy generations of selection for oil and protein in maize. In: DUDLEY, J.W. (Ed.). **Seventy generations of selection for oil and protein in maize**. Madison: Crop Science Society of American, 1974. p.181-211.

EBERHART, S.A.; SALHUANA, W.; SEVILLA, R.; TABA, S. Principles for tropical maize breeding. **Maydica**, v.40, p.339-355, 1995.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3.ed. Longman: New York, 1989. 340p.

FISCHER, R.A. The correlation between relatives in the supposition of Mendelian inheritance. **Transaction of the Royal Society of Edinburgh**, v.52, p.399-433, 1918.

FITCH, B. Corn oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.62, p.1524-1527, 1985.

GAMA, E.E.G.; VIANNA, R.T.; NASPOLINI FILHO, V.; MAGNAVACA, R. Efeito depressivo da endogamia em gerações avançadas de quatro tipos genéticos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.1293-300, 1985.

GARDNER, C.O. Quantitative genetics studies and populations improvement in maize and sorghum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, Ames, 1976. **Proceedings**. Ames: Iowa State University Press, 1977. p.475-89.

- GARWOOD, D.L.; WEBER, E.J.; LAMBERT, R.J.; ALEXANDER, D.E. Effect of different cytoplasms on oil, fatty acids, plant height, and ear height in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.10, p.39-41, 1970.
- GENTER, C.F. Yield of S_1 lines from original and advanced synthetic varieties of maize. **Crop Science**, v.11, p.821-824, 1971.
- GERALDI, I.O. Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, 1977. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. & VENCovsky, R. Estimates of genetics parameters for tassel caracteres in maize (*Zea mays* L.) and breeding perspectives. **Maydica**, v.30, p.1-14, 1985.
- GOLDMAN, I.L.; ROCHEFORD, T.R.; DUDLEY, J.W. Molecular markers associated with maize kernel oil concentration in an Illinois High Protein x Illinois Low Protein cross. **Crop Science**, v.34, p.908-915, 1994.
- GOOD, R.L. ; HALLAUER, A.R. Inbreeding depression in maize by selfing and full-sibbing. **Crop Science**, v.17, p. 935-940, 1977.
- GOODMAN, M.M. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. **Crop Science**, v.5, p.87-90, 1965.
- HALLAUER, A.R. Genetic variability for yield after four cycles of reciprocal recurrent selection in maize. **Crop Science**, v.10, p.482-485, 1970.

HALLAUER, A.R. Methods used in developing maize inbred lines. **Maydica**, v.35, p.1-16, 1990.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2.ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.

HALLAUER, A.R.; SEARS, J.H. Changes in quantitative traits associated with inbreeding in a synthetic variety of maize. **Crop Science**, v.13, p.327-330, 1973.

HALLAUER, A.R.; RUSSELL, W.A.; LAMKEY, K.R. Corn breeding. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. (Ed). **Corn and corn improvement**. Madison, 1988. p.469-554.

HANN, Y.; PARSONS, C.M.; ALEXANDER, D.E. Nutritive value of high-oil corn for poultry. **Poultry Science**, v.66, p.103, 1987.

HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. **Agronomy Journal**, v.37, p.134-145, 1945.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Cultivares elites**. Campinas: IAC, 1997. 57p.

JONES, D.F. Continued inbreeding in maize. **Genetics**, v.24, p.462-473, 1939.

JUGENHEIMER, R.W. Breeding for oil and protein content in maize. **Euphytica**, v.10, p.152-156, 1961.

- KASSOUF, A.L.; MIRANDA FILHO, J.B. Variabilidade e endogamia na população de milho ESALQ PB-1. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., Maceió, 1984. **Anais**. Maceió: EMBRAPA / CNPMS, 1986. p.119-31.
- LAMKEY, K.R.; HALLAUER, A.R. Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. **Maydica**, v.32, p.61-78, 1987.
- LAMKEY, K.R.; SMITH, O.S. Performance and inbreeding depression of populations representing seven eras of maize breeding. **Crop Science**, v.27, p.695-699, 1987.
- LAMBERT, R.J. High oil corn hybrids. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Speciality corns**. Ames: CRC Press, 1994. cap.5, p.124-145.
- LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J.B.; GALLO, P.B. Inbreeding depression in Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.29, p.203-215. 1984.
- LIMA, M.; VITTI, P. ; GALLO, P.B. Populações de milho: características agronômicas e tecnológicas. **Bragantia**, v.47, p.55-62, 1988.
- LINDSEY, M.F.; LONNQUIST, J.H. ; GARDNER, C.O. Estimates of genetic variance in open pollinated varieties of Cornbelt corn. **Crop Science**, v.2, p.105-108, 1962.
- LOFLAND, H.B.; QUACKENBUSH, F.W. Distribution of fatty acids in corn oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.31, p.412, 1954.
- MARQUES, J.R.B. Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 145p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- MEGHJI, M.R.; DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; SPRAGUE, C.F. Inbreeding depression, inbred and hybrid grain yields, and other traits of maize genotypes representing three eras. **Crop Science**, v.24, p.545-549, 1984.
- MILLER, R.L.; DUDLEY, J.W.; ALEXANDER, D.E. High intensity selection for percent oil in corn. **Crop Science**, v.21, p.433-437, 1981.
- MILLER, P.A.; BRIMHALL, B. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. **Agronomy Journal**, v.43, p.305-310, 1951.
- MIRANDA FILHO, J.B. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, 1974. 116p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MIRANDA FILHO, J.B. Breeding methodologies for tropical maize. In: BRANDOLINI, A. ; SALAMINI, F. (Ed.). **Breeding strategies for maize production improvement in the tropics**. Florence: FAO, 1985. p.177-206.
- MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.7, p.275-340.
- MISOVIC, M.; RATKOVIC, S.; MIHAJLDVIC, M.; KAPOR, S.; TRIFUNOVIC, V.; DUMANOVIC, J. Variability of content and fatty acid composition of oil in maize and breeding potential abstracts. **Plant Breeding Abstracts**, v.50, p.181, 1980. /Resumo/.
- MOLL, R.H. ; ROBINSON, H.F. Quantitative genetic investigations of yield of maize. **Der Züchter**, v.37, p.192-199, 1967.

- MORENO-GONZÁLEZ, J.; DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J. A design III study of linkage disequilibrium for percent oil in maize. **Crop Science**, v.15, p.840-843, 1975.
- NASS, L.L. ; MIRANDA FILHO, J.B. Inbreeding depression rates of semi-exotic maize (*Zea mays* L.) populations. **Revista Brasileira de Genética**, v.18, p.585-592, 1995.
- NASS, L.L. Variabilidade genética de populações semi-exóticas de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1992. 136p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- NORDSTRON, J.W.; BEHREND, B.R.; MEADE, R.J. ; THOMPSON, E.H. Effects of feeding high-oil corns to grow-finishing swine. **Journal of American Science**, v.35, p. 357, 1972.
- PACKER, D.; REGITANO NETO, A. ; MIRANDA FILHO, J.B. Estudo de progênes endogâmicas da população ESALQ PB-1 de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., Londrina, 1996. **Resumos**. Londrina: ABMS, IAPAR-PR, 1996. p.99.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.7, p.212-216, 1967.
- PATERNIANI, E. Influence of tassel size on ear placement in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.26, p.85-91, 1981.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 6, p. 215-274.

POMMER, C.V.; MIRANDA, L.T.; MIRANDA, L.E.C.; SAWAZAKI, E. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho IAC-1 opaco-2. **Bragantia**, v.36, p.197-205, 1977.

RAMALHO, M.A.P. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional baseados em famílias não endogamas. Piracicaba, 1977. 112p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

REGITANO NETO, A. Avaliação quantitativa da estrutura genética de uma população de milho pipoca. Piracicaba, 1993. 115p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

REZENDE, G.D.S.P. Heterose, depressão por endogamia e variabilidade genética associadas à seleção e oscilação genética nas populações de milho BR-105 e BR-106. Piracicaba, 1997. 112p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo

RISSI, R. Estimação de parâmetros genéticos em duas subpopulações da variedade de milho (*Zea mays* L.) piranão. Piracicaba, 1980. 87p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ROBINSON, H.F.; COCKERHAM, C.C. Heterosis and inbreeding depression in populations involving two open-pollinated varieties of maize. **Crop Science**, v.1, p.68-71, 1961.

ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E.; HARVEY, P.H. Genetics variances in open pollinated varieties of corn. **Genetics**, v.40, p.45-60, 1955.

RUSCHEL, R.; ARAÚJO, N.B.; ROCHA MELO, M.A.; CARNEIRO, M.F.; BARROS, A.C. **Tecnologias para a cultura do milho em Goiás**. Goiânia: EMGOPA, 1992. 28p.

RUSCHEL, R.; BAUMAN, L.F. Seleção para alto teor de óleo no grão numa população de milho opaco-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, p.239-244, 1973.

SALAZAR, A.M.; HALLAUER, A.R. Divergent mass selection for ear length in maize. **Revista Brasileira de Genética**, v.9, p.281-94, 1986.

SAN VICENT, F.M.; HALLAUER, A.R. Inbreeding depression rates of materials derived from two groups of maize inbred lines. **Revista Brasileira de Genética**, v.16, p.989-1001, 1993.

SANTOS, M.X. Estudo do potencial genético de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.) para fins de melhoramento. Piracicaba, 1985. 186p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SMITH, O.S. Application of a modified diallel analysis to evaluate recurrent selection for grain yield in maize. **Crop Science**, v.19, p.819-822, 1979.

SOARES FILHO, W. Características fenotípicas e genéticas das populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico Piranão-VD2B e Piranão- UF1B. Piracicaba, 1987. 185p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SOUZA JÚNIOR, C.L. Reciprocal recurrent selection with half-sib progenies obtained alternately from non-inbred (S_0) and inbred (S_1) plants in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.32, p.19-31, 1987.

- SOUZA JÚNIOR, C.L. **Componentes da variação genética e suas implicações no melhoramento vegetal**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 134p.
- SOUZA JÚNIOR, C.L. ; FERNANDES, J.S.C. Predicting the range of inbreeding depression of inbred lines in cross-pollinated populations. **Revista Brasileira de Genética**, v.20, p.35-39, 1997.
- SOUZA JÚNIOR, C.L.; GERALDI, I.O.; ZINSLY, J.R. Correlações genéticas e fenotípicas entre seis caracteres da população de milho (*Zea mays* L.) Suwan. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, v.14, p.146-152, 1980.
- SPRAGUE, G.F. Quantitative genetics in plant improvement. In: FREY, K.J. (Ed.). **Plant breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1966. cap.8, p.315-347.
- SPRAGUE, G.F.; BRIMHALL, B. Relative effectiveness of two system of selection for oil content of the corn kernel. **Agronomy Journal**, v.42, p.83, 1950.
- STUBER, C.W.; MOLL, R.H. Epistasis in maize (*Zea mays* L.). I: F₁ hybrids and their S₁ progeny. **Crop Science**, v.9, p.124-127, 1969.
- TATIS, H.A. Seleção para alto teor de óleo na semente de milho e seus efeitos sobre caracteres agrônômicos. Piracicaba, 1990. 118p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo
- TERESAWA JÚNIOR, F. Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho: avaliação quantitativa e perspectiva para seleção de híbridos. Piracicaba, 1993. 169p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W. E. (Ed.). **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramento, 1969. p.17-38.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VENCOVSKY, R.; MIRANDA FILHO, J.B.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Quantitative genetics and corn breeding in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Raleigh, 1987. **Proceedings**. Sunderland, Sinauer, 1988, p.465-477.

VIANNA, R.T.; GOMES e GAMA, E.E.; NASPOLINI FILHO, V.; MÔRO, J.R.; VENCOVSKY, R. Inbreeding depression of several introduced populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.27, p.151-157, 1982.

WATSON, S.A. Structure and composition. In: WATSON, S.A. (Ed.). **Corn chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1987. cap.3.

WEBER, E.J. Lipids of the kernel. In: WATSON, S.A. (Ed.). **Corn chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1987. cap.10.

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

WRIGHT, A. A gene conditioning high oleic maize oil, *Olc1*. **Maydica**, v.40, p.85-88, 1995.

ZANOTTO, M.D. Variabilidade genética e endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.) contrastantes para teor de óleo. Piracicaba, 1986. 62p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

TABELAS

Tabela 05. Valores médio, mínimo, máximo, média da testemunha (T), percentagem do valor médio em relação ao valor da média da testemunha (% T) e coeficiente de variação ambiental (CV %) para oito caracteres, nas progênies S₁ e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996 / 97.

PESO DE GRÃOS (g/planta)						
Progênies	Média	Mínimo	Máximo	T	% T	CV %
ITAÓ S ₁	33,50	3,86	69,68	107,00	31,31	20,28
ITAÓ IG	57,65	31,73	98,94	91,60	62,94	17,66
E 504 S ₁	43,60	5,34	93,42	102,15	42,68	23,85
E 504 IG	69,75	29,13	136,32	73,75	94,58	16,98
E 505 S ₁	57,65	11,11	100,97	100,10	57,59	24,58
E 505 IG	61,50	19,02	118,00	80,05	76,83	22,37
EGO S ₁	43,40	9,80	104,25	94,45	45,95	28,24
EGO IG	76,15	41,50	124,02	94,45	80,62	18,04
ITAÓxEGO	83,95	43,15	131,45	83,65	100,36	16,14
PESO DE ESPIGAS (g/planta)						
ITAÓ S ₁	49,65	12,95	95,50	128,65	38,59	17,78
ITAÓ IG	79,20	44,00	123,00	111,30	71,16	15,67
E 504 S ₁	61,60	9,90	119,15	123,30	49,96	20,44
E 504 IG	93,55	39,95	173,00	91,10	102,69	16,29
E 505 S ₁	70,50	14,25	117,95	119,35	59,07	23,58
E 505 IG	73,75	23,90	137,75	96,25	76,62	20,88
EGO S ₁	57,95	13,75	128,85	109,75	52,80	25,17
EGO IG	97,25	53,50	161,85	114,45	84,97	17,72
ITAÓxEGO	107,45	40,00	148,25	102,65	104,68	15,15

Tabela 05. Valores médio, mínimo, máximo, média da testemunha (T), percentagem do valor médio em relação ao valor da média da testemunha (% T) e coeficiente de variação ambiental (CV %) para oito caracteres, nas progêneses S₁ e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996 / 97 (cont.).

PESO DE ESPIGAS (g/planta) - Rio Verde (GO) #						
Progênes	Média	Mínimo	Máximo	T	% T	CV %
ITAÓ S ₁	69,60	20,75	173,50	147,65	47,14	18,24
ITAÓ IG	105,80	46,00	166,25	140,90	75,09	13,83
E 504 S ₁	84,45	34,25	175,75	153,90	54,87	17,29
E 504 IG	129,30	50,75	221,00	133,95	96,53	15,80
E 505 S ₁	89,65	9,50	157,00	150,10	59,73	22,02
E 505 IG	121,15	13,50	183,25	141,50	85,62	19,99
EGO S ₁	83,30	23,50	197,00	153,10	54,41	17,87
EGO IG	117,60	22,75	182,00	133,00	88,42	19,94
NÚMERO DE ESPIGAS (espigas/parcela)						
ITAÓ S ₁	16,36	3	29	14,97	109,29	19,87
ITAÓ IG	19,47	7	30	15,73	123,78	15,01
E 504 S ₁	17,29	2	24	16,90	102,31	19,42
E 504 IG	19,10	9	30	15,16	125,99	14,52
E 505 S ₁	15,56	4	28	16,62	93,62	19,52
E 505 IG	15,97	6	23	16,26	98,22	14,31
EGO S ₁	13,56	2	25	15,63	86,76	27,07
EGO IG	16,51	6	23	14,81	111,48	16,00
ITAÓxEGO	18,10	12	27	15,17	119,31	12,76

não foi realizado o cruzamento ITAÓ x EGO

Tabela 05. Valores médio, mínimo, máximo, média da testemunha (T), percentagem do valor médio em relação ao valor da média da testemunha (% T) e coeficiente de variação ambiental (CV %) para oito caracteres, para as progêneses S₁ e de IG das populações IAC TAIUBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO em Anhembi-SP, e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996 / 97 (cont.).

DIÂMETRO DA ESPIGA (cm/espiga)						
Progêneses	Média	Mínimo	Máximo	T	% T	CV %
ITAÓ S ₁	3,49	1,70	4,60	4,39	79,50	6,32
ITAÓ IG	3,81	3,20	4,40	4,31	88,40	4,33
E 504 S ₁	3,70	2,60	4,60	4,39	84,28	5,53
E 504 IG	3,93	3,00	4,80	4,20	93,57	5,03
E 505 S ₁	4,10	3,20	4,80	4,40	93,18	5,81
E 505 IG	4,17	3,20	5,20	4,31	96,75	5,13
EGO S ₁	3,92	2,20	5,00	4,45	88,09	6,87
EGO IG	4,29	3,60	5,20	4,43	96,84	5,12
ITAÓxEGO	4,26	3,40	5,60	4,40	96,82	5,47
COMPRIMENTO DA ESPIGA (cm/espiga)						
ITAÓ S ₁	13,52	9,00	17,60	16,68	81,06	8,08
ITAÓ IG	14,87	12,00	17,40	16,34	91,00	6,53
E 504 S ₁	14,97	6,80	19,60	16,56	90,40	7,38
E 504 IG	16,30	12,20	19,60	15,73	103,62	6,49
E 505 S ₁	13,64	7,60	17,60	15,45	88,28	10,16
E 505 IG	13,75	9,20	17,40	15,10	91,06	9,29
EGO S ₁	13,96	7,00	19,20	15,64	89,26	10,55
EGO IG	15,50	11,80	18,80	15,67	98,92	7,51
ITAÓxEGO	15,94	13,20	19,60	15,82	100,76	6,69

Tabela 05. Valores médio, mínimo, máximo, média da testemunha (T), percentagem do valor médio em relação ao valor da média da testemunha (% T) e coeficiente de variação ambiental (CV %) para oito caracteres, nas progêneses S₁ e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996 / 97 (cont.).

ALTURA DA PLANTA (cm/planta)						
Progêneses	Média	Mínimo	Máximo	T	% T	CV %
ITAÓ S ₁	195,36	132,0	244,0	203,33	96,08	5,37
ITAÓ IG	227,74	182,0	260,0	214,13	106,36	4,67
E 504 S ₁	212,90	161,0	260,0	214,31	99,34	4,82
E 504 IG	241,37	200,0	286,0	218,67	110,38	4,87
E 505 S ₁	180,20	111,0	226,0	187,33	96,19	6,02
E 505 IG	193,99	155,0	232,0	192,36	100,85	5,51
EGO S ₁	180,61	128,0	238,0	181,25	99,65	7,79
EGO IG	216,48	162,0	264,0	203,35	106,46	5,46
ITAÓxEGO	230,65	188,0	258,0	208,17	110,80	4,61
ALTURA DE ESPIGA (cm/espiga)						
ITAÓ S ₁	114,02	72,0	170,0	103,54	110,12	7,22
ITAÓ IG	134,33	106,0	164,0	108,60	123,69	6,56
E 504 S ₁	115,57	75,0	201,0	111,71	103,46	7,40
E 504 IG	135,90	94,0	172,0	112,80	120,48	7,24
E 505 S ₁	101,89	50,0	138,0	94,93	107,33	9,32
E 505 IG	114,72	84,0	144,0	101,44	113,09	7,75
EGO S ₁	97,37	60,0	154,0	94,75	102,77	12,16
EGO IG	122,32	76,0	158,0	107,54	113,74	8,85
ITAÓxEGO	136,94	104,0	166,0	112,50	121,72	7,44
NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES DO PENDÃO* (ramificação/pendão)						
ITAÓ S ₁	18,79	6,0	40,0	17,58	106,88	-
ITAÓ IG	22,61	9,0	42,0	17,58	128,61	-
E 504 S ₁	19,72	7,0	43,0	17,58	112,17	-
E 504 IG	21,94	8,0	42,0	17,58	124,80	-
E 505 S ₁	13,13	4,0	26,0	17,58	74,69	-
E 505 IG	14,29	4,0	29,0	17,58	81,29	-
EGO S ₁	17,02	5,0	36,0	17,58	96,81	-
EGO IG	19,19	5,0	33,0	17,58	109,16	-
ITAÓxEGO	19,61	8,0	51,0	17,58	111,55	-

*Medição em uma repetição; medição da testemunha em 250 plantas do experimento.

Tabela 06. Média para as progênies S_1 e de IG, depressão por endogamia (I), percentagem em relação à população não endógama (I %), depressão decorrente do aumento de 1% na endogamia ($I_{1\%}$), contribuição relativa dos homozigotos ($\mu + a$), contribuição relativa dos heterozigotos (d), para oito caracteres nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO), em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97.

PESO DE GRÃOS (g/planta)							
Popul.	m_{S1}	m_{IG}	I	I%	$I_{1\%}$	$\mu + a$	d
ITAÓ	33,50	57,65	-24,15	-41,89	0,48	9,35	48,30
E 504	43,60	69,75	-26,15	-37,49	0,52	17,45	52,30
E 505	57,65	61,5	-3,85	-6,26	0,08	53,80	7,70
EGO	43,40	76,15	-32,75	-43,01	0,66	10,65	65,50
PESO DE ESPIGAS (g/planta)							
ITAÓ	49,65	79,20	-29,55	-37,31	0,59	20,10	59,10
E 504	61,60	93,55	-31,95	-34,15	0,64	29,65	63,90
E 505	70,50	73,75	-3,25	-4,41	0,07	67,25	6,50
EGO	57,95	97,25	-39,30	-40,41	0,79	18,65	78,60
PESO DE ESPIGAS (g/planta) - Rio Verde (GO)							
ITAÓ	69,60	105,80	-36,20	-34,22	0,72	33,40	72,40
E 504	84,45	129,30	-44,85	-34,69	0,90	39,60	89,70
E 505	89,65	121,15	-31,50	-26,00	0,63	58,15	63,00
EGO	83,30	117,60	-34,30	-29,17	0,69	49,00	68,60
NÚMERO DE ESPIGAS (espigas/parcela)							
ITAÓ	16,36	19,47	-3,11	-15,97	0,06	13,25	6,22
E 504	17,29	19,10	-1,81	-9,47	0,04	15,48	3,62
E 505	15,56	15,97	-0,41	-2,57	0,01	15,15	0,82
EGO	13,56	16,51	-2,96	-17,89	0,06	10,60	5,91

Tabela 06. Média para as progênies S_1 e de IG, depressão por endogamia (I), percentagem em relação à população não endógama (I %), depressão decorrente do aumento de 1% na endogamia ($I_{1\%}$), contribuição relativa dos homozigotos ($\mu + a$), contribuição relativa dos heterozigotos (d), para oito caracteres nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAO), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO), em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

DIÂMETRO DA ESPIGA (cm/espiga)							
Popul.	m_{S1}	m_{IG}	I	I%	$I_{1\%}$	$\mu + a$	d
ITAO	3,49	3,81	-0,32	-8,48	0,01	3,16	0,65
E 504	3,70	3,93	-0,23	-5,83	0,005	3,47	0,46
E 505	4,10	4,17	-0,07	-1,75	0,001	4,03	0,15
EGO	3,92	4,29	-0,37	-8,63	0,01	3,55	0,74
COMPRIMENTO DA ESPIGA (cm/espiga)							
ITAO	13,53	14,87	-1,35	-9,05	0,03	12,18	2,69
E 504	14,97	16,30	-1,33	-8,18	0,03	13,63	2,67
E 505	13,64	13,75	-0,11	-0,77	0,002	13,54	0,21
EGO	13,96	15,50	-1,54	-9,91	0,03	12,42	3,07
ALTURA DA PLANTA (cm/planta)							
ITAO	195,36	227,74	-32,38	-14,22	0,65	162,97	64,77
E 504	212,90	241,37	-28,47	-11,79	0,57	184,44	56,93
E 505	180,20	193,99	-13,79	-7,11	0,28	166,42	27,57
EGO	180,61	216,48	-35,87	-16,59	0,72	144,75	71,74
ALTURA DA ESPIGA (cm/planta)							
ITAO	114,02	134,33	-20,30	-15,11	0,41	93,72	40,60
E 504	115,57	135,90	-20,33	-14,96	0,41	95,24	40,66
E 505	101,89	114,72	-12,83	-11,18	0,26	89,07	25,66
EGO	97,37	122,32	-24,95	-20,40	0,50	72,42	49,90
NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES DO PENDÃO (ramificações/pendão)							
ITAO	18,79	22,61	-3,82	-16,90	0,08	14,97	7,64
E 504	19,72	21,94	-2,22	-10,12	0,04	17,50	4,44
E 505	13,13	14,29	-1,16	-8,12	0,02	11,97	2,32
EGO	17,02	19,19	-2,17	-11,31	0,04	14,85	4,34

Tabela 07. Quadrados médios obtidos pela análise de variância em blocos casualizados, para sete caracteres em progênies S₁ e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97.

PESO DE GRÃOS (g/planta)²						
Progênies	GL			QM		
	Rep.	Pro.	Erro	Repetições	Progênies	Erro
ITAÓ S ₁	2	109	218	137,139	212,350 **	46,175
ITAÓ IG	2	91	182	871,620	196,234 **	103,604
E 504 S ₁	2	152	304	1128,388	484,046 **	105,656
E 504 IG	2	128	156	2639,250	377,500 **	140,275
E 505 S ₁	2	148	296	5726,853	397,630 **	202,746
E 505 IG	2	122	244	1877,594	327,135 **	189,275
EGO S ₁	2	76	152	162,640	461,659 **	150,089
EGO IG	2	86	172	72,479	268,613 *	189,950
ITAÓ x EGO	2	31	62	1880,569	360,097 *	183,721
PESO DE ESPIGAS (g/planta)²						
ITAÓ S ₁	2	109	218	448,913	342,650 **	77,918
ITAÓ IG	2	91	182	1329,956	296,262 **	154,278
E 504 S ₁	2	152	304	987,500	767,500 **	158,575
E 504 IG	2	128	156	3838,960	587,452 **	232,083
E 505 S ₁	2	148	296	8467,713	542,336 **	276,406
E 505 IG	2	122	244	2749,330	431,725 **	237,109
EGO S ₁	2	76	152	230,980	729,428 **	212,738
EGO IG	2	86	172	156,097	406,184 *	296,688
ITAÓ x EGO	2	31	62	3182,183	559,914 **	264,900

• *, ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 07. Quadrados médios obtidos pela análise de variância em blocos casualizados, para sete caracteres em progênies de S₁ e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

PESO DE ESPIGAS (g/planta)²- Rio Verde (GO) #						
Progênies	GL			QM		
	Rep.	Pro.	Erro	Repetições	Progênies	Erro
ITAÓ S ₁	2	109	218	945,511	776,398 **	161,223
ITAÓ IG	2	91	182	540,924	551,413 **	214,011
E 504 S ₁	2	152	304	163,117	907,994 **	213,041
E 504 IG	2	128	156	287,171	774,171 **	417,402
E 505 S ₁	2	148	296	6083,985	835,695 **	389,780
E 505 IG	2	122	244	708,923	760,453 ^{ns}	586,606
EGO S ₁	2	76	152	121,155	1295,708 **	221,486
EGO IG	2	86	172	339,661	801,058 *	549,925
NÚMERO DE ESPIGAS (espigas/parcela)²						
ITAÓ S ₁	2	109	218	21,439	36,439 **	10,569
ITAÓ IG	2	91	182	28,707	18,814 **	8,534
E 504 S ₁	2	152	304	0,054	40,656 **	11,278
E 504 IG	2	128	156	5,133	18,023 **	7,692
E 505 S ₁	2	148	296	93,066	19,097 **	9,223
E 505 IG	2	122	244	28,324	9,975 **	5,221
EGO S ₁	2	76	152	2,506	22,056 **	13,471
EGO IG	2	86	172	2,957	9,634 ^{ns}	6,981
ITAÓ x EGO	2	31	62	26,136	11,988 **	5,340

• ns, *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

não foi realizado o cruzamento ITAÓ x EGO

Tabela 07. Quadrados médios obtidos pela análise de variância em blocos casualizados, para sete caracteres em progênes S_1 e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

DIÂMETRO DA ESPIGA (cm/espiga) ²						
Populações	GL			QM		
	Rep.	Pro.	Erro	Repetições	Progênes	Erro
ITAÓ S_1	2	109	218	0,026	0,243 **	0,049
ITAÓ IG	2	91	182	0,094	0,071 **	0,027
E 504 S_1	2	152	304	0,327	0,169 **	0,042
E 504 IG	2	128	156	0,069	0,127 **	0,039
E 505 S_1	2	148	296	1,051	0,137 **	0,057
E 505 IG	2	122	244	0,085	0,081 **	0,046
EGO S_1	2	76	152	0,048	0,265 **	0,072
EGO IG	2	86	172	0,027	0,092 **	0,048
ITAÓ x EGO	2	31	62	0,370	0,170 **	0,054
COMPRIMENTO DA ESPIGA (cm/espiga) ²						
ITAÓ S_1	2	109	218	0,361	3,700 **	1,193
ITAÓ IG	2	91	182	0,195	1,326 *	0,944
E 504 S_1	2	152	304	0,658	4,763 **	1,219
E 504 IG	2	128	156	7,664	2,790 **	1,119
E 505 S_1	2	148	296	13,758	3,023 **	1,922
E 505 IG	2	122	244	6,402	1,491 **	1,627
EGO S_1	2	76	152	1,877	6,868 **	2,165
EGO IG	2	86	172	0,668	2,578 **	1,355
ITAÓ x EGO	2	31	62	2,267	2,842 **	1,136

• *, ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 07. Quadrados médios obtidos pela análise de variância em blocos casualizados, para sete caracteres em progênies de S_1 e de IG das populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

ALTURA DA PLANTA (cm/planta)²						
Progênies	GL			QM		
	Rep.	Pro.	Erro	Repetições	Progênies	Erro
ITAÓ S_1	2	109	218	672,445	685,580 **	109,975
ITAÓ IG	2	91	182	1732,500	311,604 **	113,286
E 504 S_1	2	152	304	373,499	736,151 **	105,499
E 504 IG	1	128	128	1223,000	391,867 **	137,992
E 505 S_1	2	148	296	113,500	378,878 **	117,598
E 505 IG	2	122	244	842,500	250,844 **	114,389
EGO S_1	2	76	152	413,500	750,822 **	197,865
EGO IG	2	86	172	1652,000	401,616 **	139,459
ITAÓ x EGO	2	31	62	687,250	258,500 **	113,960
ALTURA DA ESPIGA (cm/planta)²						
ITAÓ S_1	2	109	218	994,558	413,261 **	67,804
ITAÓ IG	2	91	182	1747,750	173,000 **	77,585
E 504 S_1	2	152	304	487,453	403,504 **	73,207
E 504 IG	1	128	128	1294,500	221,246 **	96,715
E 505 S_1	2	148	296	403,750	293,875 **	90,155
E 505 IG	2	122	244	718,750	187,906 **	79,109
EGO S_1	2	76	152	134,250	470,842 **	140,115
EGO IG	2	86	172	717,750	341,279 **	117,321
ITAÓ x EGO	2	31	62	196,063	272,129 **	105,040

- ** = significativo a 1%.

Tabela 08. Estimativas da variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_{S1}^2$ e $\hat{\sigma}_{IG}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_{A(S1)}^2$ e $\hat{\sigma}_{A(IG)}^2$) e coeficiente de herdabilidade para médias (%) em sete caracteres, nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97.

PESO DE GRÃOS (g/planta)²			
Progênes	$\hat{\sigma}_P^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	h_m^2 %
ITAÓ S ₁	55,3917	44,3133 *	78,26
ITAÓ IG	30,8767	41,1689	47,20
E 504 S ₁	126,1300	100,9040 *	78,17
E 504 IG	79,0750	105,4333	62,84
E 505 S ₁	64,9613	51,9690 *	49,01
E 505 IG	45,9533	61,2711	42,14
EGO S ₁	103,8567	83,0853 *	67,49
EGO IG	26,2210	34,9613	29,28
ITAÓ x EGO	58,7920	78,3893	48,98
PESO DE ESPIGAS (g/planta)²			
ITAÓ S ₁	88,2442	70,5953 *	77,26
ITAÓ IG	47,3280	63,1040	47,93
E 504 S ₁	202,9750	162,3800 *	79,34
E 504 IG	118,4563	157,9418	60,49
E 505 S ₁	88,6431	70,9145 *	49,03
E 505 IG	64,8420	86,4960	45,08
EGO S ₁	172,2300	137,7840 *	70,83
EGO IG	36,4986	48,6648	26,96
ITAÓ x EGO	98,3380	131,11 73	52,69

* Deve-se subtrair (4/5)D nas progênes S₁. Para PG, D = 3,931; -5,662; -11,628; 60,155. Para PE, D = 9,364; 5,548; -19,477; 111,399, para as populações ITAÓ, E 504, E 505 e EGO-19 C1, respectivamente.

Tabela 08. Estimativas da variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_{S_1}^2$ e $\hat{\sigma}_{IG}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_{A(S_1)}^2$ e $\hat{\sigma}_{A(IG)}^2$) e coeficiente de herdabilidade para médias (%) em sete caracteres, nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

PESO DE ESPIGAS (g/planta)² - Rio Verde (GO)			
Progênes	$\hat{\sigma}_P^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	h_m^2 %
ITAÓ S ₁	205,0583	164,0467 *	79,23
ITAÓ IG	112,4673	149,9564	61,19
E 504 S ₁	231,6510	185,3208 *	76,54
E 504 IG	119,1893	158,9191	46,14
E 505 S ₁	148,6383	118,9107 *	53,36
E 505 IG	57,9490	77,2653	22,86
EGO S ₁	358,0740	286,4592 *	82,91
EGO IG	83,7110	111,6147	31,35
NÚMERO DE ESPIGAS (espigas/parcela)²			
ITAÓ S ₁	8,6573	8,6573	71,08
ITAÓ IG	3,4267	6,8533	54,64
E 504 S ₁	9,7927	9,7927	72,26
E 504 IG	3,4437	6,8873	57,32
E 505 S ₁	3,2913	3,2913	51,70
E 505 IG	1,5847	3,1693	47,66
EGO S ₁	2,8617	2,8617	38,92
EGO IG	0,8843	1,7687	27,54
ITAÓ x EGO	2,2160	4,4320	55,46

* Deve-se subtrair (4/5)D nas progênes S₁. D = 17,613; 33,002; 52,057 e 218,556 para as populações ITAÓ, E 504, E 505; EGO-19 C1, respectivamente.

Tabela 08. Estimativas da variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_{S1}^2$ e $\hat{\sigma}_{IG}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_{A(S1)}^2$ e $\hat{\sigma}_{A(IG)}^2$) e coeficiente de herdabilidade para médias (%), em sete caracteres, nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

DIÂMETRO DA ESPIGA (cm/espiga) ²			
Progênes	$\hat{\sigma}_P^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	h_m^2 %
ITAÓ S ₁	0,0647	0,0647	79,84
ITAÓ IG	0,0147	0,0293	61,97
E 504 S ₁	0,0423	0,0423	75,15
E 504 IG	0,0293	0,0587	69,29
E 505 S ₁	0,0268	0,0268	58,58
E 505 IG	0,0118	0,0236	43,54
EGO S ₁	0,0642	0,0642	72,67
EGO IG	0,0145	0,0290	47,39
ITAÓ x EGO	0,0386	0,0771	68,07
COMPRIMENTO DA ESPIGA (cm/espiga) ²			
ITAÓ S ₁	0,8357	0,8357	67,76
ITAÓ IG	0,1273	0,2547	28,81
E 504 S ₁	1,1813	1,1813	74,41
E 504 IG	0,5570	1,1140	59,89
E 505 S ₁	0,3670	0,3670	36,42
E 505 IG	-0,0453	-0,0907	-9,12
EGO S ₁	1,5680	1,5680	68,48
EGO IG	0,4077	0,8153	47,44
ITAÓ x EGO	0,5687	1,1373	60,03

Tabela 08. Estimativas da variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_{S1}^2$ e $\hat{\sigma}_{IG}^2$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_{A(S1)}^2$ e $\hat{\sigma}_{A(IG)}^2$) e coeficiente de herdabilidade para médias (%) em sete caracteres, nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), EMGOPA 504 (E 504), EMGOPA 505 (E 505), EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, em Anhembi-SP e para peso de espigas em Rio Verde-GO, 1996/97 (cont.).

ALTURA DA PLANTA (cm/planta) ²			
Progênes	$\hat{\sigma}_P^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	h_m^2 %
ITAÓ S ₁	191,8683	191,8683	83,96
ITAÓ IG	66,1060	132,2120	63,64
E 504 S ₁	210,2173	210,2173	85,67
E 504 IG	126,9375	253,875	64,79
E 505 S ₁	87,0933	87,0933	68,96
E 505 IG	45,4850	90,9700	54,40
EGO S ₁	184,3190	184,3190	73,65
EGO IG	87,3857	174,7713	65,28
ITAÓ x EGO	48,1800	96,3600	55,91
ALTURA DA ESPIGA (cm/planta) ²			
ITAÓ S ₁	115,1523	115,1523	83,59
ITAÓ IG	31,8050	63,6100	55,15
E 504 S ₁	110,0990	110,0990	81,86
E 504 IG	62,2655	124,5310	56,29
E 505 S ₁	67,9067	67,9067	69,32
E 505 IG	36,2657	72,5313	57,90
EGO S ₁	110,2423	110,2423	70,24
EGO IG	74,6527	149,3053	65,62
ITAÓ x EGO	55,6963	111,3927	61,40

Tabela 09. Valores da média, mínimo e máximo do teor de óleo nos grãos, em percentagem, para as populações IAC TAIÚBA, IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), E 504, E 505, EGO-19 C1 (EGO) e da testemunha (G-85) e para as progêneses S₁ e de IG nas populações IAC TAIÚBA ÓLEO (+) (ITAÓ), E 504, E 505, EGO-19 C1 (EGO) e do cruzamento ITAÓ x EGO, antes e após o ensaio de avaliação, em uma repetição. 1996/97.

Populações	Média	Mínimo	Máximo
IAC TAIÚBA ^a	5,78	4,10	7,17
ITAÓ ^b	6,67	6,49	7,17
E 504 ^c	5,41	5,04	5,74
E505 ^c	5,46	4,69	6,22
EGO-19 C1 (EGO) ^c	7,75	7,01	8,49
TESTEMUNHA ^c	5,58	5,00	6,20
Progêneses	Média	Mínimo	Máximo
Antes da avaliação			
ITAÓ S ₁	5,89	4,66	7,29
ITAÓ IG	5,84	4,94	6,71
E 504 S ₁	5,70	4,05	7,46
E 504 IG	5,61	4,29	7,07
E 505 S ₁	5,90	4,83	7,32
E 505 IG	5,85	4,68	6,72
EGO S ₁	7,66	5,27	9,50
EGO IG	7,61	4,64	9,67
ITAÓ x EGO	6,98	5,45	8,75
Após a avaliação			
ITAÓ S ₁	5,56	4,12	6,96
ITAÓ IG	5,89	4,86	8,17
E 504 S ₁	5,08	3,67	7,40
E 504 IG	5,00	3,55	7,15
E 505 S ₁	4,86	3,10	7,04
E 505 IG	5,33	3,73	7,20
EGO S ₁	7,62	5,96	8,96
EGO IG	7,55	6,15	9,05
ITAÓ x EGO	6,66	5,61	8,15

a: medição de 725 progêneses;

b: medição de 50 progêneses;

c: amostras da população

FIGURAS

Figura 01. Distribuição das médias para PG (g/pl) nas populações ITAÓ e E 504.

Figura 02. Distribuição das médias para PG (g/pl) nas populações E 505 e EGO-19 C1.

Figura 03. Distribuição das médias para PE (g/pl) nas populações ITAÓ e E 504.

Figura 04. Distribuição das médias para PE (g/pl) nas populações E 505 e EGO-19 C1.

Figura 05. Distribuição das médias para AP (cm) nas populações ITAÓ e E 504.

Figura 06. Distribuição das médias para AP (cm) nas populações E 505 e EGO-19 C1.

Figura 07. Distribuição das médias para AE (cm) nas populações ITAÓ e E 504.

Figura 08. Distribuição das médias para AE (cm) nas populações E 505 e EGO-19 C1.

Figura 09. Distribuição das médias para PG e PE (g/pl); AP e AE (cm) no cruzamento interpopulacional ITAÓ x EGO-19 C1.