

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS EM UMA
VARIEDADE DE MILHO DENTADO BRAQUÍTICO OPACO (Zea mays, L.)**

LEO ZIMBACK

Orientador : DR. GERALDO ANTONIO TOSELLO

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

**PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
DEZEMBRO, 1985**

*À minha esposa,
minha filha
e nossos pais*

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, principalmente às seguintes pessoas e entidades:

- Ao Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello pela orientação, interesse científico e pela amizade e estímulo constantes.

- Ao Prof. Dr. Isaias Olivio Geraldi pela revisão e valiosas sugestões.

- Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ pelo apoio durante o curso.

- À Cooperativa Central de Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, pelo apoio, materiais e meios concedidos.

- Ao Eng^o Agr^o MS Guilherme Rossi Machado Jr. pelo apoio e estímulo.

- Ao Dr. Wilson Marcelo da Silva pelo apoio e estímulo.
- Ao Dr. Luiz Alberto Rocha Batista pelo apoio e amizade.
- Aos Professores e Doutores Roland Vencovsky e José Branco de Miranda Filho pelas sugestões apresentadas.
- Aos funcionários do Departamento de Genética pelo auxílio na condução dos experimentos.
- A FAPESP pelo apoio financeiro concedido no desenvolvimento da pesquisa.

ÍNDICE

	<u>página</u>
RESUMO	<i>viii</i>
SUMMARY	<i>xii</i>
1 INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Estudos com o gene braquítico-2 e suas im- plicações no melhoramento.....	4
2.1.1. Altura de planta e da espiga	4
2.1.2. Produção de grãos	8
2.1.3. Correlações entre os caracteres pro- dução, altura de planta e altura de espiga	13
2.2. Estudos com o gene opaco-2 e sua utilização no melhoramento.....	15
2.2.1. Características do gene opaco-2	15
2.2.2. O gene opaco-2 e seus efeitos sobre caracteres agronômicos	15
2.2.3. Correlações entre caracteres de pro- dução e de qualidade.....	27

2.3. Conteúdo de óleo e produtividade de grãos ..	31
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1. Material	36
3.2. Métodos	36
3.2.1. Execução experimental	37
3.2.2. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1. Análise de Variância	57
4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	66
4.2.1. Estimativas para os caracteres: peso de espigas, altura de planta e de espiga	66
4.2.2. Estimativas para os caracteres: peso de 100 grãos e densidade de grãos ...	73
4.2.3. Estimativas para os caracteres: porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína.....	80
4.3. Estimativas de correlações e respostas correlacionadas	88

4.3.1. Estimativas entre caracteres de produção.....	88
4.3.2. Estimativas entre peso de espigas e peso de 100 grãos, densidade e caracteres de qualidade.....	92
4.3.3. Estimativas entre caracteres de qualidade, peso de 100 grãos e densidade.....	97
5. CONCLUSÕES.....	108
6. LITERATURA CITADA.....	112
TABELAS.....	137
FIGURAS.....	163

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS EM
UMA VARIEDADE DE MILHO DENTADO BRAQUÍTICO OPACO
(*Zea mays*, L.)

Autór: LÉO ZIMBACK

Orientador: Dr. Geraldo Antonio Tosello

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a potencialidade genética da variedade de milho dentado braquítico opaco, para os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga, peso de 100 grãos, densidade de grãos, % de óleo, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína.

Foram avaliadas 349 progênies de meios irmãos originadas de plantas de 1 espiga (subpopulação A) e 349 de plantas prolíficas (subpopulação B), para os caracteres: peso de espigas, altura de planta e de espiga, e peso de 100 grãos; e 200 progênies por subpopulação para os caracteres densidade e teor de óleo, em um delineamento em latitude duplicado, com parcelas de 25 plantas ($5m^2$). Nos caracteres % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, utilizou-se aproximadamente 160 progênies por subpopulação, em um delineamento em blocos ao acaso.

Os dados foram submetidos às análises de va-

riância e covariância conforme modelo proposto por MIRANDA FILHO *et alii* (1974) e GERALDI (1977). A partir destes, foram estimadas, a variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_P^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$), variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e entre médias de progênies ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$). Estimaram-se também o coeficiente de herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas, progressos genéticos esperados e respostas correlacionadas com a seleção.

Boas médias de peso de espigas foram obtidas para a subpopulação A (4,366 kg) e subpopulação B (4,379 kg), com uma variabilidade relativamente alta, juntamente com os caracteres altura de planta, altura de espiga, peso de 100 grãos, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, todos apresentando herdabilidades elevadas, em concordância com alguns resultados obtidos na literatura. O caráter teor de óleo e densidade de grãos mostraram baixas herdabilidades devido à elevadas estimativas de erro ambiental, entretanto o caráter teor de óleo apresentou boas médias na subpopulação A (5,55%) e na subpopulação B (6,10%), que diferiram significativamente, com base em intervalos de confiança.

Outros caracteres que apresentaram boas médias foram: teor de triptofano (0,1048% e 0,1057% para as subpopulações A e B respectivamente), e teor de triptofano

na proteína na subpopulação A (1,067%) e subpopulação B (1,076%), sugerindo bons efeitos do gene opaco-2 na qualidade proteica da variedade.

Devido às altas correlações genéticas aditivas obtidas, a seleção para peso de espigas acarretará ganhos elevados em altura de planta e altura de espiga, mantendo o índice de altura de espiga da subpopulação A (0,505) e da subpopulação B (0,517), que são satisfatórios de acordo com a literatura sobre plantas braquíticas. O caráter peso de espigas só mostrou correlações significativas com os caracteres peso de 100 grãos (-0,325 e -0,287) e densidade (0,393 e 0,320) para as subpopulações A e B respectivamente, e com teor de óleo (0,198) para a subpopulação A. As referências para estas correlações mostram resultados muito variados. Altas correlações genéticas aditivas negativas foram encontradas entre o caráter peso de 100 grãos e % de óleo, peso de 100 grãos e % de triptofano na proteína, densidade e % de óleo, densidade e % de proteína, densidade e % de triptofano e ainda % de proteína com % de triptofano na proteína, associações estas que mostram a dificuldade de selecionar alguns caracteres sem prejudicar outros.

Foram observadas correlações genéticas positivas para peso de 100 grãos e densidade (0,203 e 0,209), peso de 100 grãos e % de proteína (0,183 e 0,293) e ainda densidade e % de triptofano na proteína (0,175 e 0,201), para as

subpopulações A e B respectivamente. No entanto, as correlações mais importantes foram entre % de óleo e % de proteína (0,811 e 0,843), % de triptofano e % de triptofano na proteína (0,829 e 0,990) e entre % de óleo e % de triptofano (0,845 e 1,010).

Os ganhos genéticos esperados na seleção e algumas respostas correlacionadas esperadas, para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, % de óleo, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, foram levemente superiores no esquema de seleção massal, comparado ao esquema de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

ESTIMATES OF GENETIC AND PHENOTYPIC PARAMETERS
IN A VARIETY OF A BRACHYTIC OPAQUE DENT CORN
(*Zea mays* L.)

Author: LEO ZIMBACK

Adviser: GERALDO ANTONIO TOSELLO

SUMMARY

The genetical potentiality of a maize dent variety having a brachytic and opaque phenotype was worked out in this study. The following characteristics were used for evaluation: ear weight, plant and ear height, 100 kernel weight, density, % oil, % protein, % tryptophan and % tryptophan in the protein.

Three hundreds and forty nine half-sib families originated from non-prolific plants (denominated as subpopulation A) and others 349 families derived from prolific plants (subpopulation B) were used as basic material to evaluated ear weight, plant and ear height and 100 kernel weight.

Also, from each subpopulation about 200 families were used to study the characteristics of density and % oil. In both case, a latin square design with two replications was applied for field plot distribution, having

each plot 25 plants and 5.0 m².

For those qualitative characteristics as % protein (%P), % tryptophan (%T) and % tryptophan in the protein (%T/P), 160 families from each subpopulation were used and a randomized block design with two replications was used.

The analysis of variance and covariance were performed under the methodology developed by MIRANDA FILHO *et alii* (1974), and GERALDI (1977), and the following parameters were estimated: additive genetic variance (σ_A^2), genetic variance among progenies (σ_e^2), environmental variance among plots (σ_e^2), phenotypic variance within progenies (σ_d^2), phenotypic variance among plants (σ_F^2) and among progeny average (σ_F^2). Also a coefficient of heritability, genetic and phenotypic correlation, expected genetic progress and correlated response from selection for each characteristic was calculated.

A good yield for ear weight was identified for each subpopulation and a large genetic variability is present.

Excepting for % oil and density, all the other characteristics evaluated showed a high value for the coefficient of hereditability.

The high protein quality" present in both

subpopulation due to the opaque-2 gene was identified and the average data for each of them can be seen when one look thru the % tryptophan in the protein (1.067% and 1.076% for each subpopulation).

High genetic additive correlations between ear weight and plant and ear height identified are suggesting that if one select for ear weight, the plant height will be increased according. It was also identified that ear weight, had a significant genetic correlation with 100 kernel weight and density.

High negative genetic correlation was detected between some traits studied: 100 kernel weight with % oil and % tryptophan in the protein; density with % oil, % protein and % tryptophan; % protein with % tryptophan in the protein.

The most higher values of genetic correlation were obtained between % oil and % protein (0.811 and 0.843); % tryptophan with % tryptophan in the protein (0.829 and 0.990); % oil and tryptophan (0.845 and 1.010) for both subpopulation.

The expected genetic progress and correlated responses for the following traits like 100 kernel weight, density, % oil, % protein, % tryptophan and % tryptophan in

the protein, it will be slightly higher when the mass selection procedure is considered.

1. INTRODUÇÃO

Em várias partes subdesenvolvidas do mundo, o problema de subnutrição toma conta de populações inteiras, que não possuem um alimento barato e ao mesmo tempo de razoável valor nutritivo. Como a carne muitas vezes é cara, está fora de alcance para classes de baixa renda, então precisam suprir suas necessidades proteicas com cereais e hortaliças.

Geralmente estes cereais possuem razoável teor proteico, mas apresentam deficiências de aminoácidos como lisina e treonina, diminuindo o aproveitamento desta proteína disponível, tornando-os exclusivamente energéticos. O milho normal também é o caso (OSBORNE e MENDEL, 1914), causando inclusive doenças ligadas à subnutrição quando do uso exclusivo na alimentação. Isto porque apesar do teor de proteína do milho variar de 10 a 12%, esta em geral só tem 50%

de valor proteico. No entanto existe entre os mutantes para *endosperma* de milho, o gene opaco-2 que modifica os teores de lisina e triptofano (MERTZ *et alii*, 1964), aumentando o valor nutricional da proteína. Esse mutante foi citado pela primeira vez por Singleton e Jones na década de 30 (FEIST e LAMBERT, 1970), e reúne o maior potencial para ser utilizado, possuindo a vantagem de ainda ter um bom teor de óleo, devido ao embrião ser em geral maior do que no grão normal.

A utilização do milho opaco na alimentação de monogástricos como o porco, propicia maior ganho de peso. Em experimentos com ratos demonstrou-se a duplicação do peso em relação ao milho normal (MERTZ *et alii*, 1965). E concluindo, nos meios médicos o milho opaco-2 foi utilizado para combater a subnutrição humana (HARPSTEAD *et alii*, 1968).

Aliado ao aspecto da qualidade do grão, devemos pensar nos aspectos de produtividade e colheita mecanizada, a última é devido ao aumento do preço de mão-de-obra na lavoura. As variedades mais indicadas para este tipo de colheita são as braquíticas (br-2). O milho braquítico foi descrito em 1941 por Woodworth (BULLOW, 1971), e o porte de plantas braquíticas sendo menor, permite uma maior densidade de plantio, provavelmente com maior produção por área.

Inicialmente o uso da versão braquítica não mostrou ser promissora nos Estados Unidos por não produzir

tão bem como a planta normal (CAMPBELL, 1965). Entretanto no Brasil populações promissoras mostram grande variabilidade para produção, sendo possível obter híbridos e variedades braquíticas de aceitação comercial (PATERNIANI e RISSI, 1976).

O presente trabalho tem por objetivo de estudo uma variedade de milho com sementes tipo dentado contendo os genes mutantes braquítico -2 e o gene opaco-2. Quantificou-se os efeitos destes dois genes, com parâmetros fenotípicos (produção de espigas, altura de planta e de espiga, prolificidade, teor de proteína, de triptofano e de óleo) e parâmetros genéticos (herdabilidade, variância e correlações genéticas), visando avaliar o potencial deste material para futuros ciclos de seleção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estudos com o gene braquítico e suas implicações no melhoramento

Nas plantas homozigotas para o gene braquítico-2, ocorre um distúrbio na produção de giberelinas, responsáveis pelo alongamento celular e conseqüentemente do colmo (NEUFFER *et alii*, 1968). Entretanto este distúrbio parece não afetar o tamanho da espiga e conseqüentemente a produtividade.

2.1.1. Altura de planta e da espiga

O gene braquítico-2 mostra ter um grande potencial para colheita mecanizada, devido ao seu porte reduzido, conseqüência da diminuição do comprimento dos internô-

dios e raízes adventícias (KEMPTON, 1920). Um efeito de dosagem no heterozigoto é notada (BULLOW; 1971 e KHEHRA *et alii*, 1975), com pequeno decréscimo na altura da planta, porém sem decréscimo na produção.

A presença do genótipo $br_2 br_2$ reduz a taxa de aumento da altura sem afetar o padrão geral de crescimento, o qual deve ser controlado por muitos genes (ANDERSON e CHOW, 1963; KHEHRA *et alii*, 1975). Apesar de ocorrer encurtamento de internódios neste genótipo, o porte da planta pode ser modificado (THE AGRICULTURAL GAZETTE, 1968 e RISSI, 1980) apresentando variabilidade considerável.

A herdabilidade para altura da planta e altura de espiga, dependendo é claro da variabilidade da população, é alta para ambas as características. MOLL *et alii* (1975) confirmaram este fato em uma população de porte normal onde se estimou uma herdabilidade de 57% para altura de planta e 52% para altura de espiga. Procedendo a uma seleção massal, diminuiu consideravelmente a variabilidade para estes caracteres em plantas de porte normal. O que sugere a fácil obtenção de uniformidade para os caracteres estudados.

Herdabilidades altas para altura de planta e altura de espiga foram encontradas por outros autores em plantas de porte normal (SHEHATA, 1975; REGAZZI *et alii*, 1980 e REIS *et alii*, 1982), porém RISSI (1980) também as ob-

teve em populações braquíticas, permitindo o direcionamento da seleção para a obtenção de milhos denominados anões modificados (CAMPBELL, 1965).

Como em plantas braquíticas é comum o baixo posicionamento da espiga na planta, é importante observar que altas herdabilidades permitem a seleção para melhor posicionamento da espiga (ANDERSON e CHOW, 1963; KHEHRA *et alii*, 1975 e RISSI, 1980).

O porte do braquítico-2 também tem influência no índice do acamamento e quebra de plantas, reduzindo-os de maneira marcante em relação às plantas normais (LENG, 1957; CAMPBELL, 1965; PATERNIANI, 1973; GALVÃO, 1974; KHEHRA *et alii*, 1975), devido ao aumento de diâmetro do colmo (KEMPTON, 1920) que está associado também ao aumento do número de internódios. Segundo observação de GALVÃO (1974) as plantas de milho no Brasil são muito altas e por isso muito sujeitas ao acamamento, tanto em variedades como em híbridos comerciais.

ANDERSON e CHOW (1963) relatam a resistência de híbridos braquíticos à quebra de colmos em relação aos híbridos de porte normal, principalmente em função do menor centro de gravidade e menor exposição aos ventos. Os mesmos autores observam que a altura da planta depende da constituição genética da população, sendo os híbridos braquíticos pro

porcionais aos híbridos normais correspondentes. Deste modo estabeleceram que dois mecanismos de herança governam a altura da planta. Um de herança quantitativa controlando a taxa de crescimento e outro determinando o crescimento total governado pelo gene maior braquítico-2.

A hipótese aventada por melhoristas de que as plantas braquíticas poderiam permitir um aumento da densidade populacional, foi inicialmente contestada por PENDLETON e SEIF (1961) que relatam curvas de produção em função da densidade populacional semelhantes aos híbridos normais. Posteriormente CAMPBELL (1965) cita que plantas braquíticas mostraram capacidade de manter a produção acima das densidades ideais. LEITE (1973) e VALVA (1976) observaram aumentos de produção quando o espaçamento entre linhas era reduzido de 100 para 75 cm. A variedade Piranão ($br_2 br_2$) apresentou maior tolerância a altas densidades de plantio em relação ao cultivar Centralmex de porte normal (GALVÃO, 1974).

Outros caracteres acompanham o genótipo br_2 br_2 que são maior área foliar e folhas mais escuras, assim como decréscimo do número de fileiras na espiga. No entanto há um maior número de grãos por fileira (ANDERSON e CHOW, 1963; KHEHRA *et alii*, 1975). KEMPTON (1920) não encontrou diferenças na área foliar, porém observou que a espiga superior era menor do que nas versões normais, entretanto os autores concordam com a longevidade das folhas dos braquíti-

cos. Maior resistência à seca é citada por CAMPBELL (1965), mostrando que poucas características indesejáveis são encontradas em plantas braquíticas, e que o insucesso inicial se deve aos trabalhos terem sido conduzidos em regiões em que não havia problemas com altura de planta e de espiga, utilização de poucas linhagens, observação em dois ou três retrocruzamentos e ensaios conduzidos em espaçamento e práticas indicadas para milhos normais. Além disso não levaram em conta a importância de genes modificadores, e alguns ensaios visando quebrar recordes de produtividade usando a resistência ao acamamento, usaram altas densidades e doses de fertilizantes que prejudicaram a performance geral do ensaio.

2.1.2. Produção de grãos

Por muito tempo se acreditou que a variância genética aditiva para produção se esgotara, isto é, que os insucessos na seleção intrapopulacional, como a seleção massal e espiga por fileira, se deviam a isto. Consequentemente, admitiram que a sobredominância era o tipo mais importante de variação gênica para produção. Posteriormente alguns trabalhos demonstraram evidências de variância genética aditiva, com possibilidade de utilização no melhoramento.

Na realidade, os estudos indicam que a variância genética aditiva é o componente mais importante para pro

dução de grãos (LINDSEY *et alii*, 1962; SILVA e HALLAUER, 1975). Os sobredominantes, segundo LINDSEY *et alii* (1962), não parecem ter a importância que se atribui. Há porém, estimativas do grau médio de dominância superiores a 1,0, encontradas por ROBINSON *et alii* (1949) e por GARDNER *et alii* (1953). Uma explicação para tais estimativas, deve-se a genes ligados em fase de repulsão (COMSTOCK e ROBINSON, 1952; GARDNER e LONQUIST, 1959).

Várias metodologias têm sido empregadas na obtenção das estimativas dos componentes de variância genética, como os delineamentos I, II e III de COMSTOCK e ROBINSON (1948 e 1952). Outra metodologia frequentemente empregada é a obtenção da variância genética aditiva, através de ensaios de famílias de meios irmãos. No Brasil, vários trabalhos têm sido feitos utilizando tal metodologia, podendo-se citar: PATERNIANI (1967), CARMO (1969), SILVA (1969), MIRANDA FILHO *et alii* (1972), SUAREZ LESCANO (1976), TORRES SEGOVIA (1976), CUNHA (1976), GERALDI (1977), LIMA e PATERNIANI (1977), GERALDI *et alii* (1978), RISSI (1980) entre outros.

Apesar de se ter desenvolvido uma metodologia adequada para seleção, aproveitando a variância aditiva existente, a herdabilidade para produção é relativamente baixa, fornecendo pequenos progressos. Daí o interesse dos pesquisadores em estudar caracteres ligados à produtividade, possuindo alta herdabilidade e sendo portanto, de fácil sele-

ção. A prolificidade é um caráter importante porque, justamente se encaixa nestas características mencionadas. De modo geral, as plantas prolíficas são mais produtivas que as não prolíficas (COLLINS *et alii*, 1965; HARRIS *et alii*, 1976), sendo a prolificidade correlacionada genotipicamente com a produção de grãos (SHEHATA *et alii*, 1978), exercendo grande efeito sobre esta.

A alta herdabilidade para prolificidade parece estar ligada à herança de poucos genes. Segundo HARRIS *et alii* (1976), a prolificidade envolve dois loci gênicos, controlando a repressão da segunda espiga. O grande potencial é dado à condição recessiva, apesar de ser afetado pelo ambiente e pelo germoplasma da planta.

SHEHATA *et alii* (1978), encontrou heterose estudando a prolificidade com o uso de cruzamentos. O que leva a crer que haja efeito de genes dominantes e epistáticos controlando o caráter, apesar de não contribuir muito para o aumento de produção. Estudando o trabalho de COLLINS *et alii* (1965), se conclui que não há heterose para prolificidade propriamente, e sim um efeito do vigor dos cruzamentos influenciando o índice de espiga.

Além do efeito direto sobre a produção de grãos, a prolificidade fornece outros atributos, como adaptação às condições adversas de fertilidade e umidade do solo,

segundo LANZA *et alii* (1964) e COLLINS *et alii* (1965). Afirmaram ainda que, em diferentes níveis de densidade, os híbridos prolíficos dão as melhores produções. Comparando populações braquíticas em relação à população de porte normal, BULLOW (1971) demonstrou não haver diferenças no número de espigas, mesmo com e sem adubação completa, mostrando não haver efeitos pleiotrópicos indesejáveis para prolificidade em nossas condições.

Com relação às populações que possuem o gene braquítico-2 há trabalhos que indicam grande potencial de seleção para produção (ANDERSON e CHOW, 1963; GALVÃO, 1974; PATERNIANI, 1974; KHEHRA *et alii*, 1975 e RISSI, 1980). Entretanto o efeito pleiotrópico do gene br_2 não pode ser ignorado. De acordo com ANDERSON e CHOW (1963), CAMPBELL (1965) e KHEHRA *et alii* (1975), esse gene tem mostrado diferentes efeitos nos diversos genótipos, existindo possibilidades de seleção de variedades e híbridos de alto valor agronômico, apesar dos efeitos pleiotrópicos inerentes ao gene.

RISSI (1980) demonstrou que as populações braquíticas podem ter o mesmo potencial genético que as populações de porte normal. Obteve estimativas de parâmetros genéuticos que estavam dentro da amplitude de variação das estimativas obtidas com milhos normais. A herdabilidade era suficiente para alterar a média da produção das subpopulações, por esquemas simples de melhoramento como a seleção massal,

com ganhos relativamente altos.

Sob condições de plantios densos, o braquíti_{co-2} tem se mostrado superior às plantas normais, produzindo igual ou mais do que estas (PATERNIANI, 1970 e GALVÃO, 1974). Isto aumentaria a produção por área, além de facilitar a mecanização da colheita que já foi citada anteriormente.

Foram detectados efeitos epistáticos significativos para produção com trabalhos envolvendo híbridos simples e triplos (BAUMAN, 1959; GORSLINE, 1961; SPRAGUE e THOMAS, 1967 e STUBER e MOLL, 1969). Com base em outras metodologias, se observa que os efeitos epistáticos são negligíveis (ROBINSON *et alii*, 1955; COMPTON *et alii*, 1965; STUBER *et alii*, 1966; GARDNER e PATERNIANI, 1967 e SILVA e HALLAUER, 1975).

A ocorrência de heterozigotos $Br_2 br_2$ produzindo mais do que híbridos normais e braquíuticos, foi examinada por BULLOW (1971) e KHEHRA *et alii* (1975). Esta ocorrência foi explicada como efeito de sobredominância do heterozigoto em germoplasma similar.

2.1.3. Correlações entre os caracteres: produção, altura de planta e altura de espiga

No desenrolar de programas de seleção, desde o início do melhoramento do milho, tinham sido observadas alterações nestes três caracteres. O trabalho desenvolvido por ACOSTA e CRANE (1972), mostrou também a associação entre altura de planta e altura de espiga. Diversos trabalhos mostraram correlação para produção e altura de planta e/ou de espiga, entre estes estão GREEN (1955), HORNER *et alii* (1963), HALLAUER e SEARS (1969), VERA e CRANE (1970), DARRAT *et alii* (1972), REIS *et alii* (1982).

Entretanto associações negativas entre altura de planta e da espiga foram encontradas por DARRAT *et alii* (1972). Porém trabalhos que visam quantificar estas associações, obtiveram correlações positivas e significativas (ROBINSON *et alii*, 1951; MIRANDA FILHO *et alii*, 1974; RISSI, 1980). Do mesmo modo, correlações positivas entre produção e altura de planta e/ou espiga, foram encontradas por ROBINSON *et alii* (1951), LINDSEY *et alii* (1962), TAVARES e ZINSLY (1971), LIMA e PATERNIANI (1977), CRISOSTOMO (1978) e RISSI (1980).

Correlações nulas também são encontradas, como é o caso de OBILANA e HALLAUER (1974) e ainda TOSELLO e GERALDI (1980b) com uma população de milho opaco-2. A explicação para o caso de correlações negativas é dada por MOLL

et alii (1975), onde se observa a existência de um ótimo para altura de espiga, evidenciado por um coeficiente quadrático de correlação, altamente significativo com a produção. A suposição apresentada é que esta regressão quadrática estaria relacionada com a fotossíntese e transporte na planta.

Outro aspecto importante é o efeito exercido pela relação altura de espiga/altura de planta, como um efeito negativo na produção (SHEHATA, 1975), indicando a necessidade de abaixar esta relação na seleção. Isto pode ser influenciado pelo fato de que órgãos e tecidos localizados na parte apical são alimentados pelas folhas superiores. o que vem explicar os resultados obtidos por MOLL *et alii* (1975). Porém é ressaltado que as correlações positivas podem estar relacionadas com a amostragem de populações, fato discutido também por MIRANDA FILHO *et alii* (1974), havendo portanto limites para o progresso de altura de planta e espiga para cada população em relação ao caráter produção.

Em populações de milho braquítico-2, a seleção para braquíticos mais altos (modificados), resultou em produção similar às populações de porte normal, apesar de menores em tamanho (THE AGRICULTURAL GAZETTE, 1968). Utilizando uma variedade braquítico-2, PATERNIANI e RISSI (1976) observaram que a subpopulação que apresentou altura de planta e de espiga mais baixas, foi a menos produtiva. Com estes resultados, podemos chegar a conclusão que, em populações

braquíticas, ocorre o mesmo que em populações normais. Confirmando este fato, RISSI (1980) encontrou correlações genéticas aditivas e significativas entre os três caracteres em população braquítico-2, concordando com os dados obtidos nas populações de porte normal.

2.2. Estudos com gene opaco-2 e sua utilização no melhoramento

A identificação do gene opaco-2 (o_2) se deu quando dos estudos pioneiros de ligação em milho. Emmerson *et alii* (1935) citado por TOSELLO (1974), relataram este alelo recessivo, localizado no cromossomo 7 por Singleton e Jones na década de 30. Por algum tempo o gene opaco-2 foi considerado sem importância. A necessidade de melhorar a qualidade nutricional do milho resultou em estudos que revelaram as propriedades do gene opaco-2, sendo até hoje o gene de maior importância neste campo de pesquisa.

2.2.1. Características do gene opaco-2

O gene opaco-2 na condição homozigota, modifica a composição proteica do endosperma de maneira drástica, com mudanças na composição geral de aminoácidos (MERTZ *et alii*, 1964). A fração proteica prolamina (rica em zeína),

solúvel em álcool, está reduzida neste mutante, com aumento das frações albuminas, globulinas e glutelinas que, sendo ricas em lisina, aumentam o teor desta no endosperma (JIMENES, 1966 e MOSSE, 1966). O aumento da zeína está também negativamente correlacionada com teores de triptofano (DALBY e TSAI, 1974). É importante observar que somente as frações proteicas são alteradas e não os teores de aminoácidos dentro das frações (JIMENES, 1966).

A hipótese de que o gene opaco-2 poderia ser regulador da síntese de zeína, foi levantada por NELSON (1969), atuando somente no endosperma. A redução da fração zeína seria o efeito primário do gene. A explicação do mecanismo foi dada por DALBY e DAVIES (1967) e WILSON e ALEXANDER (1967), na qual a atividade da ribonuclease demonstrou ser maior do que no endosperma normal e que o locus o_2 seria o regulador da síntese de ribonuclease. O que levou a conclusão de que a RNase estaria destruindo o mRNA responsável pela fração zeína mais rapidamente do que no endosperma normal, chegando a ser 6 vezes mais ativa entre 22 e 25 dias após a polinização.

Entretanto NELSON (1969) sugeriu que o gene o_2 poderia ser regulador para a síntese de zeína e que seu efeito primário seria a redução no conteúdo de zeína. A repressão da produção de zeína e estímulo na síntese de albumina,

globulina e glutelina foram atribuídos como um todo ao gene o_2 por MISRA *et alii* (1972). Em continuidade ao estudo de síntese de proteínas no endosperma de milho normal e opaco-2, LEE *et alii* (1976) separaram da fração zeína 6 proteínas diferentes, sendo 2 delas (Z_1 e Z_2) presentes em maior abundância; a composição em aminoácidos não diferiu significativamente e o gene o_2 causou uma redução substancial do componente Z_1 . Utilizando a técnica de síntese de zeína "in vitro", JONES *et alii* (1977) sugeriram que esta redução estaria relacionada à ausência de uma região do retículo endoplasmático, a que estariam especificamente ligados ribossomos com função de reconhecer as mensagens para produção de zeína. Afirmaram ainda que como há o dobro de RNA ribossômico no milho normal, o gene o_2 estaria impedindo a ligação dos ribossomos à membrana do retículo ou impedindo o início da tradução de uma classe de proteína ribossômica.

Outra hipótese levantada pelo trabalho de SILVA e ARRUDA (1979), foi em função da observação de que a concentração de lisina que entrava na espiga era igual nos dois genótipos, e com a maturação do grão sua concentração ia diminuindo no endosperma normal. O que levou os autores a concluir que a taxa de conversão de lisina seria um mecanismo no controle de lisina no milho, conversão esta que já havia sido detectada por SODEK e WILSON (1970) utilizando lisina marcada (^{14}C), onde o aminoácido era convertido a ácido

glutâmico e prolina no endosperma normal e muito pouco ocorria no endosperma opaco-2. Deste modo as tentativas feitas para explicar o mecanismo de ação do gene o_2 não foram muito conclusivas. A hipótese da regulação da síntese de RNase não teve sustentação, e a hipótese da ação do gene o_2 que seria mais a nível de tradução e não de transcrição tem sido mais aceita, mas deixa em aberto a maior síntese das proteínas não-zeína no milho opaco-2.

SODEK e WILSON (1970) propuseram que os aumentos em proteínas não-zeína poderiam ser uma resposta a um aumento da disponibilidade de aminoácidos. A hipótese proposta por SILVA e ARRUDA (1979) supõe que o gene o_2 atue sobre a conversão de lisina talvez não diretamente, propiciando a síntese de proteínas ricas em lisina, quando esta não é catabolizada (milho opaco-2), e de proteínas pobres em lisina quando esta é catabolizada (milho normal); o que no entanto não permite explicar a síntese diferencial das proteínas Z_1 e Z_2 da fração zeína. Por enquanto não se tem a visão global da ação do gene o_2 , o fato que se observa é que a ação não é simples, necessitando maiores estudos para desvendar todo o mecanismo.

Sendo o milho de endosperma normal deficiente em lisina e triptofano, que são aminoácidos essenciais, o conteúdo médio de 10% de proteína que a semente possui é de valor nutricional relativamente baixo (SPRAGUE, 1948). Des-

tes 10% de proteína, a maior parte está no endosperma onde há uma grande fração de zeína.

Devido a estas modificações, o milho opaco-2 possui valor nutricional superior, com aumento de 80% no teor de lisina (MENTEN, 1982), comprovada na alimentação de ratos brancos (MERTZ *et alii*, 1965). Em suínos o ganho de peso dos leitões foi três vezes superior utilizando o milho opaco-2 (CROMWELL *et alii*, 1967). MENTEN (1982), conseguiu substituir 4% de farelo de soja utilizado na ração de suínos com o uso de milho o₂, ainda com a vantagem de ganho no diâmetro do olho do lombo na fase de acabamento, barateando o custo da ração e melhorando a qualidade da carcaça. Em termos de ganhos de peso não houve diferenças entre as rações com milho normal e milho opaco-2. Na alimentação humana, o milho opaco-2 também mostra ser superior ao milho normal (HARPSTEAD *et alii*, 1968).

Além do valor nutritivo, o gene opaco-2 confere outras características ao grão, como o tamanho do germe em relação ao grão, que é maior do que o normal (ARNOLD *et alii*, 1974), menor peso do endosperma e menor peso de grãos (ELMORE e ALEXANDER, 1970; SREERAMULU e BAUMAN, 1970; Aycock, 1972^{1/}; GUPTA *et alii*, 1983). Os grãos de amido no milho opaco não são comprimidos uns aos outros, e por isso

^{1/} citado por TOSELLO (1974).

eles são mais arredondados, indicando arranjo menos compacto (DIMLER, 1966). O germe de maior tamanho em relação ao grão apresenta menor teor de óleo, mas confere ao grão opaco uma porcentagem superior de óleo em relação ao grão normal (LAMBERT, *et alii*, 1969).

LAMBERT *et alii* (1969) e SREERAMULU E BAUMAN (1970) obtiveram teores maiores de proteína na versão opaco-2, apesar da produção de proteína ser menor que em milhos normais. Entretanto muitos trabalhos mostram teores menores de proteína na versão opaco-2 (FEIST e LAMBERT, 1970; JAIMES e GALAN, 1979; CAVIEDES *et alii*, 1983), relacionados com menores teores de zeína no endosperma. A modificação do endosperma opaco-2 mostra maiores teores de zeína e aumento na proteína (DALBY e TSAI, 1974). As diferenças não são grandes e são muito influenciadas pelo germoplasma utilizado, além disso as variâncias genéticas aditiva e não aditiva são altas para o caráter (SREERAMULU e BAUMAN, 1970). MOTTO (1979) e TOSELLO e GERALDI (1980b) encontraram altas herdabilidades para o caráter em população modificada, com baixa correlação para densidade mostrando que existem materiais em que o caráter não mostra respostas quando se seleciona para maiores teores de proteína.

Segundo JAIMES e GALAN (1979) o ambiente tem grande influência sobre o teor de proteína e triptofano no endosperma do grão, e a porcentagem de triptofano está negativamente correlacionada com teores de zeína que segundo MERTZ *et alii* (1964) é uma proteína pobre também em lisina. SCHÖNHAUS e SGARBIERI (1983) observaram que a lisina e o triptofano aumentaram juntamente com teores das frações albumina, globulina e glutelina da proteína do milho.

Os genes modificadores para endosperma (VASAL, 1975) aumentam o teor de zeína influenciando negativamente a porcentagem de triptofano (CAVIEDES *et alii*, 1983) dificultando a obtenção de milhos opacos modificados com alta qualidade nutricional. Entretanto o caráter triptofano no grão possui alta herdabilidade (MOTTO, 1979 e TOSELLO e GERALDI, 1980a) e mesmo os teores de triptofano no milho opaco modificado são bem superiores aos encontrados no milho de endosperma normal (JAIMES e GALAN, 1979).

Os teores de lisina no milho opaco-2 estão positivamente correlacionados com os teores de proteína, assim como a produção de lisina se correlaciona com peso de grãos (GUPTA *et alii*, 1975). Porém a porcentagem de lisina na proteína apresenta correlação negativa para peso de grãos, não significativa com o teor de proteína do endosperma e positi

va para o teor de proteína do germe, no qual prevalecem as albuminas, globulinas e glutelinas.

Estudos com triptofano no milho de endosperma opaco-2 apresentaram correlações negativas com porcentagem de proteína (JAIMES e GALAN, 1979; LORENZONI *et alii*, 1980; MARA, 1982; CAVIEDES *et alii*, 1983). Exceções feitas a MOTTO (1979) e TOSELLO e GERALDI (1980b), que observaram a existência de um grupo de genes modificadores que não afetam a qualidade do grão, onde ocorre também que o caráter proteína não estava associado com densidade de grãos. JAIMES e GALAN (1979) mostraram que os modificadores de endosperma conhecidos estão associados a altos teores de proteína (fração zeína), diminuindo os teores de triptofano e CAVIEDES *et alii* (1983) demonstrou que triptofano na proteína diminui com a modificação de endosperma enquanto que o teor de proteína aumenta.

A totalidade dos trabalhos mostram correlações negativas entre porcentagem de triptofano na proteína e teor de proteína (MOTTO, 1979; LORENZONI *et alii*, 1980; TOSELLO e GERALDI, 1980b; MARA, 1982; CAVIEDES *et alii*, 1983), onde a qualidade proteica é difícil de se manter com altos teores de proteína, e em muitos casos com redução no rendimento de grãos. A porcentagem de triptofano no grão normalmente acompanha os teores de triptofano na proteiã

na (MOTTO, 1979 e TOSELLO e GERALDI, 1980b), o que não ocorre com produção de triptofano. MARA (1982), obteve correlação positiva e significativa mostrando a influência do germe plasma utilizado nos ganhos genéticos indiretos da seleção para porcentagem de triptofano, em termos de produção de triptofano por área.

2.2.2. O gene opaco-2 e seus efeitos sobre caracteres agronômicos

Uma vez evidenciadas as qualidades do gene opaco-2, os melhoristas procuraram melhorar o aspecto e o rendimento em peso de grãos. As variedades e híbridos opaco-2 em geral apresentam 10 a 15% menos peso de 100 grãos que o normal (SALAMINI *et alii*, 1970; SREERAMULU e BAUMAN, 1970). Porém ASNANI e GUPTA (1970) mostraram existir variabilidade para o caráter e LAMBERT *et alii* (1969) estudando híbridos e suas versões opaco-2, encontraram dois destes híbridos superiores à versão normal. Em parte, a redução do peso da semente opaco se deve à falta de compactação do amido no endosperma (DIMLER, 1966), e ao maior tamanho do embrião, que é rico em óleo (LAMBERT *et alii*, 1969).

O peso de grãos inferior ao encontrado em grãos normais, é o principal efeito pleiotrópico que acompa-

nha a introdução do gene opaco-2 na condição recessiva. Este é um dos componentes que faz com que o milho de endosperma opaco-2 apresente menor produção (LAMBERT *et alii*, 1969; SREERAMULU e BAUMAN, 1970; TOSELLO, 1978). Em alguns casos ocorre independência entre os dois caracteres (ASNANI e GUPTA, 1970 e BARREIRO NETO *et alii*, 1982), demonstrando que em certos materiais os efeitos são menores para o caráter peso de grãos e nenhum para produção quando se introduz o gene opaco-2. Estudos de componentes estatísticos em população de endosperma opaco-2 mostram que o caráter peso de grãos apresenta heterose maior do que em grãos normais (SREERAMULU *et alii*, 1970). Entretanto, DUDLEY *et alii* (1977) demonstraram que a maior parte da variabilidade é aditiva, corroborado por TOSELLO e GERALDI (1980a) onde se observou alta herdabilidade no sentido restrito em uma população opaco-2.

A densidade está relacionada com peso de grãos e é um componente que influencia a produtividade no milho de endosperma opaco-2 (BARREIRO NETO *et alii*, 1982), com efeitos positivos e significativos. Porém TOSELLO e GERALDI (1980b) não encontraram esta associação, da mesma forma que MOTTO (1979) também não detectou, porém existia uma alta herdabilidade para o caráter demonstrando o potencial da variedade estudada. Um estudo de CAVIEDES *et alii* (1983) mostraram que a densidade relacionada com modificação do endosperma mostra pouca resposta à produção, além do que

a expressão da modificação sofre significativos efeitos de xenia (BEAVER e LAMBERT, 1982).

Enumerando as características de espiga, SALAMINI *et alii* (1970) e SREERAMULU e BAUMAN (1970) verificaram reduções no número de grãos por espiga na presença de genótipo opaco sem ter, contudo, diferenças significativas que poderiam levar a um decréscimo de produção. Quanto ao peso de espiga, há uma tendência de se comportar de maneira diversa em diferentes materiais, e apesar de estar negativamente associada à presença do gene opaco-2, apresenta efeitos positivos ocasionalmente (TOSELLO, 1978). Para o peso de sabugo, MAKONEN e BAUMAN (1976) e TOSELLO (1978) observaram uma redução no genótipo opaco. ASNANI e GUPTA (1970) estudando o comprimento e diâmetro do sabugo, observaram aumentos no último, e só em algumas populações ocorria a redução do comprimento do sabugo na presença do gene opaco-2. Por outro lado, SALAMINI *et alii* (1970) não verificaram nenhum efeito para comprimento e diâmetro do sabugo, mostrando que as características peso e densidade de grãos são as que mais afetam a produção, e que em alguns casos é compensada pelo maior comprimento da espiga.

Segundo TOSELLO (1978) estes trabalhos mostram a possibilidade de se aumentar o diâmetro da espiga por seleção, favorecendo a obtenção de sementes maiores ou aumentar o número de fileiras de grãos na espiga, aumentando a

produção de grãos por área. MOTTO (1979) trabalhando com uma população opaco-2 modificado, mostrou a existência de altas herdabilidades para comprimento e diâmetro de espiga, características de alta correlação com produção de grãos por planta no ensaio, com grande potencial para um trabalho de seleção e mostrando que populações modificadas também podem alcançar grandes progressos na produção.

Nos U.S.A. os híbridos opacos atingiram produções muito próximas aos híbridos de endosperma normal, e com aumento no peso de grãos (DUDLEY *et alii*, 1975); SPERLING (1975) preconizou o uso de seleção recorrente observando o peso de grãos; SALAMINI *et alii* (1970) observaram que alguns híbridos opaco-2 são superiores ao híbrido normal; TOSELLO (1978) obteve uma versão opaco que pouco diferiu da versão normal em produtividade, sendo indicada como de alto valor nutricional e tão produtiva quanto os híbridos comerciais testados.

No Brasil, o uso de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos em dois compostos de milho opaco foi relatada por POMMER (1976), sendo o método eficiente para aumentar a produção e o índice-de-espiga. Comparando com a média dos híbridos opacos testemunhas, a produção foi equivalente nos dois compostos. MOTTO (1979) obteve uma população de alta herdabilidade para produção (79,6%) e para altura de planta e de espiga (83,8 a 80,1% respectivamente),

que também estão altamente correlacionados com produção de grãos. Utilizando uma variedade dentada opaco-2 TOSELLO e GERALDI (1980a) observaram que a população de famílias de meios irmãos obtida desta, mostrava alta variabilidade, porém com herdabilidade média, inclusive para altura de planta e de espiga o mesmo nível de herdabilidade foi encontrada. Mas a média de produção da população foi equivalente às dos híbridos de endosperma normal Cargill-111 e Hmd 7974, utilizados como testemunhas dos ensaios.

A cada ano que passa, a utilização do milho opaco-2 como milho comercial vem se tornando viável através de trabalhos que melhoram os aspectos agronômicos, estimulando a aceitação e aproveitamento da alta qualidade proteica desse milho.

2.2.3. Correlações entre caracteres de produção e de qualidade.

A produtividade de grãos está em geral negativamente associada ao teor de proteína do genótipo opaco-2 (SREERAMULU e BAUMAN, 1970; GUPTA *et alii*, 1975; MOTTO, 1979, e BARREIRO NETO *et alii*, 1982), embora correlações positivas possam ser encontradas (TOSELLO e GERALDI, 1980b e CAVIEDES *et alii*, 1983). Com base nestes trabalhos chega-se à conclusão que seria difícil aumentar a produtividade sem diminuir o teor

de proteína no grão, mas POMMER (1976), desenvolvendo 4 ciclos de seleção para produtividade em duas variedades de milho opaco, mostrou que não houve alteração no teor de proteína no grão. As correlações obtidas em cada ciclo de seleção variaram de -0,38 a 0,45, mostrando uma resposta variável de material para material e de acordo com o ciclo de seleção, sem contudo seguir um padrão de variação. WOODWORTH *et alii* (1952) já haviam realizado 20 gerações sucessivas de seleção para proteína em milho normal, e houve uma redução de produtividade tanto para seleção de alto teor de proteína como para baixo conteúdo de proteína, o que esclarece algumas respostas obtidas por POMMER (1976) e outros autores estudando a proteína do milho de endosperma opaco-2, apesar de DUDLEY *et alii* (1977) encontrarem correlações negativas em milho normal. Recentemente BARREIRO NETO *et alii* (1982) observaram que a porcentagem de proteína no germe estava negativamente associada ao peso de espigas na parcela e positivamente associada ao peso de grãos na parcela, mostrando existir interferência de caracteres de grãos e/ou espiga influenciando a correlação com a proteína do germe, que representa a menor porção de proteína do grão.

O trabalho de WOODWORTH *et alii* (1952) mostra que a seleção para proteína causa mudanças nos caracteres morfológicos de grãos e espigas. Em plantas de alto teor de proteína as espigas eram menores, sabugos grandes e os grãos

duros, translúcidos e meio dentado, enquanto que as espigas de milho de baixo teor proteico eram grossas, com mais fileiras de grãos e os grãos eram longos, farinhosos e pouco ou nada dentados. Para peso de grãos DUDLEY *et alii* (1977) não encontraram correlações negativas significativas para o milho de endosperma normal, ao passo que em milho de endosperma opaco-2 correlações negativas com teor de proteína são encontradas (LAMBERT *et alii*, 1969; GUPTA *et alii*, 1975 e TOSELLO e GERALDI, 1980b). Mas exceções ocorrem também neste caso como correlações nulas (SREERAMULU e BAUMAN, 1970) e positivas (BARREIRO NETO *et alii*, 1982). O que se nota é a correspondência das correlações dos teores de proteína com produção e peso de grãos, e ainda mais para com a densidade dos grãos (GUPTA *et alii*, 1975 e BARREIRO *et alii*, 1982), mostrando haver associação das respostas destes três caracteres com teor de proteína nos diferentes germoplasmas, com exceção feita a TOSELLO e GERALDI (1980b) onde as correlações foram relativamente baixas. A modificação do endosperma, relacionada com maiores teores de zeína no grão, pode ser responsável pelas diferentes respostas obtidas, pois está positivamente associado a teores de proteína (JAIMES e GALAN, 1979 e CAVIEDES *et alii*, 1983).

O caráter produção de proteína por área está positiva e significativamente correlacionada com produção e peso de grãos (SREERAMULU e BAUMAN, 1970 e GUPTA *et alii*, 1975).

Assim como está positivamente correlacionada com largura, comprimento e densidade do grão (GUPTA *et alii*, 1975), ao contrário do que ocorre com o conteúdo de proteína no grão.

A qualidade nutricional da proteína no milho está negativamente associada aos caracteres de produção. Isto se deve a aminoácidos essenciais que estão correlacionados negativamente com a produção, como a lisina (SREERAMULU e BAUMAN, 1970; GUPTA *et alii*, 1975; POMMER, 1976 e BARREIRO NETO, *et alii*, 1982) e triptofano (MOTTO, 1979; TOSELLO E GERALDI, 1980b e CAVIEDES *et alii*, 1983), existentes nas frações albuminas, glutelinas e globulinas do milho. GUPTA *et alii* (1975) estudando estes aspectos, observaram que a lisina está também negativamente correlacionada com componentes de produção como largura e comprimento de grãos, peso de 1000 grãos e densidade. Outros componentes como prolificidade, altura de planta e de espiga também mostram este tipo de associação (BARREIRO NETO *et alii*, 1982), evidenciando que a qualidade nutricional afeta a produção e quase todos os seus componentes, dificultando a seleção para produção e qualidade nutricional simultaneamente. O mesmo ocorre com o aminoácido triptofano, em que se observa correlações negativas com diâmetro de espiga e densidade (MOTTO, 1979) e modificação do endosperma (JAIMES e GALAN, 1979 e CAVIEDES *et alii*, 1983).

2.3. Conteúdo de óleo e produtividade de grãos

Cerca de 85% de óleo do grão de milho estão contidos no embrião (LENG, 1967), sendo o teor de óleo associado ao tamanho do embrião em relação ao grão (BRUNSON *et alii*, 1948; SPRAGUE e BRIMHALL, 1949; MILLER E BRIMHALL, 1951 e RUSHELL, 1972). Segundo GLOVER e TOSELLO (1973) ocorre também concentração de óleo no embrião.

Os ácidos linoleico e oleico são os ácidos graxos que constituem 86% do óleo de milho (BEADLE *et alii*, 1965), o restante é representado pelos ácidos palmítico e estearico, sendo de 1% a contribuição dos ácidos linolênico e araquinídico. Os ácidos oleico e linoleico estão negativamente correlacionados, com possível controle monogênico onde baixo teor de ácido linoleico domina o alto teor e, o alto teor de ácido oleico domina o baixo teor (CURTIS *et alii*, 1968; JELLUM, 1970; PONELEIT e BAUMAN, 1970 e WEBER e ALEXANDER, 1975).

Estudos realizados por SPRAGUE e BRIMHALL (1949), ELROUBY e PENNY (1967) e DUDLEY *et alii* (1977) mostraram evidências de efeito de dominância, mas com variância genética aditiva como o principal fator para teor de óleo, e MORENO GONZALES *et alii* (1975) demonstrou que esta componente possui muitos loci ou ligação completa e ocorrendo falta de ligação entre os loci dominantes, sendo alguns para alto teor e outros para baixo teor de óleo. Inicialmente admitia-se

cerca de vinte pares de genes envolvidos na herança, posteriormente DUDLEY (1977) sugere a existência de no mínimo 54 pares de genes.

O ambiente afeta variedades com maiores teores de óleo (HOPKINS, 1899; GENTER *et alii*, 1956 e JELLUM e MARION, 1966), sendo que ocorre principalmente com relação à posição do grão na espiga e não ocorre entre as espigas de uma mesma planta (LAMBERT *et alii*, 1967). Os grãos centrais apresentam maior teor de óleo, enquanto que os grãos da base maior quantidade devido ao peso do grão. Ocorre também a influência do efeito maternal citado por WOODWORTH e MUMM (1936, apud MILLER e BRIMHALL, 1951).

GARWOOD *et alii* (1970) e PONELEIT e BAUMAN (1970) observaram que o efeito maternal era determinado pela porcentagem de óleo no germe e na proporção do germe em relação ao grão. Entretanto a fonte polinizadora participa com proporções significativas (BATISTA e TOSELLO, 1981), e progênies s_1 mostram 4% de depressão por endogamia no teor óleo, recomendando-se o uso de polinização livre, apesar de haver correlação linear fenotípica positiva com progênies s_1 .

O primeiro trabalho de seleção para conteúdo de óleo no milho foi realizado por C.G. Hopkins, (HOPKINS, 1899), utilizando o método espiga por fileira. WOODWORTH *et alii* (1952) relataram os resultados de 50 gerações de seleção nestes materiais, sendo que a população de alto teor de óleo atin-

giu cerca de 15% e para baixo teor de óleo cerca de 1%, esta bilizado na 30a. geração por não conseguir diminuir o teor de óleo, devido a limitações fisiológicas.

A seleção inversa nestes materiais foi realizada por LENG (1962), obtendo progressos efetivos e mostrando existir variabilidade genética nas amostras. CURTIS *et alii* (1968) observou para alto teor de óleo os seguintes efeitos: a) rápido desenvolvimento de embrião; b) aumento de peso total do embrião; c) diminuição do endosperma e do peso da semente ; d) aumento da proporção do germe em relação ao grão.

Para conteúdo de óleo no milho, o método de seleção massal demonstrou ser muito eficiente (ELROUBY e PENNY, 1967 e BIANCO, 1984), como também na seleção dentro de famílias de meios irmãos (BATISTA, 1980 e MILLER *et alii*, 1981). Bons resultados foram observados para seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos e famílias de irmãos germanos. (RUSCHEL, 1972), como o seu uso em seleção recorrente para capacidade geral de combinação (SPRAGUE e BRIMHALL, 1950). O uso de linhas autofecundadas não apresentou resultados muito satisfatórios (SPRAGUE e BRIMHALL, 1950 e BATISTA e TOSELLO, 1981), podendo ocasionalmente apresentar bons resultados (RUSCHEL, 1972).

A seleção para tamanho de embrião sem análise laboratorial para teor de óleo, pode ser ineficiente para obtenção de ganhos genéticos (BATISTA e TOSELLO, 1979c), ocorrendo entretanto ganhos no tamanho do embrião em relação ao grão (KI

NOSHITA e PATERNIANI, 1974a e 1974b). Utilizando análise laboratorial dentro de famílias de meios irmãos, MILLER *et alii* (1981) obtiveram uma herdabilidade realizada de .43% e um aumento de 4,0% para 9,1% em sete ciclos de seleção.

Uma pressão de seleção elevada para teor de óleo tem levado uma redução na produção de grãos, devido ao balanço fisiológico energético (WOODWORTH *et alii*, 1952 e ALEXANDER *et alii*, 1970). Correlações negativas entre os dois caracteres também foram observadas por DUDLEY *et alii* (1977) e TOSELLO e GERALDI (1980b), estudando um composto dentado opaco-2. Correlações genéticas positivas foram obtidas por MILLER e BRIMHALL (1951) como $r=0,27$ e $r=0,41$, mostrando um possível aumento no conteúdo de óleo de 3%, sem que a produtividade seja afetada. Posteriormente, esta possibilidade foi confirmada por GUPTA *et alii* (1975), MILLER *et alii* (1981) e BIANCO (1984).

A alteração da proporção do embrião em grão permite a não alteração das características dos grãos dentro de certos limites (BATISTA e TOSELLO, 1979a e 1979b e BATISTA 1980), com ausência de correlação do teor de óleo com peso, volume e densidade de grãos. Mas a influência do material genético é apontada por GUPTA *et alii* (1975), com correlação positiva do teor de óleo com peso de 1000 grãos em milho de endosperma normal, já em endosperma opaco-2 TOSELLO e GERALDI (1980b) não foi significativo, e MILLER *et alii* (1981) encontrou correlação negativa com milho de endosperma normal.

A seleção para óleo tem afetado negativamente outros caracteres agronômicos como altura de planta e altura de espiga (MILLER *et alii*, 1981 e BIANCO, 1984), enquanto que não há associações com teor de óleo com caracteres de qualidade do grão (GUPTA *et alii*, 1975; DUDLEY *et alii*, 1977 e TOSELLO e GERALDI, 1980b). BRUNSON *et alii* (1948) obtiveram correlação negativa entre teor de óleo do embrião com teor de proteína do embrião ($r = -0,71$), enquanto que não ocorreu no endosperma ($r = 0,03$), mostrando alguma independência entre os caracteres.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O composto braquítico VD (variedade dentada) opaco, utilizado como material básico para o desenvolvimento do presente trabalho, foi sintetizado por Tosello (não publicado), no Instituto de Genética - ESALQ, pelo cruzamento da variedade Piranão, de grãos normais e planta baixa (PATERNIANI, 1973) com a variedade IAC-MAYA, de grãos opacos e plantas de porte alto (POMMER, 1976), ambas obtidas originalmente pelo intercruzamento de milhos mexicanos, envolvendo principalmente o germoplasma Tuxpeño.

A geração F_1 foi intercruzada para se obter a geração F_2 segregante para os genes opaco-2 e braquítico-2. Nesta geração foram selecionadas sementes de características opaca, que deram origem a uma população que sofreu se-

leção massal por três ciclos para o gene braquítico antes do florescimento para eliminar eventuais plantas normais que surgiam. Do último ciclo de seleção foram obtidas 349 espigas originadas de plantas de uma espiga e 349 espigas de plantas de duas espigas, para avaliação de dados de produtividade e qualidade do grão.

3.2. Métodos

3.2.1. Execução experimental

Foram utilizadas duas subpopulações no desenvolvimento experimental deste trabalho. Ambas estão representadas por famílias de meios irmãos que foram selecionadas de um campo isolado, representadas por 698 espigas. Destas, 349 correspondem à subpopulação A, originadas de plantas com apenas uma espiga. As outras 349 espigas restantes foram obtidas de plantas com duas ou mais espigas, e que constituem a subpopulação B.

A avaliação das 349 progênes de cada subpopulação foi realizada usando o delineamento em latices 10x10 e 7x7 com duas repetições em um local. O mesmo ensaio foi instalado em outro local porém foi perdido por intensa deficiência hídrica no ano agrícola de 1979/80, agravada pelo fato

do solo ser da classe textural areia.

O primeiro local localiza-se no Bairro Tanquinho, no município de Piracicaba, em latossol Vermelho escuro fase argilosa. Cada parcela do látice esteve representada por uma área de 5,0 m² e um total de 25 plantas. Foram utilizadas duas testemunhas intercalares, ambas de porte baixo, o ESALQ-VD - Rec. (padrão A) e ESALQ-VD - Prolif. (padrão B) (PATERNIANI, 1980)^{1/}

Coletou-se dados de peso de espigas por parcela, altura de planta e de espiga, peso de 100 grãos, densidade, % óleo, % proteína e % de triptofano na proteína, visando a estimativa de parâmetros genéticos e não genéticos. Os dados de produção de espigas foram corrigidos para peso de espigas por parcela à 15,5% de umidade conforme fórmula abaixo:

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

Onde tem-se:

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

PC : peso de campo observado;

^{1/} Paterniani - Comunicação pessoal.

U : unidade observada de cada parcela.

A seguir foi feita correção para "stand", em-pregando-se a fórmula de ZUBER (1942):

$$PCC = PC \ 15,5\% \left(\frac{T - 0,3F}{T-F} \right)$$

Onde tem-se:

PCC: peso de campo corrigido para o stand proposto;

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

F : número de plantas perdidas por parcela.

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

Os dados referentes à altura de espiga e altura de planta foram obtidos de cinco plantas competitivas de cada parcela antes da colheita. O caráter altura de planta é medido na inserção da folha bandeira e a altura de espiga

na inserção da 1a. espiga, em escala de centímetros. Foram obtidas médias das 5 plantas de cada parcela e realizadas as análises estatísticas com estas médias.

Através de uma amostra da mistura de grãos de 3 espigas por parcela, foram determinados valores médios para o carácter peso de 100 grãos das 349 progênies de cada subpopulação. Cerca de 200 progênies por subpopulação foram avaliadas para densidade e teor de óleo nos grãos, analisadas em delineamento de látices duplos. Para os caracteres % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, de cada um dos dois látices de 100 progênies, retirou-se aproximadamente 80 progênies para a análise química das subpopulações. A obtenção dos efeitos dentro de progênies foi possível analisando 5 espigas por progênie escolhida a cada sub-bloco dos látices. Deste modo, no carácter peso de 100 grãos obteve-se análises dentro de 74 progênies por subpopulação, e para os demais caracteres como densidade, % de óleo, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, obteve-se análises dentro de 40 progênies por subpopulação.

O carácter peso de 100 grãos foi avaliado a partir das amostras mencionadas no parágrafo anterior, sendo contadas e colocadas em câmara seca antes da pesagem, para a

uniformização da umidade no grão. Para a obtenção do volume de 100 grãos para o cálculo da densidade, utilizou-se uma proveta com álcool etílico, medindo-se o deslocamento de volume ao mergulhar os grãos. Dos 100 grãos utilizados, 20 grãos foram moidos para as análises de laboratório. Deste farelo foi extraído o óleo por um método de extração utilizando o solvente hexano, desenvolvido por Tosello (1978) e citado por BATISTA (1980), no qual a diferença do peso antes e depois da extração fornece o conteúdo de óleo na amostra.

Após a extração de óleo, o farelo é utilizado para retirar uma amostra de 40 mg para a determinação do teor de proteína da amostra pelo método micro Kjeldahl (A.O.A.C., 1965), que mede o teor de nitrogênio total da amostra. O teor de proteína foi obtido multiplicando-se o teor de nitrogênio total por 6,25. Outra amostra de 100 mg foi utilizada para a determinação do teor de triptofano no grão pelo método colorimétrico modificado por HERNANDES e BATES (1969), do método desenvolvido inicialmente por OPIENSKA-BLAUTH *et alii* (1963). O método se baseia na reação Hopkins-Cole, por meio da qual o ácido glioxílico e triptofano, que foi liberado pela digestão da proteína por papaina, formam um complexo colorido com o máximo de absorção de 560 nm. O teor de triptofano na proteína foi obtido pela multiplicação dos teores de proteína e triptofano no grão.

3.2.2. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos

Sendo a população original dividida em duas subpopulações, as análises dos látices foram feitas em dois grupos de 349 progênies para os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga e peso de 100 grãos. Para densidade e porcentagem de óleo foram utilizadas 200 progênies por grupo. No caso de porcentagem de proteína, triptofano e triptofano na proteína utilizou-se aproximadamente 160 progênies em cada grupo, analisando os dados como blocos ao acaso, uma vez que os látices não mostraram eficiência. As esperanças matemáticas dos quadrados médios estão grupadas na Tabela 1, seguindo-se a metodologia relatada por MIRANDA FILHO *et alii* (1974) e GERALDI (1977).

Para o delineamento em látice com tratamentos ajustados ou para blocos ao acaso, utilizou-se o seguinte modelo matemático para a análise dos caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga:

$$X_{ij} = u + p_i + r_j + e_{ij}$$

onde:

X_{ij} = observações de progênies i , na repetição j ;

u = média geral;

TABELA 1. Esperança matemática dos quadrados médios E(Q.M.), obtidos nas análises de variância segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso, para os diversos caracteres estudados, ao nível de média de plantas e ao nível de plantas individuais.

F.V.	G.L.	ao nível de médias		ao nível de plantas		F
		Q.M.	E(Q.M.)	Q.M.	E(Q.M.)	
Blocos						
Progênes	g_1	Q_1	$\sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	Q_1	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	Q_1/Q_2
Erro	g_2	Q_2	σ_e^2	Q_2	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2$	$Q_2/(Q_3/k)$
Dentro	g_3	-	-	Q_3	σ_d^2	

g_1, g_2, g_3 : graus de liberdade associados às fontes de variação;

Q_1, Q_2 : quadrados médios ao nível de médias de plantas para progênes e erro entre parcelas respectivamente;

Q_3 : quadrado médio dentro de progênes, ao nível de plantas;

σ_e^2 e σ_p^2 : variância do erro ambiental entre parcelas ao nível de média de plantas e ao nível de planta, respectivamente;

σ_p^2 e σ_d^2 : variância genética entre progênes ao nível de média de plantas e de plantas, respectivamente;

σ_d^2 : variância fenotípica entre plantas dentro de progênes;

r : número de repetições;

k : número de plantas dentro de progênes.

- p_i = efeito da progênie i ;
 r_j = efeito da repetição j ;
 e_{ij} = efeito da parcela ij (erro experimental).

Para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, utilizou-se o seguinte modelo:

$$X_{ijk} = u + p_i + r_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

onde:

- X_{ujk} = observações do indivíduo k , na progênie i , da repetição j ;
 u = média geral;
 p_i = efeito da progênie i ;
 r_j = efeito da repetição j ;
 e_{ij} = efeito da parcela ij (erro experimental);
 d_{ijk} = efeito do indivíduo k , da progênie i , na repetição j .

A análise conjunta é uma soma dos graus de liberdade e de somas de quadrados das fontes de variação, sendo utilizada ora em grupos e ora como uma só população, obtendo assim estimativas de quadrados médios "ponderados" (pooled). Para se estimar a variância dentro de progênies no caráter peso de 100 grãos, foram obtidas 74 amostras de

5 espigas dentro de cada progênie sem repetição por subpopulação, sendo que para os caracteres densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína utilizou-se 40 amostras por subpopulação.

Com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios, apresentados na Tabela 1 ao nível de médias de parcelas para os caracteres altura de planta e altura de espiga, e ao nível de plantas para os caracteres de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, foram estimadas as variâncias de cada efeito. Exceção feita ao caráter peso de espigas onde foram estimadas ao nível de total de parcela, com a análise de variância apresentada deste modo:

TABELA 2 - Esperança matemática dos quadrados médios para o caráter peso de espigas.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
Blocos	-	-	-	-
Progênies	g_1	Q_1'	$\sigma_e^{2''} + r\sigma_p^{2''}$	Q_1/Q_2
Erro	g_2	Q_2'	$\sigma_e^{2''}$	

Onde:

g_1 e g_2 : graus de liberdade associado às fontes de variação;

Q_1' e Q_2' : quadrados médios ao nível de total de parcela para progênies e erro ambiental entre parcelas respectivamente;

$\sigma_p^{2''} + \sigma_e^{2''}$: variância genética entre progênies e variância do erro ambiental entre parcelas ao nível de total de parcelas;

r : número de repetições.

Operações algébricas foram utilizadas para estimar cada efeito, como segue:

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

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - (Q_3/K)$$

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

Ao nível de total ou média de parcela utilizamos as seguintes operações algébricas:

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

$$\hat{\sigma}_e^{2'} = Q_2 \qquad \hat{\sigma}_e^{2''} = Q_2'$$

A variância genética de progênies de meios irmãos corresponde a 1/4 da variância genética aditiva (VENCOSKY, 1975), avaliada para peso de espigas, altura de

planta, altura de espiga, peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, variância esta que foi utilizada para as estimativas de outros parâmetros genéticos:

$$\hat{\sigma}_p^2 = 1/4\hat{\sigma}_A^2 \qquad \hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_p^2$$

Para o cálculo da estimativa de ganho de seleção entre progênies, a estimativa da variância fenotípica média, foi obtida seguindo os modelos abaixo:

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^{2'} = \hat{\sigma}_p^{2'} + \frac{\hat{\sigma}_e^{2'}}{r} = Q_1'/r$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{kr} = Q_1/r$$

onde:

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^{2'}$ = estimativa da variância fenotípica entre médias de progênies com base em dados de totais ou médias de plantas na parcela;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$ = estimativa da variância fenotípica entre médias de progênies com base em dados de plantas individuais.

A primeira expressão foi utilizada para os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga. Nos

caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, teor de proteína, teor de triptofano e triptofano na proteína, aplicou-se a segunda expressão, como também a estimativa de variância fenotípica ao nível de plantas, que foi obtida como segue:

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$$

Deste modo, a estimativa de herdabilidade no sentido restrito entre médias de progênes para o caráter peso de espigas, altura de planta e de espiga, peso de 100 grãos, densidade teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, foram representadas respectivamente por:

$$\hat{h}^{2'} = \hat{\sigma}_p^{2'} / \hat{\sigma}_F^{2'} \quad \text{e} \quad \hat{h}^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2$$

Para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano de proteína, teremos também a estimativa de coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas:

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

Algumas estimativas de correlação foram con-

sideradas neste trabalho e foram calculados de acordo com a metodologia de KEMPTHORNE (1966), utilizando apenas análises da variância de x , y e u , sendo $u = x+y$. As esperanças matemáticas estão representadas pela equação:

$$E(u^2) = E(x^2) + 2E(x,y) + E(y^2)$$

sendo:

$$E(u^2) = \sigma_u^2 ;$$

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

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

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

Deduzindo, temos:

$$\text{Cov}(x,y) = \frac{\sigma_u^2 - (\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}{2}$$

A análise de covariância está representada na Tabela 3, procurando-se ajustar a cada caso, como na análise de variância (GERALDI, 1977). As estimativas das covariâncias genéticas e fenotípicas estão ao nível de indivíduos entre os caracteres peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína. O caráter peso de espigas está ao nível de total de parcela,

TABELA 3. Esperança matemática dos produtos médios obtidos nas análises de covariância segundo o delineamento em látice ou blocos ao acaso, para os diversos caracteres estudados, ao nível de média de plantas e ao nível de plantas individuais.

F.V.	G.L.	ao nível de médias de parcelas		ao nível de plantas	
		P.M.	E(P.M.)	P.M.	E(P.M.)
Blocos					
Progênes	g_1	P_1	$Cov_{e'} + rCov_{p'}$	P_1	$Cov_d/k + Cov_e + rCov_p$
Erro	g_2	P_2	$Cov_{e'}$	P_2	$Cov_d/k + Cov_e$
Dentro	g_3	-	-	P_3	Cov_d

g_1, g_2 e g_3 : graus de liberdade associados às fontes de variação;

P_1 e P_2 : produto médio entre progênes e produto médio do erro entre parcelas ao nível de média de plantas;

P_3 : produto médio dentro de progênes, ao nível de plantas;

$Cov_{p'}$ e Cov_p : covariância genética entre progênes, ao nível de média de plantas e ao nível de plantas individuais;

$Cov_{e'}$ e Cov_e : covariância do erro ambiental entre parcelas, ao nível de média de plantas e de plantas individuais;

Cov_d : covariância fenotípica entre plantas dentro de progênes;

r : número de repetições;

k : número de plantas dentro de progênes para os dois caracteres.

altura de planta e de espiga estão ao nível de média de parcela.

De acordo com o que foi visto no modelo da análise de variância, a análise de covariância para o caráter peso de espigas fica assim representada:

TABELA 4 - Esperança matemática dos produtos médios para o caráter peso de espigas.

F.V.	G.L.	P.M.	E (PM)
Blocos	-	-	
Progênes	g_1	P_1'	$\text{Cov}_e'' + r \text{Cov}_p''$
Erro	g_2	P_2'	Cov_e''

onde:

P_1' e P_2' = produtos médios ao nível de total de parcela para progênie e erro ambiental entre parcelas respectivamente;

Cov_p'' e Cov_e'' = covariância genética entre progênes e covariância do erro ambiental entre parcelas ao nível de total de parcelas;

As equações algébricas para estimativas de covariância ao nível de plantas entre os caracteres peso de 100 grãos, densidade, % de óleo, % de triptofano e % de trip

tofano na proteína são as seguintes:

$$\hat{C}\hat{o}v_p = \frac{P_1 - P_2}{r}$$

$$\hat{C}\hat{o}v_e = P_2 - (P_3/K)$$

$$\hat{C}\hat{o}v_d = P_3$$

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

$$\hat{C}\hat{o}v_F = \hat{C}\hat{o}v_p + \hat{C}\hat{o}v_e + \hat{C}\hat{o}v_d$$

$$\hat{C}\hat{o}v_{\bar{F}} = \hat{C}\hat{o}v_p + \frac{\hat{C}\hat{o}v_e}{r} + \frac{\hat{C}\hat{o}v_d}{kr} = P_1/r$$

Ao nível de parcelas entre os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga, e entre peso de espigas e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, % óleo, % proteína, % triptofano e % triptofano na proteína, as covariâncias foram obtidas como segue:

$$\hat{C}\hat{o}v'_p = \frac{P'_1 - P'_2}{r}$$

$$\hat{C}\hat{o}v'_e = P'_2$$

$$\hat{C}\hat{o}v'_A = 4 \hat{C}\hat{o}v'_p$$

$$\hat{C}\hat{o}v'_{\bar{F}} = \hat{C}\hat{o}v'_p + \frac{\hat{C}\hat{o}v'_e}{r} = P'_1/r$$

De posse das estimativas de variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas, foram obtidas as estimativas das correlações respectivas, de acordo com o procedimento de FALCONER (1964) e KEMPTHORNE (1966). A estimativa da correlação genética aditiva foi avaliada para as correlações consideradas, usando as seguintes fórmulas:

$$\hat{r}_A(x,y) = \frac{\text{Côv}_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_A^2 x \cdot \hat{\sigma}_A^2 y}} \quad \hat{r}'_A(x,y) = \frac{\text{Côv}'_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_A'^2 x \cdot \hat{\sigma}_A'^2 y}}$$

Para os caracteres como peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, e entre o caráter peso de espiga e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, % óleo, % proteína, % triptofano e % triptofano na proteína, foi obtida a estimativa do coeficiente de correlação fenotípica entre médias de progênes:

$$\hat{r}_F(x,y) = \frac{\text{Côv}_F(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_F^2 x \cdot \hat{\sigma}_F^2 y}}$$

A estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres peso de 100 grãos, densidade, % óleo, % proteína, % triptofano e % triptofano na proteína, foi obtida ao nível de plantas como segue:

$$\hat{r}_F(x,y) = \frac{\text{Côv}_F(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_F^2 x \cdot \hat{\sigma}_F^2 y}}$$

Foram obtidas também as estimativas de ganhos genéticos esperados com a seleção (VENCOVSKY, 1969). Para peso de espigas, altura de planta e de espiga estimou-se apenas o ganho genético esperado entre progênieis de meios irmãos em ambos os sexos:

$$\Delta\hat{G}_1 = i \cdot \frac{1/4 \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2/r}}$$

Para os demais caracteres temos:

$$\Delta\hat{G}_2 = i \cdot \frac{1/2 \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}} ;$$

$$\Delta\hat{G}_3 = i_1 \cdot \frac{1/4 \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{kr}}} + i_2 \cdot \frac{3/8 \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}$$

onde:

ΔG_1 = ganho genético esperado com seleção entre média de famílias de meios irmãos em ambos os sexos;

ΔG_2 = ganho genético esperado com seleção massal em um sexo;

ΔG_3 = ganho genético esperado com seleção entre médias de famílias de meios irmãos em ambos os sexos, e dentro de famílias em um só sexo.

Quando a herdabilidade do caráter x é alta e o caráter y tem baixa herdabilidade e existe uma boa correlação entre ambos, o que ocorre é que a resposta correlacionada de y é maior do que o ganho de seleção no próprio caráter (FALCONER, 1964).

Conforme procedimentos apresentados por FALCONER (1964) as expressões utilizadas para estimar respostas correlacionadas são as seguintes:

$$RC_{(y/x)_1} = i \cdot \frac{1/4 \text{ C}\hat{\text{o}}v_A(x,y)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r})x}}$$

$$RC_{(y/x)_2} = i_1 \cdot \frac{1/4 \text{ C}\hat{\text{o}}v_A(x,y)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{kr})x}} + i_2 \cdot \frac{3/8 \text{ C}\hat{\text{o}}v_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2 x}}$$

$$RC_{(y/x)_3} = i \cdot \frac{1/2 \text{ C}\hat{\text{o}}v_A(x,y)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2)x}}$$

onde:

$RC_{(y/x)_1}$ = resposta correlacionada esperada no caráter y , quando a seleção é praticada em x , entre médias de famílias de meios irmãos.

$RC_{(y/x)_2}$ = resposta correlacionada esperada no caráter y , quando a seleção é praticada em x , entre médias de famílias de meios irmãos nos dois sexos, e fenotípica dentro de famílias de um só sexo.

$RC_{(y/x)_3}$ = resposta correlacionada esperada no caráter y, quando a seleção massal é praticada em x em um só sexo.

Alguns gráficos de distribuição de frequências para os caracteres índice altura de espiga, peso de 100 grãos, densidade de grãos, % de óleo, % de proteína e % de triptofano na proteína, foram elaborados para as duas subpopulações. Foram determinados intervalos de confiança a 5% e a 1% para cada subpopulação e para cada caráter acima, segundo metodologia citada por PIMENTEL GOMES (1977), aplicando-se o teste t:

$$\bar{X} - t_o \sqrt{\frac{V_P}{r}} < IC < X + t_o \sqrt{\frac{V_P}{r}}$$

onde:

\bar{X} = estimativa da média de cada subpopulação para cada caráter;

t_o = valor t de acordo com os graus de liberdade;

V_P = variância estimada dos dados médios de progênies de cada subpopulação;

r = número de repetições.

Se a média da outra subpopulação estiver dentro do intervalo de confiança, as diferenças entre as médias das duas não são significativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Variância

Os resumos das análises de variância e coeficientes de variação experimental, para os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga, peso de 100 grãos, densidade de grãos, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações, são apresentadas nas Tabelas 8 e 9.

Os coeficientes de variação experimental para peso de espigas foi de 13,24% para subpopulação A e 12,66% para a subpopulação B. Para altura de planta os valores foram de 7,34% e 6,79% e para altura de espiga foram 11,68% e 10,46%, para as subpopulações A e B respectivamente. Os dados de altura de planta e de espiga concordam com a literatura existente (TOSELLO e GERALDI), 1980a; BARREIRO NETO *et alii*, 1982; REIS *et alii*, 1982 e BIANCO, 1984), existindo coeficientes desde 3,38% (AP) e 6,66% (AE) obtidos por RISSI

(1980), até 8,97% (AP) e 12,38% (AE) por SAWASAKI e OSUNA (1975).

Para o caráter peso de espigas, os coeficientes estão dentro da amplitude obtida pelos autores já citados para altura de planta e de espiga, que foram de 7,18% (RISSI, 1980) até 25,34% (SAWASAKI e OSUNA, 1975), acusando também uma associação de grandezas entre os coeficientes dos três caracteres.

Na Tabela 9 observa-se que o caráter peso de 100 grãos apresentou bons coeficientes de variação (de 7,61% e 7,73% para as subpopulações A e B respectivamente), assim como para densidade de grãos (4,12% e 3,01% respectivamente). Já para o conteúdo de óleo do grão, altos coeficientes como 7,85% e 7,76% por BATISTA (1980) e 5,82% e 7,42% por BIANCO (1984), o coeficiente mais alto encontrado foi o de 16,47% por TOSELLO e GERALDI (1980a).

Coefficientes baixos também foram obtidos para os caracteres teor de proteína (4,49% e 4,46%), teor de triptofano (5,22% e 5,16%) e triptofano na proteína (6,19% e 6,89%), para as subpopulações A e B respectivamente. BARBOSA (1981) encontrou coeficiente superior (8,89%) para o caráter proteína, o mesmo ocorrendo para TOSELLO e GERALDI (1980a) com 7,38%, e POMMER (1976) encontrou coeficientes próximos (5,0 e 7,0%), o que leva a crer que os coeficien-

tes obtidos no ensaio são satisfatórios.

O teste F para o caráter peso de espigas foi altamente significativo entre progênies para as duas subpopulações (Tabela 8). Resultado semelhante foi encontrado por RISSI (1980) para os milhos Piranão-A e Piranão-B e BIANCO (1984) com os milhos ESALQ VF-1 e ESALQ VD-2.

As médias de produção estão grupadas na Tabela 7, onde as duas subpopulações mostram valores muito próximos, não se notando aumento significativo para a subpopulação B. Mesmo a variedade testemunha ESALQ-VD Prolífico (testemunha B) não diferiu do ESALQ-VD Rec. (testemunha A) mostrando apenas um leve aumento de produção. As duas subpopulações estudadas se equiparam em peso de espigas com as testemunhas, que são de plantas baixas e grãos de endosperma normal. O que corrobora os dados obtidos por TOSELLO (1978) com milho opaco-2 e PATERNIANI e RISSI (1976) com a variedade braquítica Piranão, mostrando também o grande potencial produtivo da população em estudo.

Valores de F para os caracteres altura de planta e altura de espiga (Tabela 8) também foram altamente significativos entre médias de progênies, mostrando maior variabilidade na subpopulação originada de progênies de duas espigas, para os dois caracteres. A média de altura de planta da subpopulação A é levemente superior à da subpopulação B menos de 4 cm., enquanto que não há diferença para

altura de espiga (Tabela 7). Segundo BARREIRO NETO *et alii* (1982) a prolificidade está relacionada com estes caracteres e era de se esperar maiores médias, porém exibe maior variabilidade, mostrando o potencial para seleção das progênies de plantas prolíficas. O índice altura de espiga/altura de planta para a subpopulação A e subpopulação B está representado na Figura 1 com o polígono de frequência. O índice da subpopulação B foi de 0,5172, ligeiramente superior ao índice 0,5054 da subpopulação A, com base em intervalos de confiança a 5% de probabilidade. As amplitudes de variação para o caráter vai de 0,39972 a 0,7250 para a subpopulação A e 0,3770 a 0,6467 para a subpopulação B, mostrando variabilidade para o caráter, apesar dos índices de altura de espiga/altura de planta das duas subpopulações serem satisfatórias, comparando com os trabalhos desenvolvidos por MOLL *et alii* (1975) e SHEHATA (1975) e os índices obtidos por RISSI (1980) e BIANCO (1984), com populações oriundas da variedade Piranão. Porém, as alturas de planta e de espiga são um pouco inferiores às encontradas pelos autores citados, talvez em função de condições climáticas.

Ao contrário dos caracteres anteriores, as diferenças para o peso de 100 grãos, entre as médias das testemunhas e as subpopulações A e B, foram de 8,28% e 7,84% respectivamente (Tabela 7), apesar que para o caráter, o milho dentado braquítico opaco-2 apresenta bom rendimento

de grãos, contra os 11% de perda de peso encontrado por SREERAMULU e BAUMAN (1970). Os mesmos autores mostram a média de 28,31g, por 100 grãos, inferior às médias encontradas nas duas subpopulações que também possuem boa variabilidade como se observa na Figura 2. Os valores para peso de 100 grãos não diferiram entre subpopulações, mas o teste F foi altamente significativo em ambas, à semelhança dos resultados de TOSELLO e GERALDI (1980a), com o valor do quadrado médio de progênie de 9,39 próximo aos encontrados na Tabela 9. Nesta tabela verifica-se também que há quadrados médios do erro um pouco mais elevados. Outro fato que se observa na Figura 2 é a ocorrência de 74 progênies com peso de 100 grãos superiores às testemunhas, e como a variabilidade para densidade de grãos é pequena (Figura 3), as progênies superiores em peso de grãos estariam relacionadas com grãos maiores, segundo dados de BATISTA e TOSELLO (1979b).

No caráter densidade de grãos, a distribuição de valores de densidade (Figura 3), mostra que não há indivíduos que ultrapassam a média das testemunhas utilizadas nos experimentos (Tabela 7). A diferença de médias em relação à média das testemunhas foi de 10,42% e 10,52% para as subpopulações A e B, e a análise de variância não mostrou significância (Tabela 9), à semelhança do que se observa em TOSELLO e GERALDI (1980a), onde se tem um qua-

drado médio de progênies superior ($0,18 \times 10^{-2}$) e um quadrado médio do erro semelhante ($0,14 \times 10^{-2}$). Os valores médios de densidades obtidos foram inferiores ao valor de $1,155 \text{ g/cm}^3$ obtido pelos autores, onde porém a amplitude observada foi menor (1,072 a 1,225). No entanto TOSELLO (1975a) obteve média semelhante ($1,13 \text{ g/cm}^3$) e amplitude semelhante (1,00 a $1,40 \text{ g/cm}^3$) em 917 progênies S_2 opaco-2 amarelas e brancas distribuídas em uma curva de "Poisson" tendendo para baixa densidade, confirmando a leve tendência observada na Figura 3, sendo que as progênies do autor, que tinham valores acima de $1,30 \text{ g/cm}^3$ possuíam alto grau de modificação do endosperma.

Como ocorrem para a análise conjunta para densidade, na análise de variância para teor de óleo o teste F não foi significativo para as duas subpopulações (Tabela 9), devido a um erro experimental muito elevado se comparado com o quadrado médio do erro de 0,79 obtido por TOSELLO e GERALDI (1980a). Apesar disso a subpopulação B apresentou maior teor de óleo como se observa na Tabela 9 e na Figura 4, onde as médias das duas subpopulações diferem com base em intervalos de confiança de 1% de probabilidade. Na Tabela 7 se observa 24,04% a menos do teor de óleo nas testemunhas de grãos normal, em relação à subpopulação B com 6,1% de óleo. O maior teor de óleo na subpopulação B é um fato

ainda não observado pela literatura e um pouco contraditório pois segundo HARRIS *et alii* (1976), a prolificidade está relacionada com produtividade e esta por sua vez está negativamente associada a altos teores de óleo (DUDLEY *et alii*, 1977), porém, essas observações foram feitas com milho de sementes não opacas, sendo esta observação muito interessante do ponto de vista do melhoramento.

Analisando o polígono de frequências para o caráter proteína (Figura 5), observa-se também um pequeno aumento na média da subpopulação B, não alcançando diferença significativa com base nos intervalos de confiança. Correlações positivas entre produção de grãos e teor de proteína foram encontradas por TOSELLO e GERALDI (1980b) e CAVIEDES *et alii* (1983); pode-se então admitir a possibilidade de maiores teores de proteína em plantas prolíficas. A amplitude de variação foi próxima à encontrada por TOSELLO e GERALDI (1980a) em 364 famílias de meios irmãos de milho dentado opaco-2, variando de 9,077% a 11,57% contra 8,774% a 11,328% na Figura 5 para as duas subpopulações, que tiveram médias de 9,826% e 9,923% contra os 10,132% encontrado pelos autores. A análise de variância na Tabela 9 mostra que o teste F para o quadrado médio do efeito de progênies de meios irmãos para teor de proteína, foi altamente significativo nas duas subpopula-

ções, no entanto o quadrado médio encontrado por TOSELLO e GERALDI (1980a) foi maior (0,713) e o quadrado médio do erro também (0,559), de modo que a variabilidade entre progênes nas subpopulações não é muito elevada com quadrados médios entre progênes de 0,484 e 0,495.

O caráter conteúdo de triptofano no grão também mostrou quadrados médios de progênes um pouco menores que a variedade Dentado Opaco-2 de TOSELLO e GERALDI (1980a), os quais foram de $6,48 \times 10^{-5}$ e $5,67 \times 10^{-5}$ para as subpopulações A e B respectivamente, comparado com $7,9 \times 10^{-5}$ encontrado pelos autores. Mas o teste F da Tabela 9 foi altamente significativo, indicando diferenças consistentes entre as progênes e maior variabilidade para a subpopulação A. As médias encontradas na Tabela 7 evidenciam pouca diferença entre as subpopulações A e B, mas são 35,55% e 36,10% superiores em teor de triptofano em relação às testemunhas, respectivamente. Os teores de triptofano das testemunhas e das subpopulações concordam com as médias de progênes S_1 e S_2 observados por TOSELLO (1976a e 1976b), onde se aumentou a oscilação de valores das populações trabalhadas inicialmente por TOSELLO (1975a e 1975b).

A porcentagem de triptofano na proteína apresenta proporções semelhantes às encontradas para teor

de triptofano no grão. Na Tabela 7 observa-se que a subpopulação A foi 33,90% superior às testemunhas e a subpopulação B 34,39%, também não havendo diferença significativa, entre as duas. A análise conjunta da Tabela 10 mostra quadrados médios semelhantes, com o teste F altamente significativo para o quadrado médio de progênies, apesar do quadrado médio ser inferior a 1,41 encontrado por TOSELLO e GERALDI (1980b). Já o quadrado médio do erro foi de 1,10, superior aos encontrados nas análises conjuntas das subpopulações (0,44 e 0,55), apesar da oscilação dos dados serem da mesma ordem de grandeza como se observa na Figura 6. A média de 1,024% obtida pelos autores foi pouco inferior à média 1,068% da subpopulação A e 1,076% da subpopulação B, existindo é claro maiores teores como 1,206% a 1,436 encontrado por MOTTO (1979) na Itália, e menores como 0,859% a 1,061% segundo JAIMES e GALAN (1979) e 0,63% a 0,93% obtidos por CAVIEDES *et alii* (1983), no México.

Com base no que foi discutido para cada caráter, conclui-se que a população tem boa produtividade e bom peso de grão, levando-se em conta que se trata de endosperma opaco-2. Mostra também bons teores de óleo e proteína, e apresenta potencial com altura de planta e espiga, que são satisfatórios e com ótimo índice de altura de espiga para a colheita mecanizada. O caráter triptofano apresentou teores médios no que se refere ao milho opaco, com boa variabi

lidade para ser explorada, e a densidade de grãos talvez possa ser trabalhada com genes modificadores de endosperma.

4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

4.2.1. Estimativas para os caracteres: peso de espigas, altura de planta e de espiga.

As estimativas obtidas para os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espigas, da variância genética entre progênes de meios irmãos ($\hat{\sigma}_P^2$), da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), variância genética aditiva entre plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), variância fenotípica entre média de progênes ($\hat{\sigma}_F^2$), da herdabilidade ao nível de progênes (\hat{h}^2) e o coeficiente de variação genética (CVg%), das duas subpopulações, estão apresentadas na Tabela 10.

Os valores da variância genética aditiva para peso de espigas, transformada ao nível de plantas, foram de $0,8438 \times 10^{-3}$ para a subpopulação A e de $0,8771 \times 10^{-3}$ para a subpopulação B.

Estimativas de variância genética aditiva para peso de espigas, tem sido calculadas por vários autores. Alguns destes dados são apresentados na Tabela 5.

Observa-se que os valores obtidos foram superiores a cinco referências das oito apresentadas e também superiores à média obtida. RAMALHO (1978) obteve uma estimativa média da variância genética aditiva para 30 populações locais de milhos normais de $0,320 \times 10^{-3}$, onde os extremos foram $0,041 \times 10^{-3}$ (Caigang) e $0,758 \times 10^{-3}$ (Piramex original). O que leva a concluir que os valores obtidos são satisfatórios para as suas subpopulações, evidenciado por bons coeficientes de variação genética. O coeficiente de variação genética (CV gen.%), para subpopulação A foi de 8,32% e para a subpopulação B foi de 8,45%. RISSI (1980) trabalhando com o Piranão A e Piranão B, obteve 6,09% e 9,24%, respectivamente, enquanto que BIANCO (1984) obteve para o Piranão VD-2 o valor 10,35% e para o Piranão VF-1 8,58%. Para populações locais de milhos normais, essa mensuração tem variado de 3,37% a 15,31%, com uma média de 7,31%, conforme mostrado por RAMALHO (1978). Assim, os valores obtidos para as duas populações podem ser classificadas como médios, indicando a presença de considerável quantidade de variabilidade genética livre, semelhante nas duas subpopulações. Para confirmar esta semelhança, pode ser feita uma comparação através do coeficiente $b = CV \text{ gen.} / CVe$, proposto por VENCOVSKY (1975), apesar das médias entre as duas subpopulações não diferirem. Para a subpopulação A o va-

lor de b foi igual a 0,63, enquanto que para a subpopulação B foi de 0,68. RAMALHO (1978) mostra valores de 0,22 a 0,84, com uma estimativa média de 0,45. RISSI (1980) em populações braquíticas, obteve valores de b igual a 0,56 para o Piranão A e 0,88 para o Piranão B, mostrando que o material em estudo tem razoável variabilidade genética comparado com o valor de b igual a 0,41 obtido pela variedade Dentado Opaco por TOSELLO e GERALDI (1980a).

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade (Tabela 10) no sentido restrito ao nível de parcelas (\tilde{h}^2), para o caráter peso de espigas, atingiu os valores de 44,07% para a subpopulação A e 47,2% para a subpopulação B, superiores a encontrada por TOSELLO e GERALDI (1980a) com a variedade Dentado Opaco (24,95%) e abaixo das encontradas por RISSI (1980) para a variedade Piranão A (50,35%) e Piranão B (70,73%), e BIANCO (1984), para as variedades Piranão VD-2 (76,68%) e Piranão VF-1 (70,17%). Neste sentido, as estimativas obtidas são consideradas médias, possibilitando o sucesso com o emprego de métodos de melhoramento intrapopulacionais. Com relação a isto, na Tabela 12 estão os ganhos genéticos esperados por ciclo de seleção entre famílias de meios irmãos, com um ciclo a cada dois anos utilizando sementes remanescentes e uma pres-

pressão de seleção de 10% entre as famílias, os ganhos esperados são de 9,68% e 10,19% para as subpopulações A e B, respectivamente.

TABELA 5. Estimativas de variância genética aditiva para o caráter peso de espigas, em Kg/planta, segundo as fontes citadas.

Material	Variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$)	Fontes
ESALQ-VD-2 MI SHII	$0,6650 \times 10^{-3}$	LIMA E PATERNIANI, 1977
Composto A	$0,4280 \times 10^{-3}$	CRISÓSTOMO, 1978
Composto B	$0,3840 \times 10^{-3}$	CRISÓSTOMO, 1978
Piranão A	$0,3409 \times 10^{-3}$	RISSI, 1980
Piranão B	$0,6260 \times 10^{-3}$	RISSI, 1980
Dentado opaco 2	$0,9532 \times 10^{-3}$	TOSELLO e GERALDI, 1980a
Piranão VD-2	$1,4682 \times 10^{-3}$	BIANCO, 1984
Piranão VF-1	$0,9340 \times 10^{-3}$	BIANCO, 1984
Média	$0,7249 \times 10^{-3}$	

Os resultados do ganho genético esperado são considerados médios para a seleção entre famílias de meios irmãos, uma vez que as estimativas da variância aditiva (σ_A^2) foram de valores médios, com razoável variabilidade para ser explorada utilizando inclusive o caráter prolificidade (Tabela 5).

Nota-se pela Tabela 10 que a variância genética aditiva (σ_A^2) foi maior para altura da planta (287,42 e 370,05 para as subpopulações A e B respectivamente) do que para altura de espiga na subpopulação A (204,60) e subpopulação B (252,62). Resultados semelhantes foram obtidos por RISSI (1980), e superiores aos obtidos por TOSELLO e GERALDI (1980a) para altura da planta (187,85) e altura de espiga (122,075) da variedade Dentado Opaco. Registrou-se uma superioridade das estimativas da subpopulação B de progênies de plantas prolíficas. Estimativas de variância genética aditiva em milhos normais, para estas duas características, tem sido obtidas por vários autores. A Tabela 6 mostra algumas estimativas da variância genética aditiva para os caracteres altura de planta e da espiga. Observa-se que os valores obtidos para as duas subpopulações em estudo, apresentam magnitudes semelhantes aos obtidos em milhos normais. MIRANDA FILHO *et alii* (1974) encontrou valor da variância genética aditiva mais elevado para altura de espiga no Composto Dentado (275,0), e CRISÓSTOMO (1978) com o Composto A também encontrou variância aditiva para altu-

TABELA 6 Estimativas da variância genética aditiva para os caracteres altura da planta (AP) e altura de espiga (AE), em centímetros, segundo as fontes citadas.

Material	Variância genética aditiva (σ_A^2)		Fontes
	AP (cm)	AE (cm)	
Composto Dentado	500,0	480,0	QUEIRÓS, 1969
Composto Dentado	208,0	275,0	MIRANDA FILHO <i>et alii</i> , 1974
Composto Flint	308,0	224,0	MIRANDA FILHO <i>et alii</i> , 1974
ESALQ-VD-2 MI HSII	327,0	215,0	LIMA e PATERNIANI, 1977
Composto A	229,0	354,0	CRISÓSTOMO, 1978
Composto B	436,0	309,0	CRISÓSTOMO, 1978
Jarvis	235,0	106,0	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Weekley	199,0	191,0	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Indian Chief	218,0	172,0	ROBINSON <i>et alii</i> , 1955
Krug Yellow Dent. (1956)	417,0	292,0	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Krug Yellow Dent. (1957)	234,0	211,0	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Hays Golden (1956)	642,0	484,0	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Hays Golden (1957)	461,0	253,0	LINDSEY <i>et alii</i> , 1962
Média	340,0	274,0	

ra de espiga mais elevada (354,0), embora os resultados encontrados pela maioria dos autores nas mais variadas populações, mostram a tendência da variância genética aditiva ser maior para a altura de planta do que para a altura da espiga.

Em contrapartida, vê-se que os coeficientes de variação genética para altura de planta, foram de 5,16% e 5,97% para as subpopulações A e B respectivamente e para altura de espiga esses valores foram de 8,57% e 9,52%. Os valores dos coeficientes de variação genética, obtidos para as duas populações mostram que o caráter altura de espiga apresenta maiores coeficientes de variação genética que o caráter altura de planta, e a subpopulação B apresenta coeficientes um pouco superiores aos da população A (Tabela 10). Resultados semelhantes foram obtidos por RISSI (1980) e BIANCO (1984). Os coeficientes b , para o caráter altura da planta foram de 0,70 e 0,85 para as subpopulações A e B respectivamente. Para altura de espiga esse coeficiente foi de 0,73 para a subpopulação A e 0,91 para a subpopulação B, o que indica a presença de suficiente variabilidade genética entre progênies para a obtenção de ganhos pela seleção, com destaque para a subpopulação B.

Para melhor visualização, os ganhos genéticos esperados da seleção entre famílias de meios irmãos para os caracteres altura de planta e de espiga, estão apre-

sentados na Tabela 11, aplicando uma pressão de seleção de 10% e utilizando sementes remanescentes. Para altura de planta os ganhos obtidos foram de 6,38% e 8,17% para as subpopulações A e B respectivamente, e 10,77% e 13,21% para o caráter altura de espiga nas duas subpopulações. Observando valores obtidos por MIRANDA FILHO *et alii* (1974) utilizando seleção entre (15%) e dentro (20%) eles atingiram ganhos de 5,7% e 6,8% para altura de planta no Composto Dentado e Composto Flint respectivamente, e para altura de espiga estes valores foram de 12,0% e 10,2%, mostrando que os valores obtidos nas duas subpopulações são altos, especialmente na subpopulação B, que apresenta ganhos genéticos esperados em valor absoluto de 13,15 cm (AP) e 11,02 cm (AE), possibilitando a obtenção de uma variedade braquítica modificada (PATERNIANI e RISSI, 1976) com bom índice de altura de espiga (SHEHATA, 1975), aumentando o potencial produtivo da população.

4.2.2. Estimativas para os caracteres: peso de 100 grãos e densidade de grãos

As estimativas para o caráter peso de 100 grãos e densidade de grãos, da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância fenotípica dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$), da variância genética aditiva entre plantas ($\hat{\sigma}_A^2$), variância fe

notípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e entre médias de progênies ($\hat{\sigma}_P^2$), e coeficiente de variação genética (CVg%) das duas subpopulações, são apresentados na Tabela 12.

Os valores da variância genética aditiva encontrados para o caráter em questão foram de 11,410 para a subpopulação A e 7,140 para a subpopulação B. Semelhantes à encontrada na variedade Dentado Opaco por TOSELLO e GERALDI (1980a), cerca de 10,887, e também por MILLER *et alii* (1981) na população alto óleo (8,26), que também encontrou o valor de 4,41 para teores normais de óleo no milho "Reid Yellow Dent". Trabalhando com o Composto Dente B, REGAZZI *et alii* (1980) utilizando o delineamento I de Comstock e Robinson, chegaram ao valor de 18,208 para a variância genética aditiva para peso de 100 grãos. Estes dois trabalhos mostram que existe uma ampla gama de variâncias para o caráter, mesmo entre as duas subpopulações a diferença entre as variâncias genéticas aditivas é grande.

A variância fenotípica ao nível de plantas foi ligeiramente superior na subpopulação A, acompanhando a variância genética aditiva que é a responsável por este aumento, uma vez que a variância genotípica entre média de progênies ($\hat{\sigma}_P^2$) foi 60% superior à obtida na subpopulação B. Os coeficientes de variação genética para a subpopulação A e B foram de 5,76% e 4,53% respectivamente, muito próximos

ao obtido por TOSELLO e GERALDI (1980a), que foi de 5,45% para a variedade Dentado Opaco, que deve ser um bom coeficiente, pois as subpopulações A e B apresentaram um coeficiente b igual a 0,75 e 0,59 respectivamente, e a variedade Dentado Opaco obteve 0,78.

Estes resultados mostram que as duas subpopulações apresentam boas quantidades de variabilidade genética livre para o caráter peso de 100 grãos, particularmente a subpopulação A.

Quanto às estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, entre médias de progênes nas duas subpopulações, estão apresentados na Tabela 15, e as estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito entre plantas estão na Tabela 16. Os coeficientes entre médias de progênes para peso de 100 grãos, são relativamente altos, 53,46% para a subpopulação A e 40,83% para a subpopulação B, evidenciando novamente a subpopulação A com relação à herdabilidade. TOSELLO e GERALDI (1980a) obtiveram o valor 57,96% entre médias de progênes. Para as subpopulações A e B dentado braquítico opaco ao nível de planta, os coeficientes de herdabilidade foram de 53,31% e 35,93% respectivamente, sendo a subpopulação A superior e os coeficientes não diferindo muito dos obtidos ao nível de médias de progênes. Com estes valores de herdabilidade os métodos

de seleção intrapopulacionais devem apresentar bons resultados , particularmente para a subpopulação A. Quanto aos ganhos genéticos esperados, na Tabela 17, estão os resultados esperados para seleção massal em um sexo e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, sendo a seleção também praticada em um sexo. Para a seleção massal com uma intensidade de 10%, o ganho genético esperado para subpopulação A foi de 7,39% e 4,78% em um ano para a subpopulação B. Para a seleção entre (20%) e dentro (10%) de famílias de meios irmãos em dois anos, os ganhos esperados foram de 12,13% e 8,04%, para um ciclo de 2 anos. Os dois métodos diferiram um pouco, com leve vantagem para seleção massal, com a subpopulação A apresentando maiores ganhos, mostrando que os dois esquemas de seleção são adequados para o caráter, especialmente para a subpopulação A.

Enquanto isso, para o caráter densidade de grãos, a variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) apresentou valores de $14,46 \times 10^{-4}$ para a subpopulação A e $6,49 \times 10^{-4}$ para a subpopulação B, o que se observa também é que as outras estimativas de variâncias da subpopulação A são o dobro das observadas na subpopulação B. Para as variâncias genéticas aditivas obtidas, os valores estão acima e abaixo do valor $10,887 \times 10^{-4}$, encontrado por TOSELLO e GERALDI (1980a). Existem duas hipóteses para tentar explicar estas diferenças: a. efeito de plantas prolíficas selecionadas, exercendo limite

de variabilidade por diminuição desta; b. efeito de local de onde se instalou ensaios das duas subpopulações, evidenciado pelos desvios das estimativas entre experimentos nos caracteres peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína. No momento não é possível identificar a causa real, que pode ser um efeito negativo do caráter prolificidade entre estes caracteres. De qualquer modo as estimativas da variância genética aditiva seriam promissoras se não houvessem estimativas de variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$) muito elevadas para as subpopulações A e B ($14,758 \times 10^{-4}$ e $8,819 \times 10^{-4}$).

A proporção $\hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_e^2$ foi de 2,42 e 1,97, indicando o grande efeito do erro ambiental, interferindo na herdabilidade que será vista a seguir. Os coeficientes de variação genética para as subpopulações A e B são 1,68% e 1,12% respectivamente, contra 1,22% na variedade Dentado Opaco avaliada por TOSELLO e GERALDI (1980a) evidenciando a estreita variabilidade existente em relação à média do caráter, sendo demasiadamente afetada por erro ambiental. Os coeficientes b para as duas subpopulações são 0,41 e 0,37, utilizáveis portanto, desde que as causas do erro sejam controladas, a variedade Dentado Opaco apresentou o coeficiente de 0,38, sendo também semelhante por este parâmetro à variedade dentado braquítico opaco.

Os coeficientes de herdabilidade para densidade de de grãos estimados no sentido restrito entre médias de progênes, para as duas subpopulações, estão apresentados na Tabela 15, e os coeficientes obtidos entre plantas estão na Tabela 19. Entre médias de progênes os valores foram 24,82% e 20,89% para as subpopulações A e B respectivamente, valores semelhantes a 22,22%, obtido por TOSELLO e GERALDI (1980a). Ao nível de plantas os coeficientes de herdabilidade para a subpopulação A foi 26,72% e 23,35% para a subpopulação B, coeficientes estes também considerados baixos para se utilizar em programas de seleção intrapopulacional, além do que a seleção do caráter densidade por uma relação peso/volume não é aconselhável como índice de seleção, sendo apontado resultados satisfatórios com o uso de líquidos a diferentes densidades, para flutuação de grãos (BARREIRO NETO *et alii*, 1982), e a utilização de progênes autofecundadas com alto grau de modificação (TOSELLO, 1975a).

Os ganhos genéticos esperados, praticando-se seleção massal em um sexo (10%) e seleção entre (20%) e dentro (10%) de famílias de meios irmãos, estão relatados na Tabela 17. A seleção dentro de famílias de meios irmãos é praticada em um sexo devido à determinação de laboratório, como nos caracteres peso de 100 grãos, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, com um ciclo cada 2 anos. A subpopulação A obteve um ganho de 1,52% para a seleção massal e 2,57% entre e dentro de famílias de

meios irmãos, mostrando uma certa superioridade para seleção massal, na subpopulação B o ganho foi de 0,96% para seleção massal e 1,62% para seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, sendo a seleção massal também um pouco mais eficiente. Outra possibilidade para a seleção do caráter densidade dos grãos, é a resposta correlacionada por outro caráter, assunto que será tratado no item 4.3. O caráter mostra pouco ganho esperado por ciclo de seleção, o que era previsto em vista da baixa estimativa de herdabilidade, sendo um caráter de difícil seleção pelos métodos intrapopulacionais mais simples, utilizando a relação peso/volume.

4.2.3. Estimativas para os caracteres: porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína

As estimativas para o caráter porcentagem de óleo e proteína no grão, são apresentadas na Tabela 13. Na subpopulação A o valor da variância genética aditiva para teor de óleo foi 0,2267 e 0,2706 para a subpopulação B, bem inferiores aos valores encontrados por TOSELLO e GERALDI (1980a) para a variedade Dentado Opaco (1,4234) e por BIANCO (1984) em variedades Piranão VD-2 (1,3519) e Piranão VF-1 (0,6314). ELROUBY e PENNY (1967) trabalhando com população de milho de alto teor de óleo encontraram valor da variância genética aditiva igual a 0,668. Observando as variâncias fenotípicas entre médias de progênes, estas são semelhantes à encontrada por TOSELLO e GERALDI (1980a) que é de 0,7686, acontecendo que o erro ambiental entre parcelas é a maior componente destas variâncias encontradas nas subpopulações, sendo portanto a causa da baixa estimativa, obtida, como pôde ser observado pelos altos coeficientes de variação experimental obtidos. Os coeficientes de variação genéticos foram de 4,29% e 4,26% para as subpopulações A e B respectivamente, inferiores aos obtidos por BIANCO (1984) que foram 12,59% para o Piranão VD-2 e 8,47% para o Piranão VF-1. Os coeficientes b obtidos para a subpopulação A e B atingiram valores de 0,24 e 0,22, extremamente baixos para o caráter estuda-

do, o que dificultaria a exploração do caráter por esquemas de seleção mais simples.

Para melhor visualizar isto, a Tabela 15, traz as estimativas dos coeficientes de herdabilidade entre progênies, para o caráter teor de óleo nas duas subpopulações, e na Tabela 16 estão as estimativas das herdabilidades ao nível de plantas. Devido às interferências observadas, as estimativas de herdabilidade atingiram os valores 10,36% e 8,98% ao nível de progênies e 12,22% e 13,67% ao nível de plantas para as subpopulações A e B respectivamente, abaixo dos valores obtidos por TOSELLO e GERALDI (1980a) com a variedade Dentado Opaco (48,08%) e BIANCO (1984) com a variedade Piranão VD-2 (64,99%) e Piranão VF-1 (46,67%) e a herdabilidade realizada de 43% na variedade "Reid Yellow Dent", obtida por MILLER *et alii* (1981), mostrando que o caráter normalmente exhibe altos valores de herdabilidade. A análise de variância mostra que a causa da baixa herdabilidade é devido a estimativas de erro muito elevadas (Tabela 13), e coeficientes de variação experimental muito elevados (Tabela 9), mascarando o potencial genético da variedade, talvez por problema de amostragem ou por efeito de pólen de materiais com baixo teor de óleo, apesar que BATISTA E TOSELLO (1981) encontraram pequenos efeitos de pólen, preponderando o efeito maternal, mas a variedade estudada era de endosperma normal. Com base nestes parâmetros, os ganhos ge

néticos esperados (Tabela 17) para a seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para subpopulação A foram de 2,63% e 4,59% e para a subpopulação B foram 2,77% e 5,35% respectivamente, mostrando a superioridade da seleção massal para ambas as subpopulações. Estes ganhos são baixos se levar em conta os ganhos genéticos esperados obtidos por BIANCO (1984) para a variedade Piranão VD-2 (7,12%) e Piranão VF-1 (4,07%) com a intensidade de 10% na seleção massal. BATISTA (1980) utilizando seleção para tamanho de embrião em cinco ciclos de seleção dentro (15%) de progênies de meios irmãos, conseguiu um ganho indireto no teor de óleo de 1,44% por ciclo de seleção, valor considerável para um esquema de seleção indireto.

As estimativas da variância genética aditiva para o caráter teor de proteína nos grãos (Tabela 13) foram 0,5708 para a subpopulação A e 0,5524 para a subpopulação B, valores estes superiores ao valor 0,3080 encontrado por TOSELLO e GERALDI (1980a), mostrando o grande potencial da população com relação ao caráter proteína no grão. Os coeficientes de variação genéticos para as subpopulações A e B indicaram valores de 3,81% e 3,78%, que são elevados se comparados com o coeficiente de 2,74% obtido por TOSELLO e GERALDI (1980a), e que também mostra um coeficiente b igual a 0,37, inferior aos obtidos pelas subpopulações A e B (0,85 e 0,79 respectivamente), exibindo portanto uma boa va

riabilidade genética potencial para o caráter teor de proteína no grão.

Em conformidade a estes dados, as estimativas de herdabilidade ao nível de médias de progênies para o caráter teor de proteína no grão são apresentadas na Tabela 15, e ao nível de plantas estão apresentadas na Tabela 16, para as duas subpopulações. Os valores de herdabilidade ao nível de média de progênies foram altos, 59,01% para a subpopulação A e 55,76% para a subpopulação B, mesmo assim inferiores aos obtidos ao nível de plantas que foram 71,41% e 94,20% para as subpopulações A e B respectivamente. Comparado com o coeficiente de herdabilidade estimado de 21,60% por TOSELLO e GERALDI (1980a) e 68,1% por MOTTO (1979), ambos entre médias de progênies, as herdabilidades foram altas, demonstrando o alto potencial da população para seleção do caráter por métodos intrapopulacionais. Analisando os ganhos genéticos esperados para as duas subpopulações que estão demonstrados na Tabela 17, com intensidade de 10% para seleção massal, e seleção entre (20%) e dentro (10%) de famílias de meios irmãos, sendo a seleção massal e aquela dentro de famílias aplicada em um sexo e entre famílias com sementes remanescentes, estimou-se os valores de 5,65% e 6,44% por ciclo de um ano para seleção massal e 9,10% e 10,87% por ciclo de dois anos para seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, para as subpopulações A e B respectivamente. A seleção entre e dentro foi um pouco inferior à seleção mass

sal em um sexo, mas os valores obtidos são considerados altos se levar em conta o progresso médio de 5,2% obtido por WOODWORTH *et alii*, (1952) nos 5 primeiros ciclos de seleção de espiga por fileira modificado, para o caráter teor de proteína no grão na variedade Burr White. As subpopulações mostram que possuem alto potencial para seleção, sendo que ambos os métodos de seleção estudados são indicados para se obter progressos para o caráter.

Na Tabela 14, estão as estimativas para o caráter teor de triptofano no grão e triptofano na proteína, para as duas subpopulações.

Para o caráter triptofano no grão, as estimativas da variância genética aditiva das populações A e B atingiram os valores de $6,964 \times 10^{-5}$ e $5,402 \times 10^{-5}$ respectivamente, TOSELLO e GERALDI (1980a) obtiveram um valor superior para o caráter teor de triptofano no grão ($8,8 \times 10^{-5}$), devido a uma variabilidade superior demonstrada pelas estimativas das variâncias fenotípicas entre média de progênes. Na falta de outras informações pode-se assumir que os valores obtidos devem ser médios para o caráter, onde os coeficientes de variação genética são 3,98% e 3,48% para as subpopulações A e B respectivamente, e 4,51% para o Dentado Opaco estudado pelos autores. O coeficiente b para o caráter teor de triptofano no grão assume valores de 0,76 e 0,67 para as subpopulações A e B, mostrando que a variabi

lidade existente possui grande potencial para exploração por seleção intrapopulacional. TOSELLO e GERALDI (1980a) obtiveram o valor de 0,62 para o coeficiente b. A subpopulação A demonstrou maior potencial para a seleção do caráter teor de triptofano no grão.

Com base nos parâmetros mencionados, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade para o caráter teor de triptofano no grão, para as duas subpopulações, ao nível de médias de progênes, estão apresentadas na Tabela 15, estimativas ao nível de plantas são mostradas na Tabela 16. Para a subpopulação A o valor obtido ao nível de média de progênie foi 53,71% e 88,97% ao nível de plantas, para a subpopulação B os valores foram 47,60% e 55,75%, inferiores aos obtidos na subpopulação A evidenciando novamente o seu potencial. Se for comparado com as estimativas ao nível de progênes de 43,14% de TOSELLO e GERALDI (1980a) e 62,3% da variedade MOD-2 por MOTTO (1979), observa-se que os valores obtidos para o caráter teor de triptofano são médios a altos e dentro dos valores esperados. As herdabilidades da subpopulação A são especialmente satisfatórias para o uso com métodos de seleção simples com a seleção massal, provocando ganhos genéticos elevados.

Na Tabela 17 estão os ganhos genéticos esperados para seleção massal (10% em um sexo) e seleção entre (20%) e dentro (10% em um sexo) de famílias de meios irmãos,

para o caráter teor de triptofano no grão, nas duas subpopulações. A subpopulação A obteve 6,59% de ganho por ciclo de um ano para seleção massal, e de 11,13% com seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos por ciclo de dois anos. Na subpopulação B os ganhos genéticos esperados foram de 4,56% e 7,46% para os respectivos métodos de seleção. A subpopulação A mostra ganhos elevados em relação à subpopulação B, e o método de seleção massal foi um pouco superior ao método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, mas os dois métodos apresentam magnitudes semelhantes de progressos, sendo igualmente indicados para a seleção do caráter.

A estimativa da variância genética aditiva para o caráter teor de triptofano na proteína (Tabela 14) foi de $1,35 \times 10^{-2}$ para a subpopulação A e $1,29 \times 10^{-2}$ para a subpopulação B, superiores ao valor $0,62 \times 10^{-2}$ encontrado na variedade Dentado Opaco por TOSELLO e GERALDI (1980a), evidenciando maior variabilidade para qualidade proteica do grão para o dentado braquítico opaco. Os coeficientes de variação genéticos das subpopulações A e B foram 5,41% e 5,29% respectivamente, superiores ao valor 3,78% encontrado na variedade Dentado Opaco. Os coeficientes b de valores 0,87 e 0,77 para as subpopulações A e B respectivamente, evidenciam a grande variabilidade disponível com certa superioridade para a subpopulação A.

Em observância a estes fatos, os valores das estimativas de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de progênes para o caráter teor de triptofano na proteína, são apresentados na Tabela 15, enquanto que as estimativas ao nível de plantas encontram-se na Tabela 16. Ao nível de médias de progênes, as estimativas de herdabilidade das subpopulações A e B (60,75% e 54,06% respectivamente) foram superiores às estimativas de 21,43% encontrada por TOSELLO e GERALDI (1980a), e 26,80% encontrado por MOTTO (1979), apontando um alto potencial de seleção para qualidade nutricional da proteína no grão, notadamente evidenciado pelos ganhos genéticos esperados da Tabela 17. Utilizando seleção massal (10%) em um sexo, as subpopulações A e B apresentaram valores de 8,91% e 7,87% respectivamente. Ganhos esperados para seleção entre (20%) e dentro (10% em um sexo) em um ciclo de dois anos, foram de 15,16% e 12,79% para as subpopulações A e B respectivamente, onde a seleção massal mostra também alguma superioridade mas com magnitude semelhante, e a superioridade da subpopulação A fica evidenciada.

Com base nas estimativas dos caracteres para qualidade, nota-se a superioridade na subpopulação A, talvez devido a correlações negativas com caracteres de produtividade, uma vez que para estes caracteres a subpopulação B foi superior.

Outra possibilidade discutida foi o efeito ambiental entre experimentos na estimativa de parâmetros das duas subpopulações, mas existe a coincidência entre os caracteres estudados que pode também apontar para a primeira hipótese. Mas afóra esta discussão, concluiu-se que os dados mostram alto potencial para qualidade proteica, teor de proteína e teor de triptofano no grão, recursos estes que podem ser explorados na variedade dentado braquítico opaco, por métodos simples de seleção como a seleção massal.

4.3. Estimativas de correlações e respostas correlacionadas

4.3.1. Estimativas entre caracteres de produção

Estimativas obtidas ao nível de parcelas, envolvendo as características peso de espigas na parcela, altura de planta e altura de espiga, para a covariância genética entre médias de progênies ($C\hat{ov}_p$), covariância do erro ambiental

tal entre parcelas ($C\hat{ov}_e$), covariância fenotípica entre médias de progênies ($C\hat{ov}_F$) e covariância genética aditiva entre plantas ($C\hat{ov}_A$), obtidas de 100 progênies, são apresentados na Tabela 18.

As correlações genéticas aditivas (\hat{r}_A), e correlações fenotípicas ao nível de parcelas (\hat{r}_F) entre os caracteres peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, obtidas de 100 progênies, são apresentadas na Tabela 25. As correlações genéticas aditivas entre peso de espigas e altura de planta e/ou altura de espiga, são positivas e relativamente altas, e entre altura de planta e altura de espiga ($r = 0,959$) é especialmente elevada. Aparentemente estes valores estão superestimados pois os valores obtidos na literatura brasileira entre altura de planta e de espiga, estão em torno de 0,75 (LIMA e PATERNIANI, 1977; CRISÓSTOMO, 1978; RISSI, 1980; TOSELLO e GERALDI, 1980b e BIANCO, 1984). Entretanto estes dados indicam uma estreita associação dos caracteres na variedade dentado braquítico opaco. A respeito da associação do caráter peso de espigas com altura de planta e/ou altura de espiga, ela vem a ser um problema quando da seleção para produção e obtenção de milhos de porte baixo em milhos normais, pois a seleção para porte baixo tem acarretado diminuição da produção (GREEN, 1955; HORNER *et alii*, 1963 e VERA e CRANE, 1970). Esta correlação positiva em população braquítica é uma alternativa para a utilização de mi

lho de porte baixo e um meio de aumentar o potencial produtivo da população (RISSI, 1980). BIANCO (1984) estudando as variedades braquíticas Piranão VD-2 e Piranão VF-1, obteve para a primeira variedade correlações genéticas aditivas entre peso de espigas e altura de planta igual a 0,515, e 0,451 para a segunda variedade, próximas ao valor obtido para a variedade dentado braquítico opaco ($r = 0,541$). No entanto, entre peso de espigas e altura de espigas a variedade Piranão VD-2 apresentou correlação genética aditiva de 0,334, e 0,237 para a variedade Piranão VF-1, inferiores à obtida no presente trabalho, o que mostra ser grande a associação entre os caracteres. Consequentemente a seleção para elevação de peso de espigas na parcela, acarretará em alterações no porte e altura de espiga da variedade dentado braquítico opaco, e a estreita associação entre altura de espiga e altura de planta permitirá a manutenção do índice de altura de espiga existente na variedade.

ELROUBY e PENNY (1967) encontraram valores para as estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres altura da planta com peso de espigas ($r=0,641$) e altura de espiga com peso de espigas ($r = 0,470$), com magnitudes próximas às encontradas no presente trabalho, e MOTTO (1979), com uma população opaco modificada, obteve correlações genéticas aditivas entre altura de planta e produção de grãos ($r = 0,784$) e entre altura de espiga e produ-

ção de grãos ($r = 0,727$) que são superiores e se aproximam das obtidas com peso de espigas no presente trabalho e foram consideradas altas. Entretanto MIRANDA FILHO *et alii.* (1974) mostram que superestimativas podem ocorrer pelo fato da variedade ter sido avaliada em um local e em um só ano, e as correlações fenotípicas elevadas se devem às correlações ambientais existentes, que indicam possibilidades de progresso indireto por métodos simples como a seleção massal.

Estimativas das respostas correlacionadas entre os caracteres peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, considerando-se a seleção entre progênies de meios irmãos (10%) com sementes remanescentes, para 100 progênies de meios irmãos da variedade dentado braquítico opaco, são apresentadas na Tabela 26. As respostas correlacionadas entre os caracteres foram positivas e de boa magnitude, embora não superassem os ganhos genéticos esperados na Tabela 11, estimados para seleção no próprio caráter. É interessante notar que os ganhos indiretos para altura de planta e de espiga, ao se selecionar o caráter peso de espigas, foram aproximadamente 45% dos ganhos pela seleção direta destes caracteres que já eram considerados altos, mostrando com isto o potencial produtivo da variedade. Estes valores estão próximos aos obtidos por RISSI (1980), onde a variedade Piranão A mostrou 3,10% de ganho para altura de planta e 4,96% para altura de espiga, e a variedade Piranão B exibiu valores de

4,06% (AP) e 5,59 (AE). O que corrobora a discussão de RISSI (1980) sobre o potencial de variedades braquíticas modificadas para o melhoramento populacional de milho.

4.3.2. Estimativas entre peso de espigas e peso de 100 grãos, densidade e caracteres de qualidade

Na Tabela 19 estão apresentadas ao nível de médias de parcelas, as estimativas da covariância entre progênies ($C\hat{ov}_p$), covariância do erro ambiental entre parcelas ($C\hat{ov}_e$), covariância fenotípica entre médias de progênies ($C\hat{ov}_F$) e covariância genética aditiva entre plantas ($C\hat{ov}_A$), entre o caráter peso de espigas na parcela e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações.

Estimativas dos coeficientes de correlação genética aditiva (\hat{r}_A), e os coeficientes de correlação fenotípica ao nível de parcelas (\hat{r}_F), entre o caráter peso de espigas e os caracteres: peso de 100 grãos, densidade de grãos, teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações, são apresentadas na Tabela 27.

O caráter peso de espigas mostrou correlações genéticas aditivas de baixo valor com os caracteres peso de

100 grãos e densidade para as duas subpopulações, superiores na subpopulação A, e também com o caráter porcentagem de óleo somente para a subpopulação A. A correlação existente entre o caráter peso de espigas e peso de 100 grãos foi negativa e de baixa magnitude, concordando com resultados obtidos por REGAZZI *et alii* (1980), superior a -0,079 obtido por REIS *et alii* (1982) e discordando com o valor 0,284 obtido por BARREIRO NETO *et alii* (1982). Como as magnitudes destes valores não são grandes, pode-se pensar que a correlação depende do material estudado, mas a estimativa obtida no presente trabalho deve ser consistente, e a seleção para peso de espigas pode prejudicar a média de caráter peso de 100 grãos. Porém o caráter densidade de grãos está positivamente correlacionado com peso de espigas na mesma magnitude, o que contraria os resultados da literatura, que apontam correlações negativas próximas de zero (TOSELLO e GERALDI, 1980b e BARREIRO NETO *et alii*, 1982). No entanto o resultado é de grande interesse uma vez que a herdabilidade para peso de espigas é relativamente alta, podendo promover um ganho genético indireto para o caráter densidade de grãos.

Apesar de presente, a correlação genética aditiva entre teor de óleo com peso de espigas é positiva e de baixa magnitude, como a encontrada por GUPTA *et alii* (1975) ($r = 0,21$), entretanto correlação nula (SREERAMULU e BAUMAN, 1970), e correlações negativas como -0,224 (BIANCO,

1984) e -0,50 (TOSELLO e GERALDI, 1980b) foram obtidas. Estas respostas variadas talvez se devam à escolha do material genético para estudo, e a presente variedade mostra pouca associação entre teor de óleo e peso de espigas, não podendo se esperar grandes respostas correlacionadas em ambas as direções. Os caracteres porcentagem de proteína, triptofano e triptofano na proteína, também apresentaram baixas correlações genéticas aditivas com peso de espigas. Na literatura, correlações entre peso de espigas e teor de proteína são escassas, mas correlações entre produção de grãos e teor de proteína variaram de 0,35 (CAVIEDES *et alii*, 1983) até -0,70 (DUDLEY *et alii*, 1977), sem repetir o mesmo resultado. Entre teor de triptofano e produção de grãos os dados são baixos, 0,12 para MOTTO (1979) e -0,178 para TOSELLO e GERALDI (1980b), concordando com os dados obtidos para peso de espigas, devendo existir pouca associação entre os caracteres e conseqüentemente com pouca interferência na seleção.

Resultados obtidos entre teor de triptofano na proteína e peso de espigas concordam com a correlação entre produção de grãos e teor de triptofano na proteína ($r = 0,149$) obtido por MOTTO (1979). Estudando o efeito de modificação do endosperma sobre o milho opaco, CAVIEDES *et alii* (1983) obteve correlações entre -0,07 (modificado) e -0,25 (farinhoso) entre produção de grãos e teor de triptofano na proteína, e TOSELLO e GERALDI (1980b) obtiveram correlação

de $-0,568$ em população com pouca modificação, existindo portanto resultados contraditórios na literatura, mas que de certo modo são esperados, pois os caracteres qualitativos em geral são negativamente relacionados com caracteres produtivos. O que não exclui a possibilidade de materiais produtivos de grande potencial nutricional.

Na Tabela 28 estão agrupadas as estimativas das respostas correlacionadas esperadas, considerando-se a intensidade de 10% de seleção entre progênies de meios irmãos, entre o caráter peso de espigas e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações. A seleção do caráter peso de espigas mostra resposta correlacionada estimada negativa com o caráter peso de 100 grãos, bem abaixo da encontrada na seleção para o caráter peso de 100 grãos, o mesmo ocorrendo com o caráter peso de espigas, ao se selecionar para peso de 100 grãos. Isto mostra que pode ocorrer perda de peso nos grãos ao se selecionar para produtividade, mas devido à pequena resposta obtida, esta pode ser contornada.

A seleção do caráter densidade de grãos resultou em 2,96% de ganho esperado no caráter peso de espigas na subpopulação A e 2,29% na subpopulação B, enquanto que a seleção para peso de espigas mostrou pequena monta de resposta

correlacionada no caráter densidade. Isto mostra que o caráter densidade não apresentará grandes progressos pela seleção do caráter peso de espigas em virtude da pequena associação entre os caracteres. Já o caráter conteúdo de proteína no grão mostrou resposta correlacionada negativa para peso de espigas, -1,73% na subpopulação A e -1,41% na subpopulação B, valores não muito elevados mas que no caso de seleção intensa para teores muito elevados de proteína, poderá prejudicar a produtividade (WOODWORTH *et alii*, 1952). As demais respostas correlacionadas existentes na Tabela 28 são de pequena monta, mostrando pouca associação entre peso de espigas com teores de triptofano no grão e teor de triptofano na proteína.

Neste grupo de caracteres a atenção deve ser dada para os caracteres peso de 100 grãos e densidade de grãos, quando da seleção para peso de espigas, pois em milho de endosperma opaco-2, estes dois caracteres influenciam a produtividade devido ao caráter farinhoso do grão (LAMBERT *et alii*, 1969; SREERAMULU e BAUMAN, 1970; TOSELLO, 1978 e BARREIRO NETO *et alii*, 1982). A subpopulação A apresentou maiores respostas em todos os casos, sendo difícil afirmar se foi por efeito ambiental ou se a seleção para prolificidade diminuiu a variabilidade da subpopulação B, afetando por consequência as correlações entre os caracteres.

4.3.3. Estimativas entre caracteres de qualidade, peso de 100 grãos e densidade.

Estimativas obtidas ao nível de plantas, entre os caracteres peso de 100 grãos, densidade de grãos, teor de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, da covariância genética entre progênies ($C\hat{ov}_p$), covariância do erro ambiental entre parcelas ($C\hat{ov}_e$), covariância fenotípica dentro de progênies ($C\hat{ov}_d$), covariância genética aditiva entre plantas ($C\hat{ov}_A$), covariância fenotípica entre plantas ($C\hat{ov}_F$) e entre médias de progênies ($C\hat{ov}_F$), para as duas subpopulações, estão apresentadas nas Tabelas 20 a 24.

As correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre os caracteres mencionados, para a subpopulação A e B, estão apresentadas na Tabela 29. Correlações genéticas aditivas positivas apresentadas entre peso de 100 grãos e densidade, nas duas subpopulações estudadas, foram de pequena magnitude, e diferentes das obtidas por BATISTA e TOSELLO (1979b) para a população alto óleo ($r = 0,34$) e normal ($r = 0,06$). Faltando mais referências bibliográficas, inclusive para o gene opaco-2, supõe-se que o grão do milho opaco-2, que possui um germe maior em relação ao grão (ARNOLD *et alii*, 1974), teria uma associação negativa entre volume e densidade de grãos (BATISTA e TOSELLO, 1979b), relacionada com tamanho do germe em relação ao grão, como se pode observar pelas altas correlações negativas do conteúdo de

Óleo com peso de 100 grãos e densidade. Estas correlações negativas vão contra os valores obtidos de vários autores. GUPTA *et alii* (1975) obtiveram correlações genéticas aditivas positivas entre peso de 100 grãos e teor de óleo, para o milho opaco ($r = 0,20$) e normal ($r = 0,61$). Outros trabalhos mostram resultados próximos de zero e DUDLEY *et alii* (1975) encontrou uma correlação de $-0,85$, concordando com os dados obtidos no presente trabalho, mostrando existir correlações negativas entre teor de óleo e peso de 100 grãos.

Com base no que foi discutido supõe-se que o aumento da densidade do grão está relacionada com o aumento do endosperma em relação ao grão, e conseqüentemente do peso de 100 grãos. Deste modo o aumento do germe em relação ao grão promove a correlação negativa entre densidade e teor de óleo, apesar de não se encontrar referências de correlações negativas, e sim correlações como $0,068$ para população de alto teor de óleo e $0,094$ para teores normais de óleo, obtidos por BATISTA e TOSELLO (1979b), e ainda $0,30$ para milho opaco e $0,03$ para milho normal obtidos por GUPTA *et alii* (1975). Como estes dados oscilaram bastante, é possível que haja correlações negativas entre densidade e teor de óleo. Quanto aos dados de correlação do teor de óleo com outros caracteres, além de $-1,0$ e $1,0$, a exemplo de peso de 100 grãos e densidade, estes se devem principalmente ao erro ambiental elevado que diminuiu a precisão das estimativas de variância genética

aditiva do caráter teor de óleo no grão.

O caráter peso de 100 grãos não mostrou correlação genética aditiva considerável com teor de proteína na subpopulação A, e na subpopulação B foi positiva e significativa e de pequena grandeza, concordando com o valor 0,252 obtido por SREERAMULU e BAUMAN (1970) para milho normal. Porém o mesmo autor achou o valor $-0,054$ para o milho opaco. Os valores neste caso também variam bastante, desde $-0,89$ para milho opaco, citado por GUPTA *et alii* (1975) até o valor 0,672 obtido por BARREIRO NETO *et alii* (1982). A subpopulação B também mostrou correlação genética aditiva e considerada de pequena monta entre o caráter peso de 100 grãos e teor de triptofano, ao contrário do coeficiente de correlação 0,435 obtido por TOSELLO e GERALDI (1980b), mostrando que este tipo de correlação também tende a ser variável, como o são também as correlações entre peso de 100 grãos e teor de triptofano na proteína, que foram negativas e de baixo valor no presente trabalho, onde a subpopulação B foi superior, e o valor obtido por TOSELLO e GERALDI (1980b) foi de 0,197.

Já o caráter densidade de grãos apresenta altas correlações negativas obtidas com os caracteres teor de proteína e teor de triptofano no grão, para as duas subpopulações. Isto está de acordo com o resultado de GUPTA

et alii (1975) onde o milho normal mostra uma correlação de -0,68 entre densidade e teor de proteína no grão, e o milho opaco exibiu um valor de -0,52. Porém MOTTO (1979) obteve uma correlação positiva de pequena magnitude entre densidade e teor de proteína ($r = 0,206$) e uma pequena correlação negativa entre teor de triptofano e densidade, mostrando a existência de genes modificadores de endosperma que não afetam a qualidade nutricional do milho opaco. Ao contrário das correlações com teor de proteína e teor de triptofano, a subpopulação B exibiu uma pequena correlação genética aditiva positiva observada entre densidade de grãos e teor de triptofano na proteína, enquanto que MOTTO (1979) obteve uma correlação negativa quase nula ($r = -0,095$), mostrando que apesar de existirem correlações negativas para proteína e triptofano no grão, o caráter densidade não afeta a qualidade proteica. É claro que a seleção para densidade do grão poderá diminuir os teores de triptofano e proteína no grão, como também a seleção destes últimos poderá afetar a densidade dos grãos das subpopulações, mas o uso de genes modificadores poderá solucionar o problema (MOTTO, 1979). As correlações negativas com densidade de grãos talvez se devam à diminuição do teor de proteína com consequente diminuição do teor de triptofano no grão, o qual estava contido na proteína, sem estar relacionado com teores de zeína (CAVIEDES *et alii*, 1983).

O teor de óleo apresenta altas correlações genéticas aditivas positivas com o caráter teor de proteína no grão, para as duas subpopulações, acontecendo o mesmo entre o teor de óleo e teor de triptofano no grão. Isto agora evidencia que a correlação negativa da densidade com o teor de proteína pode ser devido a altos teores de proteína no germe, portanto a proporção do germe em relação ao grão vem controlando as correlações até agora observadas. Durante o manuseio do material foi observado grande variação no volume do grão, o que ajuda explicar esta associação entre óleo e proteína, que normalmente não é muito alta, como se observa em BRUNSON *et alii* (1948), GUPTA *et alii* (1975), DUDLEY *et alii* (1977) e TOSELLO e GERALDI (1980b). Quando o volume do grão é alto, o tamanho do germe, que deve possuir altos teores de proteína, não acompanha este aumento diminuindo o teor de óleo, proteína e triptofano no grão. As pequenas correlações genéticas aditivas negativas apresentadas entre teor de óleo e teor de triptofano na proteína, para as duas subpopulações, confirmam o que foi discutido pois, se fossem mais elevadas, estaria relacionado com teores de zeína no endosperma. TOSELLO e GERALDI (1980b) discutindo sobre os caracteres peso de 100 grãos e densidade, observa que as correlações entre produção e os outros caracteres qualitativos não concordam com as correlações entre peso de 100 grãos e estes mesmos caracteres, fato também observado neste

trabalho. A amostragem pode ser tendenciosa e não identificar o potencial da progênie, não sendo indicado o uso de caracteres como peso de 100 grãos e densidade como base para o melhoramento genético intrapopulacional, visando a produção de grãos. Entretanto foram tecidas possibilidades teóricas sobre os dados deste trabalho, e em vista da variação de certas correlações na literatura, devem existir problemas de amostragem do material genético a ser estudado, para que se possa inferir um padrão de respostas.

Existe certa independência dos teores de proteína e teores de triptofano no grão, com valores levemente negativos nas duas subpopulações, devendo ser controlados provavelmente por mecanismos genéticos diferentes. Quanto às correlações genéticas aditivas entre teor de proteína e teor de triptofano na proteína, estas foram negativas igualmente para as duas subpopulações, apresentando valores médios. As correlações fenotípicas foram de valor médio sendo que na subpopulação B foi superior à correlação genética aditiva, podendo dificultar a seleção para os dois caracteres, talvez relacionado com teores de zeína no endosperma. O mesmo se sucedeu com TOSELLO e GERALDI (1980b), mostrando que a seleção de um destes caracteres pode sacrificar o outro, a não ser que se use uma grande população para descobrir um grupo de indivíduos onde a associação é minimizada. Correlações negativas para milho opaco ($r = -0,60$) e milho

opaco modificado ($r = -0,52$) também foram obtidas por CAVIEDES *et alii* (1983), entre teor de proteína e teor de triptofano na proteína, confirmando os resultados obtidos.

Foram obtidas também correlações genéticas aditivas positivas e consideradas de alta magnitude entre teor de triptofano e teor de proteína na proteína, para as duas subpopulações, de acordo com o resultado obtido por TOSSELLO e GERALDI (1980b) para o milho Dentado Opaco ($r = 0,60$). Esta informação é de muita importância, pois como o teor de proteína é negativamente correlacionado com a qualidade proteica e o teor de proteína no grão apresenta pouca associação com teor de triptofano no grão, a seleção para este último caráter pode manter a qualidade nutricional da proteína, e permitindo a seleção para maiores teores proteicos no grão. A existência de correlação fenotípica alta mostra que os caracteres teor de triptofano no grão e teor de triptofano na proteína, são igualmente afetados pelo ambiente.

Na Tabela 30 estão as estimativas das respostas correlacionadas, entre os caracteres peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, considerando-se a seleção entre (20%) nos dois sexos e dentro (10%) em um sexo, em famílias de meios irmãos das duas subpopulações.

Entre os caracteres peso de 100 grãos e teor de óleo observa-se que existem respostas correlacionadas negativas de grande monta, suficiente para prejudicar um dos caracteres durante a seleção do outro caráter, o mesmo ocorre entre peso de 100 grãos e teor de triptofano na proteína, densidade e teor de óleo, densidade e teor de proteína no grão, densidade com teor de triptofano no grão e entre teor de proteína no grão e teor de triptofano na proteína. As outras correlações negativas estimadas como teor de triptofano no grão e peso de 100 grãos, teor de óleo no grão e teor de triptofano na proteína, e entre teor de proteína e teor de triptofano no grão, foram de pequena monta em relação aos ganhos genéticos estimados na Tabela 17 por seleção no próprio caráter. Como também existem pequenos ganhos indiretos entre peso de 100 grãos e densidade e entre peso de 100 grãos e teor de proteína no grão. Um dos caracteres que mostram ganhos indiretos maiores que os ganhos diretos de seleção foi o caráter teor de óleo no grão, quando se pratica seleção para teor de triptofano e teor de proteína no grão, nas duas subpopulações. Outro caráter é o teor de triptofano no grão, quando se seleciona para teor de triptofano na proteína na subpopulação B, o mesmo ocorre para triptofano na proteína na subpopulação B, quando a seleção é realizada no caráter teor de triptofano no grão, na subpopulação A os ganhos indiretos são grandes mas não superam os ganhos diretos

por seleção.

Na Tabela 31 estão grupadas as estimativas de respostas correlacionadas em valor absoluto e porcentagem, considerando-se a seleção massal (10%) em um sexo, para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, teor de proteína, teor de triptofano e teor de triptofano na proteína, nas duas subpopulações.

Respostas correlacionadas negativas elevadas, foram estimadas entre os caracteres peso de 100 grãos e teor de óleo, densidade e teor de óleo, densidade e teor de proteína no grão, teor de proteína e teor de triptofano na proteína e entre peso de 100 grãos e teor de triptofano na proteína. Outros valores negativos menores foram obtidos entre os caracteres peso de 100 grãos e teor de triptofano no grão, teor de óleo e teor de triptofano na proteína e entre o teor de proteína e teor de triptofano no grão, à semelhança do que se observou na resposta correlacionada estimada na seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, com perdas maiores na seleção massal entre os caracteres peso de 100 grãos e densidade, densidade e teor de proteína no grão e entre teor de proteína e teor de triptofano na proteína, não sendo aconselhável a seleção massal nestes casos.

Ganhos indiretos de pequena monta foram estimados entre os caracteres peso de 100 grãos e densidade, pe-

so de 100 grãos e teor de proteína no grão e densidade e teor de triptofano na proteína. Além destes, há o ganho indireto de seleção no teor de proteína e teor de triptofano no grão quando da seleção para teor de óleo no grão. Estes ganhos indiretos não são indicados para o direcionamento da seleção, salvo se houver conveniências que justifiquem. Já a seleção para teor de proteína e teor de triptofano no grão, promovem um ganho estimado em teor de óleo no grão superior à seleção no caráter. Para o caráter teor de óleo no grão quando se selecionada o caráter triptofano no grão, o ganho indireto foi maior utilizando a seleção massal, e a seleção massal no caráter teor de proteína no grão, promove ganhos indiretos em teor de óleo semelhantes à seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos. Na subpopulação B, o ganho indireto estimado em teor de triptofano no grão, quando da seleção para qualidade de proteína, superou o ganho genético esperado na Tabela 17, e foi levemente superior à seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos. Na subpopulação A o valor foi alto mas não superou o ganho direto de seleção, o que ocorreu também para a qualidade proteica quando selecionado o caráter teor de triptofano no grão, nas duas subpopulações, mostrando valores levemente superiores à seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

Deste modo, vê-se que um número grande de associações negativas em relação às positivas, podem dificultar

tar o direcionamento da seleção da população, devendo-se definir os objetivos para a variedade, de acordo com seu potencial e limitações, sacrificando algumas características ou trabalhando com grande número de indivíduos para obter alguns indivíduos que não obedeçam a esta correlação. A variedade dentado braquítico opaco apresenta no conjunto um potencial para seleção de peso de espigas, com conseqüente aumento de altura de planta e altura de espiga sem afetar o índice de altura de espiga que se mostra satisfatório, podendo prejudicar o caráter peso de 100 grãos, mas sem afetar a densidade, talvez com ajuda de genes modificadores para melhoria do endosperma. Como os teores de proteína e triptofano no grão não mostram respostas negativas elevadas entre si, podem ser utilizados para seleção da qualidade nutricional do grão, e com aumento indireto do teor de óleo que já é satisfatório. Além do que estes caracteres não apresentam correlações negativas elevadas para peso de espigas nesta variedade.

5. CONCLUSÕES

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

- a. As duas subpopulações da variedade dentado braquítico (br_2) opaco (o_2), apresentam suficiente variabilidade genética para os caracteres avaliados, com exceção de densidade de grãos e teor de óleo. Foram obtidas altas estimativas de coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de parcelas para os caracteres peso de espigas, altura de planta, altura de espiga, peso de 100 grãos, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, permitindo que se obtenha ganhos genéticos elevados nos sete caracteres mencionados.
- b. Ao nível de plantas, os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para os caracteres peso de 100 grãos, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na

proteína, foram considerados altos, com possibilidades de exploração da variabilidade genética por seleção massal, com ganhos relativamente elevados.

- c. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas e de progênies, para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, triptofano e triptofano na proteína, foram superiores para a subpopulação A em relação à subpopulação B, a qual é superior para os caracteres peso de espigas, altura de planta e altura de espiga.
- d. As correlações genéticas aditivas encontradas entre os caracteres altura de planta, altura de espiga e peso de espigas, foram todas positivas de média e alta magnitude. A seleção para aumentar produção de espigas acarretará numa elevação de altura de planta e altura de espiga, provavelmente sem alterar o índice de altura de espiga que é satisfatório.
- e. Entre o caráter peso de espigas e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de óleo, as correlações genéticas aditivas foram de baixa magnitude, e tendendo a zero para caracteres de qualidade do grão.
- f. Correlações genéticas negativas e de alta magnitude foram

observadas para PG x O, PG x TP, D x O, D x P, D x T e P x TP, e mostrando que existem caracteres que serão prejudicados em detrimento do progresso de outros.

- g. Também foram observadas correlações genéticas positivas de baixo valor entre PG x D, PG x P e D x TP, mas as correlações mais importantes foram entre O x P = 0,811 e 0,843; T x TP = 0,879 e 0,990 e O x T = 0,845 e 1,010 para as subpopulações A e B respectivamente. Isto indica a possibilidade de seleção simultânea para % de proteína e % de triptofano, mantendo a qualidade proteica, devido à baixa correlação T x P, e aumentando o teor de óleo nas subpopulações A e B.
- h. Elevados ganhos genéticos são esperados quando se utiliza o método de seleção entre famílias de meios irmãos, para os caracteres peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, notando-se ganhos superiores de progresso para a subpopulação B.
- i. Na subpopulação A os ganhos esperados foram superiores aos da subpopulação B, para os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de triptofano e triptofano na proteína, nos dois esquemas de seleção. O inverso ocorre para os caracteres teor de óleo e teor de proteína.
- j. As estimativas das respostas correlacionadas entre os caracteres peso de espigas, altura de planta e de espiga foram substanciais, embora não superassem os ganhos gené

ticos esperados por seleção direta nos caracteres.

- k. Devido às baixas correlações genéticas entre o caráter peso de espigas e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, teor de proteína, teor de triptofano e triptofano na proteína, as respostas correlacionadas negativas e positivas foram de pequena magnitude. Apesar de haver respostas correlacionadas mais elevadas na subpopulação A em relação à subpopulação B.
- l. Comparando-se as respostas correlacionadas, esperadas pela seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, verificou-se que a seleção massal é mais eficiente para os seguintes casos: $RC_{O/P}$, $RC_{O/T}$ e $RC_{TP/T}$ para as duas subpopulações e $RC_{T/TP}$ para a subpopulação B.
- m. Os ganhos indiretos esperados obtidos para seleção massal que superaram os ganhos genéticos esperados por seleção direta foram: $RC_{O/P}$ e $RC_{O/T}$, para as duas subpopulações, e $RC_{T/TP}$ para a subpopulação B.

6. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C., 1965. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 10 th. Edition, p. 744-745.
- ACOSTA, A.E. e P.L. CRANE, 1972. Further selection for lower ear height in maize. *Crop Science*, Madison, 12: 165-167.
- ALEXANDER, D.E., J.W. DUDLEY e R.G. GREECH, 1970. Corn breeding and genetics. In: INGLETT, G.E. Ed. *Corn: Culture, Processing, Products*. The avi. Publ. Comp., Inc. p. 6-23.
- ANDERSON, L.C. e P.N. CHOW, 1963. Phenotypes and grain yield associated with braquitic-2 gene in single-cross of dent corn. *Crop Science*, 3: 111-113.

- ARNOLD, J.M., A. PIOVARCI, L.F. BAUMAN e C.G. PONELEIT, 1974. Weight, oil and fatty acid composition of components of normal, opaque-2, and floury-2 maize kernels. *Crop Science*, 14: 598-599.
- ASNANI, V.L. e S.C. GUPTA, 1970. Effect of incorporation of opaque-2 gene on yield and yield components in four composites of maize. *Indian J. of Genetics and Plant Breeding*, 30(2): 377-382.
- BARBOSA, J.G., 1981. Seleção para baixa densidade das sementes em cinco variedades de milho (*Zea mays* L.) opaco-2 e seu efeito na produção e qualidade proteica da semente. Viçosa, UFV, 60 p. (Tese de Mestrado).
- BARREIRO NETO, M., J.C. SILVA, J.G. BARBOSA e R. SANT'ANNA, 1982. Seleção para densidade das sementes em milho (*Zea mays* L.) opaco-2 e seu efeito sobre caracteres agrônômicos e teores de proteína e lisina. *Revista Ceres*, 29(165): 489-502.
- BATISTA, L.A.R., 1980. Seleção para tamanho do embrião relacionado com o teor de óleo de grão de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 73 p. (Dissertação de Mestrado).

- BATISTA, L.A.R. e G.A. TOSELLO, 1979a. Alterações nos caracteres de peso, volume e densidade dos grãos de milho (*Zea mays* L.) provocadas pela seleção para embrião grande. *Relat. Científico Depart. Genética*, Piracicaba, ESALQ/USP, 13: 30-43.
- BATISTA, L.A.R. e G.A. TOSELLO, 1979b. Correlações fenotípicas entre porcentagem em óleo, peso, volume e densidade dos grãos de milho (*Zea mays* L.). *Relat. Cient. Depart. Genética*, Piracicaba, ESALQ/USP, 13: 44-52.
- BATISTA, L.A.R. e G.A. TOSELLO, 1979c. Seleção para tamanho do embrião relacionada com o teor de óleo do grão de milho (*Zea mays* L.). *Relat. Cient. Depart. Genética*, Piracicaba, ESALQ/USP, 13: 53-68.
- BATISTA, L.A.R. e G.A. TOSELLO, 1981. Influência da fonte polinizadora sobre o conteúdo de óleo em grãos de milho (*Zea mays* L.). *Relat. Cient. Depart. Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 15: 5-19.
- BAUMAN, L.F., 1959. Evidence of non-allelic gene interaction in determining yield, ear height and kernel row number in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 51: 531-534.
- BEADLE, J.B., D.E. JUST, R.E. MORGAN e R.A. REINERS, 1965. Composition of corn oil. *Journal American Oil Chemists Society*, Illinois, 42(1): 90-95.

- BEAVER, L.W. e R.J. LAMBERT, 1982. Genetic control of modified endosperm texture in opaque-2 maize. *Crop Science*, 22(6): 1095-1098.
- BIANCO, S., 1984. Avaliação do potencial genético de populações de milho (*Zea mays* L.) braquítico para teor de óleo na semente. Piracicaba, ESALQ/USP, 98 p. (Dissertação de Mestrado).
- BRUNSON, A.M., F.R. EARLE e J.J. CURTIS, 1948. Interrelations among factors influencing the oil content of corn. *Journal Amer. Soc. of Agronomy*, 40: 180-185.
- BULOW, J.W.Von, 1971. Efeitos do gene braquítico-2 em populações análogas e em híbrido de milho (*Zea mays* L.). *Pesq. Agropec. Bras.*, Série Agron. 6: 155-161.
- CAMPBELL, C.M., 1965. New dwarfs and modifiers. *Proc. 20th Ann Hyb Corn Ind. Res. Conf.* pp 22-30.
- CARMO, C.m., 1969. Avaliação de progênies de meios irmãos em populações heterogêneas de milho (*Zea mays* L.) Piracicaba, ESALQ/USP, 48 p. (Dissertação de Mestrado).
- CAVIEDES, C.M., A. CARBALO QUIROS, T.A. KATO YAMAKAKE e E. M. VILLEGAS, 1983. Correlaciones fenotípicas entre rendimento e contenidos de proteína, triptofano y zeína, em famílias de medio hermanos de maiz (*Zea mays* L.) opaco-2 modificado. *Agrociencia*, Chapingo, 54: 101-110.

CLARK, H.E., D.V. GLOVER, J.L. BETZ e L.B. BAILEY, 1977.

Nitrogen retention of young men who consumed isonitrogenous diets containing normal, opaque-2 or sugary-2 opaque-2 corn. *The Jour. Nutrition*, 107(3): 404-411.

COLLINS, W.K., W.A. RUSSEL e S.A. EBERHART, 1965.

Performance of two-ear type of corn belt maize. *Crop Science*, 5: 113-116.

COMPTON, W.A., C.O. GARDNER e J.H. LONNQUIST, 1965. Genetic variability in two open-pollinated varieties of corn (*Zea mays* L.) and their F_1 progenies - *Crop Science*, Madison, 5: 505-508.

COMSTOCK, R.E. e H.F. ROBINSON, 1948. The components of genetic variance in populations. *Biometrics*. Raleigh, 4: 254-256.

COMSTOCK, R.E. e H.F. ROBINSON; 1952. Estimation of average dominance of genes. In: J.W. GROWEN. *Heterosis*, Ames, Iowa State College Press, 494-516.

CRISOSTOMO, J.R., 1978. Estimacão de parâmetros genéticos visando selecco em dois compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 71 p. (Dissertao de Mestrado).

- CROMWELL, G.L., T.T. CLINE, R.H. PICKETT e W.M. BEESON, 1967. Growth and nitrogen balance studies with opaque-2 corn. *J. A. Animal Sci.*, 26: 905.
- CUNHA, M.A.P., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) ESALQ-IV-1. Piracicaba, ESALQ/USP. 84 p. (Tese de Doutorado).
- CURTIS, P.E., E.R. LENG e R.H. HAGEMAN; 1968. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. *Crop Science*, Madison, 8(6): 689-693.
- DALBY, A. e L.I. DAVIES, 1967. Ribonuclease activity in developing seeds of normal and opaque-2 maize. *Science*, 155: 1573-1575.
- DALBY, A. e C.Y. TSAI, 1974. Zein accumulation in phenotypically modified lines of opaque-2 maize *Cereal Chem.*, 51: 821-825.
- DARRAT, L.L., S.A. EBERHART e L.H. PENNY, 1972. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop Science*, Madison, 12: 605-608.
- DIMLER, R.J., 1966. Report of kernel structure and wet milling of high-lysine corn. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 121-127.

- DUDLEY, J.W., 1977. 76 generations of selection for oil and protein percentage in maize. Proceedings of the International Conference on Quantitative Genetics. Iowa State University Press, Ames. Iowa, p. 459-473.
- DUDLEY, J.W., D.E. ALEXANDER e R.J. LAMBERT, 1975. Genetic improvement of modified protein maize. In: High Quality Protein Maize. Proc. CYMMYT - Purdue Symposium on Protein Quality in Maize. El Batan, Mexico, 1972, pp. 120-136. Halsted Press.
- DUDLEY, J.W., R.J. LAMBERT e I.A. de la ROCHE, 1977. Genetic analysis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein. *Crop Science*, Madison, 17(1): 111-117.
- ELMORE, C.D. e D.E. ALEXANDER, 1970. Yield and kernel composition of opaque-2 normal maize hybrids. *Agronomy abstracts*, 1970, pag. 24.
- ELROUBY, M.M. e L.H. PENNY, 1967. Variation and covariation in high oil population of corn (*Zea mays* L.) and their implications in selection. *Crop Science*, Madison, 7:(3): 216-219.
- FALCONER, D.S., 1964. Introduction to quantitative genetics. 3a. imp. New York, the Ronald Press Company, 365 p.

- FEIST, W.A. e R.J. LAMBERT, 1970. Changes in six different opaque-2 genotypes of *Zea mays* L. during successive generations of backcrossing. *Crop Science*, Madison, 10: 663-665.
- GALVÃO, J.D., 1974. Comportamento do milho Piranão (braquií-tico-2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 106 p. (Tese de Doutorado).
- GARDNER, C.O., P.H. HARVEY, R.E. COMSTOCK e H.F. ROBINSON, 1953. Dominance of genes controlling quantitative characters in maize. *Agronomy Journal*, Madison, 45: 186-191.
- GARDNER, C.O. e J.H. LONNQUIST, 1959. Linkage and degree of dominance of genes controlling quantitative characters in maize. *Agronomy Journal*. Madison, 51: 524-528.
- GARDNER, C.O. e E. PATERNIANI, 1967. A genetic model use to evaluate the breeding potencial of open-pollinated varieties of corn. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 19: 95-101.
- GARWOOD, D.L., E.J. WEBER, R.J. LAMBERT e D.E. ALEXANDER, 1970. Effect of different cytoplasms on oil, fatty acids, plant height, and ear height in maize (*Zea mays* L.). *Crop Science* Madison, 10(1): 39-41.

- ENTER, C.F., J.F. EHEART e W.N. LINKOUS, 1956. Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. *Agronomy Journal*, Madison, 48(1): 63-67.
- GERALDI, I.O., 1977. Estimacão de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP. (Dissertao de Mestrado).
- GERALDI, I.O., R. VENCOVSKY e J.F. MIRANDA F, 1978. Processo para estimacão dos componentes de covariâncias entre caracteres avaliados com números diferentes de indivíduos por parcela. *Rel. Cient. Depart. Genética*, ESALQ, p. 84-91.
- GLOVER, D.V. e G.A. TOSELLO, 1973. Kernel characteristics, protein quality and biological value of the sugary-2 mutation and its combination with opaque-2 in *Zea mays* L. *Agronomy Abstracts*, 65th Annual Meeting, Madison, p. 5.
- GORSLINE G.W., 1961. Phenotypic epistasis for ten quantitative characters in maize. *Crop Science*, Madison, 1: 55-58.

- GREEN, V.E. JR., 1955. Asociación de altura de planta y cosecha em mais tropical. *Turrialba*, 5: 83-90.
- GUPTA, D., I. KOVACS e L. GASPAR, 1975. Protein quality traits and their relationships with yield and yield components of opaque-2 and analogous normal maize hybrids and inbred lines. *T.A.G.*, 45: 341-348.
- GUPTA, H.O., J. SINGH e R.P. SINGH, 1983. Evaluation of normal, opaque-2 and modified opaque-2 maize varieties for some chemical traits. *Indian J. Agric. Sciences*, 53(9): 767-770.
- HALLAUER, A.R. e J.H. SEARS, 1969. Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Science*, Madison, 10: 482-485.
- HARPSTEAD, D.D., A. PRADILLA e D. SARRIA; 1968. Opaque-2 maize as a protein source for treatment of malnutrition in humans. *Agronomy abstracts 1968*. pp. 66-67.
- HARRIS, R.E., R.H. MOLL e C.N. STUBER, 1976. Control and inheritance of prolificacy in maize. *Crop Science*, 16: 843-850.
- HERNANDES, H. e L. BATES, 1969. "A modified method for rapid. tryptofan analysis in maize". CIMMYT Research Bulletin nº 13.

- HOPKINS, C.G., 1899. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. In: DUDLEY, J.W., Ed. 1974. *Seventy generations of selection for oil and protein in maize*. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin. p. 1-29.
- HORNER, E.S., H.W. LUNDY, M.C. LUTRICK, R.W. WALAGE, 1963. Relative effectiveness of recurrent selection for specific and general combining ability in corn. *Crop Science*, Madison, 3: 63-66.
- JAIMES, O.M. e J.M. GALÁN, 1979. Incidência de genes modificadores del endosperma opaco-2 em 25 razas mexicanas de maiz, y su efecto en la textura y calidad proteínica del grano. *Agrociencia*, Chapingo, 37: 185-197.
- JELLUM, M.D., 1970. Developmental changes in fatty acid composition of oil in kernel fractions of corn (*Zea mays* L.). *Journal American Oil Chemists Societs*, Illinois, 47(3): 245-248.
- JELLUM, M.D. e J.E. MARION, 1966. Factors affeting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) grain. *Crop Science*, Madison, 6(1): 41-42.
- JIMENES, JR., 1966. Protein fractionation studies of high lysine corn. In Proc. High lysine corn conf., E.T. Mertz e O.E. Nelson, editores. Corn. Ind. Res. Fond. Washington, D.C.

- JONES, R.A., B.A. LARKINS, C.Y. TSAY, 1977. Storage protein Synthesis in maize. II. Reduced synthesis of a major zein component by the opaque-2 mutant of maize. *Plant Physiology*. New York, USA, 59: 525-529.
- KEMPTHORNE, O., 1966. *An introduction to genetic statistics*. 3a. imp. New York, John Wiley & Sons, 545 p.
- KEMPTON, J.H., 1920. Heritable characters of maize: III - Brachytic culms. *Journal of Heredity*, 11: 111-115.
- KHEHRA, A.S., V.V. MALHOTRA, V.K. SAXENA e B.S. DHILBON, 1975. Role of brachytic-2 in genetic improvement of maize. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 4: 430-432.
- KINOSHITA, K. e E. PATERNIANI, 1974a. Seleção para alto teor de óleo no milho Centralmex. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, Piracicaba, 7: 62-67.
- KINOSHITA, K. e E. PATERNIANI, 1974b. Proporção endosperma/embrião e o seu efeito sobre o teor de óleo no milho Centralmex. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, Piracicaba, 7: 68-73.
- LAMBERT, R.J., D.E. ALEXANDER e J.W. DUDLEY, 1969. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. *Crop Science*, 9: 242-243.

- LAMBERT, R.J., D.E. ALEXANDER e R.C. RODGERS, 1967. Effect of kernel position on oil content in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, madison, 7(2): 143-144.
- LANZA, F., V. NOZZOLINI e M. BERTOLINI, 1964. Densitã d'investimento nelle coltivazione di mais. Nota terza. L'influenze di 5 densita d'investimento sulla resa unitãrio e su altre caractteristiche della produtivita in due serie di ibridi diverse per prolificitã di spiga e per classe de maturitã. *Maydica*, 9: 77-92.
- LEE, K.H., R.A. JONES, A. DALBY e C.Y. TSAI, 1976. Genetic regulation of storage proteïn content in maize endosperm. *Biochemical Genetics*, 14: 641-650.
- LEITE, D.R., 1973. Comportamento do milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESALQ/USP 60 p. (Dissertação de Mestrado).
- LENG, E.R., 1957. Genetic production of short stalked hybrids. *Proceeding of the 12 th Annual Hybrid Corn Industry Research Conference*, 80-86.
- LENG, E.R., 1962. Selection reversal in strains of corn previously long-term selected for chemical composition. *Crop Science*. Madison, 2(2): 167-170.

- LENG, E.R., 1967. Changes in weight, germ ratio, and oil content during kernel development in high oil corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, 7(4): 333-334.
- LIMA, M. e E. PATERNIANI, 1977. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmão de milho (*Zea mays* L.) ESALQ VD-2 MI-HSIII e suas implicações no melhoramento. In: Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética, USP, Piracicaba, nº 11: 84-89.
- LINDSEY, M.F., J.H. LONQUIST e C.O. GARDNER, 1962. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of Corn Belt corn. *Crop Science*, Madison, 2: 105-108.
- LORENZONI, C., C. FOGHER, M. BERTOLINI, N. di FONZO, E. GENTINETTA, T. MAGGIORE e F. SALAMINI, 1980. On the relative merit of opaque-2, floury-2, and opaque-2 floury-2 in inbreeding maize for quality. *Maydica*, 25(1): 33-39.
- MAKONNEN, D. e L.F. BAUMAN, 1976. Maturity interaction and black layer occurrence in opaque-2 and normal hybrids in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica*, 25: 499-503.
- MARA, V., 1982. Evaluation of some biochemical indices in lines, hybrids and the endosperm of the grains of maize hybrids bred at the Higher Agricultural Institute (ILB). *Plant Breeding Abstracts*, 52(12): 945.

- MENTEN, J.F.M., 1982. Uso de milho opaco-2 na alimentação de suínos em crescimento-terminação e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça. Piracicaba, ESALQ/USP. 100 p. (Dissertação de Mestrado).
- MERTZ, E.T., L.S. BATES e O.E. NELSON, 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145: 279-280.
- MERTZ, E.T., O.A. VERON, L.S. BATES e O.E. NELSON, 1965. Growth of rats fed on opaque-2 maize. *Science*, 148: 1541-1742.
- MILLER, P.A. e B. BRIMHALL, 1951. Factors influencing the oil and protein content of corn grain. *Agronomy Journal*, Madison, 43(7): 305-311.
- MILLER, R.L., J.W. DUDLEY e D.E. ALEXANDER, 1981. High intensity selection for percent oil in corn. *Crop Science*, Madison, 21: 434-437.
- MIRANDA FILHO, J.B.; R. VENCOVSKY e E. PATERNIANI, 1972. Variância genética aditiva da população de grãos em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. In: *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, nº 6: 67-73.

- MIRANDA Fº, J.B., R. VENCOVSKY e E. PATERNIANI, 1974. Variãucia genética aditiva da altura da planta e da espiga em dois compostos de milho e sua implicação nos melhoramentos. In: *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 8: 104-108.
- MISRA, P.S., R. JAMBUNATHAN, E.T. MERTZ, D.V. GLOVER, H.M. BARBOSA e K.S. MCWHIRTER, 1972. Endosperm protein synthesis in maize mutants with increased lysine content. *Science*, Washington, DC, 176: 1425-1427.
- MOLL, R.H., C.W. STUBER e W.D. HANSON, 1975. Correlated responses and responses to index selection involving yield and ear height of maize. *Crop Science*, 15: 243-247.
- MORENO-GONZALEZ, J., J.W. DUDLEY e R.J. LAMBERT, 1975. A design III study of linkage disequilibrium for percent oil in maize. *Crop Science*, Madison, 15(6): 840-843.
- MOSSE, J., 1966. Alcohol soluble proteins of cereal grains. *Federation Proc.*, 25: 1663-1669.
- MOTTO, M., 1979. Heritability and interrelations of seed quality and agronomic traits in a modified opaque-2 synthetic variety maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, 24: 193-202.

- NELSON, O.E., 1969. Genetic modification of protein quality in plants. *Advan. Agron.*, 21: 171-193.
- NEUFFER, M.G., L. JONES e M.S. ZUBER, 1968. The mutants of maize. *The Crop Science Society of America*, 74 p. lines. *Crop Science*, Madison, 14: 99-103.
- OBILANA, A.T. e A.R. HALLAUER, 1974. Estimations of quantitative traits in BSSS by using selected maize inbred lines. *Crop Science*, Madison, 14: 99-103.
- OPIENSKA BLAUTH, J., M. CHAREZINSKI e H. BERBEC, 1963. "A new rapid method of determining tryptofan". *Rep. Analytical Biochemistry*, 6: 69.
- OSBORNE, T. e L.B. MENDEL, 1914. Nutritive properties of proteins of the maize kernels. *J. Biol. Chem.* 18: 1-6.
- PATERNIANI, E., 1967. Selection among and within half sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 7: 212-216.
- PATERNIANI, E., 1970. Comportamento de milhos de porte baixo em duas densidades de plantio. *Rel. Cient. do Inst. de Genética*, ESALQ, p. 133-135.
- PATERNIANI, E., 1973. Origem e comportamento do milho Piranão. *Relatório Cient. Departamento de Genética*, ESALQ, Piracicaba, 7: 148-160.
- PATERNIANI, E., 1974. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Piranão. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, ESALQ, 8: 174-179.

- PATERNIANI, E. e R. de RISSI, 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos nas populações de Piranão A e B. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, ESALQ, Piracicaba, 10: 167-173.
- PENDLETON, J.N. e R.D. SEIF, 1961. Plant population and row spacing studies with braquitic-2 dwarf corn. *Crop Science*, 1: 433-435.
- PIMENTEL GOMES, F., 1977. Curso de estatística experimental. 7ª Ed., São Paulo, Editora Livraria Nobel S/A, 430 p.
- POMMER, C.V., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para produção e qualidade proteica em duas populações de milho (*Zea mays* L.) opaco-2. Campinas, UNICAMP, 111 p. (Tese de Doutorado).
- PONELEIT, C.G. e L.F. BAUMAN, 1970. Diallel analyses of fatty acids in corn (*Zea mays* L.) oil. *Crop. Science*, Madison, 10(4): 388-341.
- QUEIROZ, M.A., 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações com o melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP. 71 p. (Dissertação de Mestrado).
- RAMALHO, M.A.P., 1978. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas. Piracicaba, ESALQ/USP, 112 p. (Tese de Doutorado).

- REGAZZI, A.J., J.C. SILVA, J.T.L. THIEBAUT, L.M. OLIVEIRA, J.D. GALVÃO, 1980. Variâncias, covariâncias e correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas num composto de milho (*Zea mays* L.). *Revista Ceres*, 27(149): 32-46.
- REIS, F.P., J.C. SILVA, A.J. REGAZZI, L.M. OLIVEIRA, 1982. Herdabilidades, correlações e índices de seleção em milho (*Zea mays* L.). *Revista Ceres*, 29(163): 268-283.
- RISSI, R., 1980. Estimação de parâmetros genéticos em duas subpopulações da variedade de milho (*Zea mays* L.) Piraião. Piracicaba, ESALQ/USP. (Dissertação de Mestrado).
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1949. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 41: 353-359.
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e R.H. HARVEY, 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selections. *Agronomy Journal*, Madison, 43: 282-287.
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1955. Genetic variance in open pollinated varieties of corn. *Genetics*, Austin, 40: 45-60.
- RUSCHEL, R., 1972. Selection for oil and relationships among oil, protein and lysine in an opaque-2 populations of maize (*Zea mays* L.). Purdue University, USA (PhD Thesis).

- SALAMINI, F., B. BORGHI e C. LORENZONI, 1970. The effect of the opaque-2 gene on yield in maize. *Euphytica*, 19: 531-538.
- SAWAZAKI, E. e J.A. OSUNA, 1975. Avaliação de progênies de meios irmãos da população composto Flint de milho (*Zea mays* L.). *Científica*, 2(3): 223-230.
- SCHONHAUS, I. e V.S. SGARBIERI, 1983. Inherited characteristics of composition and protein nutritive value of a new cultivar of maize (Nutrimaiz) in two stages of maturity. *Journ. of Agric. and Food Chem.*, 31(1): 1-7.
- SHEHATA, A.H., 1975. Associations among metric attributes in varietal maize populations in relation to their future improvement. *Egypt J. Genet. Cytol.*, 4: 66-68.
- SHEHATA, A.H., Z.A. HAMZA e M.N. KHAMIS; 1978. Prolificacy in varietal populations of maize. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 7: 331-337.
- SILVA, J.C., 1969. Estimativas dos efeitos genicos epistáticos em cruzamentos intervarietais de milho e suas gerações avançadas. Universidade Federal de Viçosa, 61 p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, J.C. e A.R. HALLAUER, 1975. Estimations of epistatic variance in Iowa stiff stalk synthetic maize. *The Journal of Heredity*, Washington, 66: 290-296.

- SILVA, W.J. e P. ARRUDA, 1979. Evidence of genetic control of lysine catabolism in maize endosperm. *Phytochemistry*. London, Inglaterra, 18: 1803-1805.
- SODEK, L. e C.M. WILSON, 1976. Incorporation of leucine - ^{14}C and lysine - ^{14}C into protein in developing endosperm of normal and opaque-2 corn. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. New York, USA, 140 29-38.
- SPERLING, D., 1975. Agronomic aspects of producing quality protein maize. In: High Quality Protein Maize. CYMMYT - Purdue Symposium on Protein Quality in Maize. El Batan, México, 1972. pp. 154-165. Hasted Press.
- SPRAGUE, G.F., 1948. Better protein, more oil in your corn. *Iowa Farm. Sci.*, 2(12): 3-4.
- SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL, 1949. Quantitative inheritance of oil in the corn kernel. *Agronomy Journal*, 41: 30-31.
- SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL, 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. *Agronomy Journal*, Madison, 42(2): 83-88.
- SPRAGUE, G.F. e W.I. THOMAS, 1967. Further evidence of epistasis in single and tree-way cross yields of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, 7: 355-356.

- SREERAMULU, C. e L.F. BAUMAN, 1970. Yield components and protein quality of opaque-2 e normal diallels of maize. *Crop Science*, 10: 262-265.
- SREERAMULU, C., L.F. BAUMAN, e G. ROTH, 1970. Effect of outcrossing on protein quality, kernel weight, and related characters in opaque-2 and floury-2 maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 10: 235-236.
- STUBER, C.W. e R.H. MOLL, 1969. Epistasis in maize (*Zea mays* L.). I: F₁ hybrids and their S₁ progeny. *Crop Science*, Madison, 9: 124-127.
- STUBER, C.W., R.H. MOLL e W.D. HANSON, 1966. Genetic variances and interrelationships of six traits in a hybrid population of (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 6: 455-458.
- SUAREZ- LEZCANO, R., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Composto Flint Branco. Piracicaba, ESALQ/USP, 52 p. (Dissertação de Mestrado).
- TAVARES, F.C.A. e J.R. ZINSLY, 1971. Correlações fenotípicas em variedades de milho e respectivos híbridos. In: *Rel. Cient. do Dept. e Inst. de Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 5: 159-167.

- THE AGRICULTURAL GAZETTE, 1968. Research section: Reducing the height of maize hybrids. *The Agric. Gaz.*, 79: 557.
- TORRES SEGOVIA, R., 1976. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Piracicaba, ESALQ/USP, 98 p. (Tese de Douto-ramento).
- TOSELLO, G.A., 1974. Evaluation of protein and carbohydrate quality and content in selected endosperm mutant and their double-mutant combination with opaque-2 at two immature stages of development in *Zea mays* L. Purdue University, West Lafayette. Indiana, USA, (Tese de Ph.D).
- TOSELLO, G.A., 1975a. Introdução do gene opaco-2 no Composto Dentado. *Relatório Científico do Departamento de Genética*. Piracicaba, ESALQ/USP, 9: 170-172.
- TOSELLO, G.A., 1975b. Resposta de diferentes cultivares para acúmulo de zeína durante o desenvolvimento do endosperma em *Zea mays* L. *Relatório Científico do Departamento de Genética*. Piracicaba, ESALQ/USP, 9: 173-174.
- TOSELLO, G.A., 1976a. Avaliação de dois compostos de milho normal para qualidade nutricional. *Relatório Científico do Departamento de Genética*. Piracicaba, ESALQ/USP, 10: 209-212.

- TOSELLO, G.A., 1976b. Introdução do gene opaco-2 no Composto Dentado. *Relatório Científico do Departamento de Genética*. Piracicaba, ESALQ/USP, 10: 213-217.
- TOSELLO, G.A., 1978. Comparações entre populações de milho (*Zea mays* L.) opaco e normal. Piracicaba, ESALQ/USP, 80 p. (Tese de Livre Docência).
- TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980a. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para caracteres de planta e da qualidade do grão na população de milho ESALQ-VD opaco. *Relatório Científico do Departamento de Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 14: 183-189.
- TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980b. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e de qualidade do grão na população ESALQ-VD opaco de milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 14: 190-193.
- VALVA, F.D., 1976. Heterose em híbrido intervarietal de milho (*Zea mays* L.) br₂ br₂ (braquítico-2). Piracicaba, ESALQ/USP (Dissertação de Mestrado).
- VASAL, S.K., 1975. Use of genetic modifiers to obtain normal-type kernels with the opaque-2 gene. In: High Quality Protein Maize Proc. CYMMYT - Purdue International Symposium on Protein Quality in Maize. El Batan, México, 1972 pp. 197-216. Halsted Press.

- VENCOVSKY, R., 1969. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. org. *Melhoramento e Genética*. São Paulo, Ed. Melhoramento, p. 17-38.
- VENCOVSKY, R., 1975. Progresso esperado na seleção recorrente recíproca baseada em famílias de meios irmãos e plantas prolíficas. In: *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética*, ESALQ/USP Piracicaba, 9: 192-196.
- VERA, G.A. e P.L. CRANE, 1970. Effects of selection for lower ear height in synthetic population of maize. *Crop Science*, Madison, 10: 286-288.
- WEBER, E.J. e D.E. ALEXANDER, 1975. Breeding for lipid composition corn. *Journal American Oil Chemists Society*. Illinois, 52(4): 370-373.
- WILSON, P.M. e D.P. ALEXANDER, 1967. Ribonuclease activity in normal and opaque mutant endosperm of maize. *Science*, 155: 1575-1576.
- WOODWORTH, C.M., E.R. LENG e R.N. JUGENHEIMER, 1952. Fifty generations of selection for protein and oil in corn. *Agronomy Journal*, 44: 60-65.
- ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *Agronomy Journal*, Madison, 34(1): 30-47.

TABELAS

TABELA 7. Médias das subpopulações A e B e das testemunhas para os caracteres: peso de espigas, altura de planta e de espiga, peso de 100 grãos, densidade, % de óleo, % de proteína, % de triptofano, e % de triptofano na proteína. Piracicaba, SP, 1979/80.

Caráter	Subpopulações		Testemunhas	
	A	B	A	B
Peso de espigas	4,3664 kg	4,3791 kg	4,3476 kg	4,4269 kg
Altura de planta	169,29 cm	160,99 cm	-	-
Altura de espiga	83,74 cm	83,43 cm	-	-
Peso de 100 grãos	29,29 g	29,43 g	32,54 g	31,33 g
Densidade	1,135 g/cm ³	1,134 g/cm ³	1,266 g/cm ³	1,268 g/cm ³
% de óleo	5,554 %	6,100 %	4,6143 %	4,6337 %
% de proteína	9,923 %	9,826 %	9,5829 %	9,5316 %
% de triptofano	0,1048 %	0,1057 %	0,06754 %	0,06710 %
% trip./proteína	1,068 %	1,076 %	0,7059 %	0,7049 %

TABELA 8. Quadrados médios, ao nível de parcela, obtidos das análises conjuntas de quatro experimentos em lâti-
ce duplo (10x10 e 7x7), para cada subpopulação, pa-
ra os caracteres peso de espiga (PE), altura de
planta (AP) e altura de espiga (AE), Piracicaba,
SP 1979/80.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios		
		PE	AP	AE
Subpopulação A				
Progênes	348	0,5984**	289,1372**	197,9252**
Erro	348	0,3347	145,4241	95,6248
CV%		13,24	7,34	11,68
Subpopulação B				
Progênes	348	0,5807**	304,7078**	202,4289**
Erro	348	0,3066	119,6806	76,1212
CV%		12,66	6,97	10,46

TABLE 9. Quadrados m3dios ao n3vel de m3dia de parcelas, obtidas das an3lises conjuntas em blocos ao acaso de cada subpopula33o, para os caracteres peso de 100 gr3os (PG), densidade (D), teor de 3leo (O), prote3na (P), triptofano (T) e triptofano na prote3na (TP). Piracicaba, SP, 1979/80.

F.V.	PG		D ($\times 10^{-3}$)		O		P		T ($\times 10^{-5}$)		TP ($\times 10^{-3}$)	
	CL	QM	CL	QM	CL	QM	CL	QM	CL	QM	CL	QM
Progen3ies	348	10,672**	198	2,9135	198	1,094	152	0,4837**	160	6,4831**	154	11,138**
Erro	348	4,967	198	2,1905	198	0,991	152	0,1983	160	3,0010	154	4,371
Dentro	296	16,980	160	3,5735	160	1,022	160	0,5730	160	3,8570	160	9,788
CV%		7,61		4,12		17,63		4,49		5,22		6,19
Subpopula33o A												
Progen3ies	348	8,744**	198	1,4900	198	1,506	145	0,4953**	161	5,6747**	153	11,977**
Erro	348	5,174	198	1,1655	198	1,371	145	0,2191	161	2,9736	153	5,502
Dentro	296	16,141	160	1,7350	160	0,676	160	0,2864	160	6,7075	160	11,606
CV%		7,73		3,01		19,20		4,76		5,16		6,89
Subpopula33o B												

Tabela 10. Estimativas genéticas e fenotípicas obtidas ao nível de parcelas, para os caracteres peso de espigas ($\text{Kg}/5\text{m}^2$), altura da planta e altura de espiga (cm). Piracicaba, SP, 1979/80.

		Subpopulação A	Subpopulação B
Peso de espigas	$\hat{\sigma}_p^2$	$0,13185 \pm 0,021687$ (16,45%)	$0,13705 \pm 0,025329$ (18,48%)
	$\hat{\sigma}_e^2$	$0,33470 \pm 0,032279$ (9,64%)	$0,30660 \pm 0,036745$ (11,98%)
	$\hat{\sigma}_F^2$	0,29920	0,29035
	\hat{h}^2	0,44067	0,47202
	CVg%	8,32%	8,45%
	$\hat{\sigma}_A^2$ (1)	$0,8435 \times 10^{-3}$	$0,8771 \times 10^{-3}$
Altura da Planta	$\hat{\sigma}_p^2$	$71,8565 \pm 12,2605$ (17,06%)	$92,5136 \pm 13,1062$ (14,17%)
	$\hat{\sigma}_e^2$	$145,4241 \pm 4,5051$ (3,09%)	$119,6806 \pm 11,2281$ (9,38%)
	$\hat{\sigma}_F^2$	144,5686	152,3539
	\hat{h}^2	0,4970	0,6072
	CVg%	5,16%	5,97%
	$\hat{\sigma}_A^2$	287,42	370,05
Altura da Espiga	$\hat{\sigma}_p^2$	$51,1502 \pm 6,3281$ (12,37%)	$63,1538 \pm 14,9047$ (23,60%)
	$\hat{\sigma}_e^2$	$95,6248 \pm 7,7951$ (8,15%)	$76,1212 \pm 6,5246$ (8,57%)
	$\hat{\sigma}_F^2$	98,9626	101,2145
	\hat{h}^2	0,5167	0,6240
	CVg%	8,54%	9,52%
	$\hat{\sigma}_A^2$	204,60	252,62

(1) Estimativa da variância genética aditiva transformada ao nível de Kg/planta.

TABELA 11 Ganhos genéticos esperados por ciclo de seleção, em porcentagem da média, para peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, quando aplicada a intensidade de seleção de 10% entre progênies. Piracicaba - SP, 1979/80.

	Sub-população A	Sub-população B
Peso de espigas	0,42304 kg/5 m ² (9,68%)	0,44637 kg/5 m ² (10,19%)
Altura de planta	10,488 cm (6,38%)	13,154 cm (8,17%)
Altura de espiga	9,024 cm (10,77%)	11,017 cm (13,21%)

TABELA 12. Estimativas genéticas e fenotípicas obtidas ao nível de plantas para os caracteres peso de 100 grãos (g) e densidade de grãos (g/cm^3). Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A	Subpopulação B
	peso de 100 Grãos	
$\hat{\sigma}_p^2$	2,8525 \pm 2,0795 (72%)	1,7849 \pm 0,5961 (33%)
$\hat{\sigma}_e^2$	1,5711 \pm 1,0826 (69%)	1,9459 \pm 1,7299 (89%)
$\hat{\sigma}_d^2$	16,9797 \pm 3,6507 (22%)	16,1408 \pm 3,6152 (24%)
$\hat{\sigma}_A^2$	11,4099	7,1396
$\hat{\sigma}_F^2$	21,4033	19,8716
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	5,3360	4,3719
CVg%	5,76%	4,53%
	Densidade de grãos ($\times 10^{-4}$)	
$\hat{\sigma}_p^2$	3,6150 \pm 2,5880 (72%)	1,6225 \pm 0,5550 (34%)
$\hat{\sigma}_e^2$	14,7580 \pm 1,9930 (14%)	8,8135 \pm 2,9350 (33%)
$\hat{\sigma}_d^2$	35,7350 \pm 1,0180 (3%)	17,3500 \pm 1,4140 (8%)
$\hat{\sigma}_A^2$	14,4600	6,4900
$\hat{\sigma}_F^2$	54,1080	27,7910
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	14,5675	7,7667
CVg%	1,68%	1,12%

TABELA 13. Estimativas genéticas e fenotípicas obtidas no nível de plantas para os caracteres % de óleo e % de proteína no grão. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A	Subpopulação B
% de óleo		
$\hat{\sigma}_p^2$	0,05667 \pm 0,10115 (178%)	0,06764 \pm 0,01343 (20%)
$\hat{\sigma}_e^2$	0,77665 \pm 0,66076 (85%)	1,23590 \pm 0,30634 (25%)
$\hat{\sigma}_d^2$	1,02196 \pm 0,42153 (41%)	0,67579 \pm 0,54244 (80%)
$\hat{\sigma}_A^2$	0,22670	0,27058
$\hat{\sigma}_F^2$	1,85528	1,97933
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	0,54719	0,75317
CVg%	4,29%	4,26%
% de proteína		
$\hat{\sigma}_p^2$	0,14270 \pm 0,02660 (19%)	0,13809 \pm 0,09908 (72%)
$\hat{\sigma}_e^2$	0,08366 \pm 0,06268 (75%)	0,16184 \pm 0,02038 (13%)
$\hat{\sigma}_d^2$	0,57304 \pm 0,14516 (25%)	0,28644 \pm 0,02206 (8%)
$\hat{\sigma}_A^2$	0,57082	0,55236
$\hat{\sigma}_F^2$	0,79940	0,58637
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	0,24184	0,24766
CVg%	3,81%	3,78%

TABELA 14. Estimativas genéticas e fenotípicas obtidas ao nível de Plantas para os caracteres % de triptofano no grão e % de triptofano na proteína. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A	Subpopulação B
	% de triptofano no grão ($\times 10^{-5}$)	
$\hat{\sigma}_p^2$	1,7411 \pm 0,0623 (4%)	1,3506 \pm 0,2722 (20%)
$\hat{\sigma}_e^2$	2,2296 \pm 0,0481 (2%)	1,6321 \pm 1,4913 (91%)
$\hat{\sigma}_d^2$	3,8570 \pm 0,8754 (23%)	6,7075 \pm 5,1725 (77%)
$\hat{\sigma}_A^2$	6,9644	5,4024
$\hat{\sigma}_F^2$	7,8277	9,6902
$\hat{\sigma}_F^2$	3,2416	2,9374
CV%	3,98%	3,48%
	% de triptofano na proteína ($\times 10^{-3}$)	
$\hat{\sigma}_p^2$	3,3833 \pm 0,0226 (1%)	3,2374 \pm 0,6813 (21%)
$\hat{\sigma}_e^2$	2,4133 \pm 0,1308 (47%)	3,1811 \pm 1,7898 (56%)
$\hat{\sigma}_d^2$	9,7880 \pm 0,9362 (10%)	11,6060 \pm 7,3794 (64%)
$\hat{\sigma}_A^2$	13,5332	12,9496
$\hat{\sigma}_F^2$	15,5846	18,0245
$\hat{\sigma}_F^2$	5,5688	5,9886
CV%	5,41%	5,29%

TABELA 15. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (h^2) obtidas entre médias de progênie, para os caracteres: peso de 100 grãos, densidade (g/cm^3), porcentagem de óleo, porcentagem de proteína, porcentagem de triptofano e porcentagem de triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A	Subpopulação B
Peso de 100 grãos (g)	0,5346	0,4083
Densidade (g/cm^3)	0,2482	0,2089
% de óleo	0,1036	0,0898
% de proteína	0,5901	0,5576
% de triptofano	0,5371	0,4760
% de triptofano/proteína	0,6075	0,5406

TABELA 16. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (h^2), obtidas ao nível de plantas, com os respectivos desvios padrões, em valor absoluto e em porcentagem das estimativas (CV%), para os caracteres: peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, porcentagem de proteína, porcentagem de triptofano e porcentagem de triptofano na proteína, para as duas sub-populações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A	Subpopulação B
Peso de 100 grãos (g)	0,5331 ± 0,3594 (67%)	0,3593 ± 0,1394 (39%)
Densidade (g/cm ³)	0,2672 ± 0,1834 (69%)	0,2335 ± 0,0642 (27%)
% de óleo	0,1222 ± 0,3286 (268%)	0,1367 ± 0,0428 (31%)
% de proteína	0,7141 ± 0,0248 (3%)	0,9420 ± 0,5143 (55%)
% de triptofano	0,8897 ± 0,0614 (7%)	0,5575 ± 0,1278 (23%)
% de triptofano/proteína	0,8684 ± 0,1209 (14%)	0,7184 ± 0,3600 (50%)

TABELA 17. Ganhos genéticos esperados por ciclo de seleção em valor absoluto e em porcentagem da média, para peso de 100 grãos, densidade, % de óleo, % de proteína, % de triptofano e % de triptofano na proteína, nas duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A		Subpopulação B	
Peso de 100 grãos	(a)	2,1642 g (7,39%)	1,4054 g (4,78%)	
	(b)	3,5509 g (12,13%)	2,3645 g (8,04%)	
Densidade	(a)	$1,7249 \times 10^{-2}$ g/cm ³ (1,52%)	$1,0803 \times 10^{-2}$ g/cm ³ (0,96%)	
	(b)	$2,9178 \times 10^{-2}$ g/cm ³ (2,57%)	$1,8410 \times 10^{-2}$ g/cm ³ (1,62%)	
% de Óleo	(a)	0,146045 % (2,63%)	0,16877 % (2,77%)	
	(b)	0,25483 % (4,59%)	0,32572 % (5,34%)	
% de proteína	(a)	0,5602 % (5,65%)	0,63295 % (6,44%)	
	(b)	0,9025 % (9,10%)	1,06765 % (10,87%)	
% de triptofano	(a)	$0,69075 \times 10^{-2}$ % (6,59%)	$0,4816 \times 10^{-2}$ % (4,56%)	
	(b)	$1,16608 \times 10^{-2}$ % (11,13%)	$0,7890 \times 10^{-2}$ % (7,46%)	
% trip./proteína	(a)	0,09513 % (8,91%)	0,08464 % (7,87%)	
	(b)	0,16192 % (15,16%)	0,13767 % (12,79%)	

(a) seleção massal, intensidade de seleção de 10% em um sexo.

(b) seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, intensidade de seleção de 20% e 10% respectivamente.

TABELA 18. Estimativas de covariância ao nível de médias de parcelas, entre os caracteres: peso de espigas ($\text{kg}/5 \text{ m}^2$), altura de planta (cm) e altura de espiga (cm), obtidas de 100 progênies de meios irmãos. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Peso de espigas x Altura de planta	Peso de espigas x Altura de espiga	Altura de planta x Altura de espiga
$\hat{\text{Cov}}_p$	1,825380	1,673061	79,6065
$\hat{\text{Cov}}_e$	2,408960	1,561140	106,8780
$\hat{\text{Cov}}_{\bar{F}}$	3,029865	2,453630	133,0455
$\hat{\text{Cov}}_A$	7,301520	6,692244	318,4260

$\hat{\text{Cov}}_p$ = covariância genética entre progênies;

$\hat{\text{Cov}}_e$ = covariância do erro ambiental entre parcelas;

$\hat{\text{Cov}}_{\bar{F}}$ = covariância fenotípica entre médias de progênies;

$\hat{\text{Cov}}_A$ = covariância genética aditiva entre plantas.

TABELA 19. Estimativas de covariâncias obtidas ao nível de médias de progênie, entre o caráter peso de espigas ($\text{kg}/5 \text{ m}^2$), e os caracteres peso de 100 grãos, densidade, percentagem de óleo, percentagem de proteína, percentagem de triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Peso de 100 grãos	Densidade	% de óleo	% de proteína	% de triptofano	% trip./proteína
Subpopulação A						
Côv _p	-0,1992530	$2,7102 \times 10^{-3}$	$1,70949 \times 10^{-2}$	-0,0194031	$-12,99518 \times 10^{-5}$	$1,28655 \times 10^{-3}$
Côv _e	0,1541785	$-1,2761 \times 10^{-3}$	$-4,80348 \times 10^{-2}$	-0,0196702	$24,37125 \times 10^{-5}$	$3,20730 \times 10^{-3}$
Côv _F	-0,1221638	$2,0722 \times 10^{-3}$	$-0,69225 \times 10^{-2}$	-0,0292382	$-0,80955 \times 10^{-5}$	$2,89020 \times 10^{-3}$
Côv _A	-0,7970120	$10,8408 \times 10^{-3}$	$6,83797 \times 10^{-2}$	-0,0776125	$-51,98070 \times 10^{-5}$	$5,14620 \times 10^{-3}$
Subpopulação B						
Côv _p	-0,1421268	$1,5093 \times 10^{-3}$	$1,45963 \times 10^{-2}$	-0,0135434	$-6,41348 \times 10^{-5}$	$1,31395 \times 10^{-3}$
Côv _e	0,0729995	$-0,1718 \times 10^{-3}$	$-4,08444 \times 10^{-2}$	-0,0219067	$11,64525 \times 10^{-5}$	$2,41835 \times 10^{-3}$
Côv _F	-0,1056270	$1,4235 \times 10^{-3}$	$-0,58259 \times 10^{-2}$	-0,0244967	$-0,59085 \times 10^{-5}$	$2,52313 \times 10^{-3}$
Côv _A	-0,5685070	$6,0373 \times 10^{-3}$	$5,83850 \times 10^{-2}$	-0,0541735	$-25,65390 \times 10^{-5}$	$5,25580 \times 10^{-3}$

Côv_p = covariância genética entre progênie;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_F = covariância fenotípica entre médias de progênie;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas.

TABELA 2C. Estimativas de covariância obtidas ao nível de plantas, entre a característica peso de 100 grãos e os caracteres: densidade de grãos, porcentagem de óleo e porcentagem de proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A			Subpopulação B		
	Peso de 100 grãos x Densidade	Peso de 100 grãos x % de óleo	Peso de 100 grãos x % de proteína	Peso de 100 grãos x Densidade	Peso de 100 grãos x % de óleo	Peso de 100 grãos x % de proteína
Côv _p	0,652973x10 ⁻²	-0,479681	0,1169130	0,355805x10 ⁻²	-0,448788	0,1457157
Côv _e	-0,979390x10 ⁻²	0,096784	-0,3461904	-0,594705x10 ⁻²	0,174903	-0,4112153
Côv _d	2,211750x10 ⁻²	0,416300	0,2358350	1,493000x10 ⁻²	0,160725	0,2524110
Côv _A	2,611890x10 ⁻²	-1,918727	0,4676520	1,423220x10 ⁻²	-1,795152	0,5828628
Côv _F	1,885333x10 ⁻²	0,033402	0,0065580	1,254100x10 ⁻²	-0,113160	-0,0130886
Côv _F	0,384453x10 ⁻²	-0,389660	-0,0325987	0,023308x10 ⁻²	-0,159520	-0,1086689

Côv_p = covariância genética entre progênies;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_d = covariância fenotípica dentro de progênies;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre médias de progênies.

TABELA 21. Estimativas de covariâncias obtidas ao nível de plantas, entre as características peso de 100 grãos com porcentagem de triptofano e triptofano na proteína, e densidade com porcentagem de óleo, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A			Subpopulação B		
	Peso de 100 grãos \times % de triptofano	Peso de 100 grãos \times % trip./proteína	Densidade \times % de óleo	Peso de 100 grãos \times % de triptofano	Peso de 100 grãos \times % trip./proteína	Densidade \times % de óleo
Côv _p	-1,13577x10 ⁻³	-2,54570x10 ⁻²	-5,14398x10 ⁻³	-1,23066x10 ⁻³	-3,41342x10 ⁻²	-2,78263x10 ⁻³
Côv _e	0,56962x10 ⁻³	5,34849x10 ⁻²	6,29480x10 ⁻³	0,85215x10 ⁻³	7,10155x10 ⁻²	3,16595x10 ⁻³
Côv _d	3,97350x10 ⁻³	-0,25975x10 ⁻²	1,29250x10 ⁻³	3,91300x10 ⁻³	-0,01665x10 ⁻²	3,45950x10 ⁻³
Côv _A	-4,54306x10 ⁻³	-10,18276x10 ⁻²	-20,57590x10 ⁻³	-4,92264x10 ⁻³	-13,65369x10 ⁻²	-11,13050x10 ⁻³
Côv _F	3,40735x10 ⁻³	2,54305x10 ⁻²	2,44333x10 ⁻³	3,53449x10 ⁻³	3,67147x10 ⁻²	3,84283x10 ⁻³
Côv _F	-0,45361x10 ⁻³	0,10258x10 ⁻²	-1,86733x10 ⁻³	0,15573x10 ⁻³	1,84653x10 ⁻²	0,90635x10 ⁻³

Côv_p = covariância genética entre progênies;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_d = covariância fenotípica dentro de progênies;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre médias de progênies.

TABELA 22. Estimativas de covariâncias obtidas ao nível de plantas, entre o caráter densidade e os caracteres: porcentagem de proteína, porcentagem de triptofano e porcentagem de triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A			Subpopulação B		
	Densidade \times % proteína	Densidade \times % triptofano	Densidade \times % trip./proteína	Densidade \times % proteína	Densidade \times % triptofano	Densidade \times % trip./proteína
Côv _p	$-0,61635 \times 10^{-2}$	$-0,92648 \times 10^{-4}$	$1,93703 \times 10^{-4}$	$-0,61856 \times 10^{-2}$	$-0,32323 \times 10^{-4}$	$1,45358 \times 10^{-4}$
Côv _e	$0,68271 \times 10^{-2}$	$0,76020 \times 10^{-4}$	$-3,76460 \times 10^{-4}$	$0,20463 \times 10^{-2}$	$0,15490 \times 10^{-4}$	$-3,37795 \times 10^{-4}$
Côv _d	$-1,64800 \times 10^{-2}$	$-0,38750 \times 10^{-4}$	$-4,65750 \times 10^{-4}$	$0,21365 \times 10^{-2}$	$-0,46350 \times 10^{-4}$	$-1,24000 \times 10^{-4}$
Côv _A	$-2,46538 \times 10^{-2}$	$-3,70590 \times 10^{-4}$	$7,74810 \times 10^{-4}$	$-2,47421 \times 10^{-2}$	$-1,29292 \times 10^{-4}$	$5,81430 \times 10^{-4}$
Côv _F	$-1,58164 \times 10^{-2}$	$-0,55376 \times 10^{-4}$	$-6,48508 \times 10^{-4}$	$-0,20027 \times 10^{-2}$	$-0,63183 \times 10^{-4}$	$-3,16436 \times 10^{-4}$
Côv _F	$-0,43979 \times 10^{-2}$	$-0,58153 \times 10^{-4}$	$-0,41103 \times 10^{-4}$	$-0,15296 \times 10^{-2}$	$-0,29213 \times 10^{-4}$	$-1,24103 \times 10^{-4}$

Côv_p = covariância genética entre progênieis;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_d = covariância fenotípica dentro de progênieis;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre médias de progênieis.

TABELA 23. Estimativas de covariâncias obtidas ao nível de plantas, entre o caráter porcentagem de óleo e as caracteres: porcentagem de proteína, porcentagem de triptofano e porcentagem de triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A			Subpopulação B		
	% de óleo x proteína	% de óleo x triptofano	% de óleo x trip./proteína	% de óleo x proteína	% de óleo x triptofano	% de óleo x trip./proteína
Côv _p	0,0729333	0,83988x10 ⁻³	-2,95115x10 ⁻³	0,0614405	0,96548x10 ⁻³	-2,76913x10 ⁻³
Côv _e	0,0072820	-0,70960x10 ⁻³	-1,74650x10 ⁻³	-0,0337475	-1,28520x10 ⁻³	-2,15310x10 ⁻³
Côv _d	0,0374125	1,85200x10 ⁻³	11,89400x10 ⁻³	0,0196625	1,82400x10 ⁻³	13,23700x10 ⁻³
Côv _A	0,2917330	3,35950x10 ⁻³	-11,80460x10 ⁻³	0,3257620	3,86190x10 ⁻³	-11,07650x10 ⁻³
Côv _F	0,1176278	1,98228x10 ⁻³	7,19635x10 ⁻³	0,0673555	1,50428x10 ⁻³	8,31478x10 ⁻³
Côv _F	0,0803155	0,67028x10 ⁻³	-2,63500x10 ⁻³	0,0127135	0,03150x10 ⁻³	-0,86850x10 ⁻³

Côv_p = covariância genética entre progênieis;

Côv_e = covariância do erro ambiental entre parcelas;

Côv_d = covariância fenotípica dentro de progênieis;

Côv_A = covariância genética aditiva entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre plantas;

Côv_F = covariância fenotípica entre médias de progênieis.

TABELA 24. Estimativas de covariâncias obtidas ao nível de plantas, entre os caracteres: porcentagem de proteína, porcentagem de triptofano e porcentagem de triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Subpopulação A		Subpopulação B	
	$\frac{\% \text{ proteína}}{x}$	$\frac{\% \text{ triptofano}}{x}$	$\frac{\% \text{ proteína}}{x}$	$\frac{\% \text{ triptofano}}{x}$
$C\hat{O}v_p$	$-0,06740 \times 10^{-3}$	$-1,09288 \times 10^{-2}$	$-0,07162 \times 10^{-3}$	$-0,92983 \times 10^{-2}$
$C\hat{O}v_e$	$1,35205 \times 10^{-3}$	$-0,84011 \times 10^{-2}$	$1,34610 \times 10^{-3}$	$-0,94750 \times 10^{-2}$
$C\hat{O}v_d$	$-0,44000 \times 10^{-3}$	$-2,86245 \times 10^{-2}$	$-0,87400 \times 10^{-3}$	$-3,18425 \times 10^{-2}$
$C\hat{O}v_A$	$-0,26960 \times 10^{-3}$	$-4,37150 \times 10^{-2}$	$-0,28650 \times 10^{-3}$	$-3,71930 \times 10^{-2}$
$C\hat{O}v_F$	$0,84465 \times 10^{-3}$	$-4,79544 \times 10^{-2}$	$0,40048 \times 10^{-3}$	$-5,06158 \times 10^{-2}$
$C\hat{O}v_F'$	$0,56463 \times 10^{-3}$	$-1,79918 \times 10^{-2}$	$0,41905 \times 10^{-3}$	$-0,84648 \times 10^{-2}$

$C\hat{O}v_p$ = covariância genética entre progênies;

$C\hat{O}v_e$ = covariância do erro ambiental entre parcelas;

$C\hat{O}v_d$ = covariância fenotípica dentro de progênies;

$C\hat{O}v_A$ = covariância genética aditiva entre plantas;

$C\hat{O}v_F$ = covariância fenotípica entre plantas;

$C\hat{O}v_F'$ = covariância fenotípica entre médias de progênies.

TABELA 25. Estimativas dos coeficientes de correlação, entre os caracteres peso de espigas, altura de planta e altura de espiga, obtidas de 100 progênes de meios irmãos. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Peso de espigas x Altura de planta	Peso de espigas x Altura de espiga	Altura de planta x Altura de espiga
\hat{r}_A	0,541	0,622	0,959
\hat{r}_F	0,409	0,216	0,985

\hat{r}_A = coeficiente de correlação genética aditiva entre plantas.

\hat{r}_F = coeficiente de correlação fenotípica ao nível de parcelas.

TABELA 26. Estimativas das respostas correlacionadas em valor absoluto e porcentagem, considerando-se a seleção entre progênies de meios irmãos (10%) com sementes remanescentes, com os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), avaliados em 100 progênies.
Piracicaba, 1979/80

$RC_{y/x}$	Valor absoluto	%
$RC_{PE/AP}$	0,24305 kg	5,57
$RC_{AP/PE}$	5,34274 cm	3,25
$RC_{PE/AE}$	0,28492 kg	6,52
$RC_{AE/PE}$	4,50770 cm	5,38
$RC_{AP/AE}$	10,25529 cm	6,24
$RC_{AE/AP}$	8,48589 cm	10,13

$RC_{y/x}$ = Progresso esperado no caráter y quando a seleção é praticada em x.

TABELA 27. Estimativas dos coeficientes de correlação, entre o caráter peso de espigas e os caracteres: peso de 100 grãos, densidade, porcentagens de proteína, óleo, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

		Subpopulação A	Subpopulação B
Peso de 100 grãos	\hat{r}_A	-0,325	-0,287
	\hat{r}_F	-0,097	-0,094
Densidade	\hat{r}_A	0,393	0,320
	\hat{r}_F	0,099	0,094
% de óleo	\hat{r}_A	0,198	0,152
	\hat{r}_F	-0,017	-0,012
% de proteína	\hat{r}_A	-0,141	-0,098
	\hat{r}_F	-0,109	-0,091
% de triptofano	\hat{r}_A	-0,086	-0,047
	\hat{r}_F	-0,003	-0,002
% de triptofano/ proteína	\hat{r}_A	0,061	0,062
	\hat{r}_F	0,071	0,061

\hat{r}_A = coeficiente de correlação genética aditiva entre plantas.

\hat{r}_F = coeficiente de correlação fenotípica ao nível de parcelas.

TABELA 28'. Estimativas das respostas correlacionadas esperadas em valor absoluto e em porcentagem, considerando-se a intensidade de 10% de seleção entre progênies de meios irmãos, entre o caráter peso de espigas (PE) e os caracteres peso de 100 grãos (PG), densidade (D), porcentagem de óleo (O), porcentagem de proteína (P), porcentagem de triptofano (T) e porcentagem de triptofano na proteína (TP), para as duas subpopulações. Piracicaba, 1979/80.

RC _{Y/x}	Subpopulação A		Subpopulação B	
	Valor absoluto	%	Valor absoluto	%
RC _{PE/PG}	-0,15122 kg	-3,46	-0,11177 kg	-2,55
RC _{PG/PE}	-0,63948 g	-2,18	-0,46232 g	-1,57
RC _{PE/D}	0,12946 kg	2,96	0,10046 kg	2,29
RC _{D/PE}	8,705 x 10 ⁻³ g/cm ³	0,77	4,915 x 10 ⁻³ g/cm ³	0,43
RC _{PE/O}	0,04411 kg	1,01	0,03651 kg	0,83
RC _{O/PE}	0,05491 %	0,99	0,04767 %	0,78
RC _{PE/P}	-0,07593 kg	-1,73	-0,06180 kg	-1,41
RC _{P/PE}	-0,06205 %	-0,63	-0,04391 %	-0,45
RC _{PE/T}	-0,05169 kg	-1,18	-0,02280 kg	-0,52
RC _{T/PE}	-4,1807 x 10 ⁻⁴ %	-0,40	-2,0827 x 10 ⁻⁴ %	-0,20
RC _{PE/TP}	0,03622 kg	0,83	0,03414 kg	0,78
RC _{TP/PE}	4,1337 x 10 ⁻³ %	0,39	4,2732 x 10 ⁻³ %	0,40

RC_{Y/x} = Progresso esperado no caráter y quando a seleção é praticada em x.

TABELA 29. Estimativas dos coeficientes de correlação obtidas ao nível de plantas, entre os caracteres: peso de 100 grãos, densidade, porcentagem de óleo, proteína, triptofano e triptofano na proteína, para as duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

	Peso de 100 grãos	Densidade	% de óleo	% de proteína	% de triptofano	% de triptofa no/proteína
	SUBPOPULAÇÃO A					
Peso de 100 grãos	r_A -	0,293	-1,193	0,183	-0,161	-0,256
	r_F -	0,055	0,005	0,002	0,083	0,044
Densidade	r_A 0,209	-	-1,136	-0,856	-1,168	0,175
	r_F 0,053	-	0,024	-0,240	-0,086	-0,071
% de óleo	r_A -1,292	-0,640	-	0,511	0,645	-0,213
	r_F -0,016	0,052	-	0,097	0,164	0,042
% de Proteína	r_A 0,293	-1,306	0,843	-	-0,036	-0,497
	r_F -0,004	-0,050	0,063	-	0,107	-0,430
% de tripto- fano	r_A -0,250	-0,690	1,010	-0,052	-	0,629
	r_F 0,081	-0,121	0,109	0,053	-	0,697
% de tripto- fano/proteína	r_A -0,449	0,201	-0,164	-0,377	0,990	-
	r_F 0,002	-0,045	0,044	-0,492	0,559	-
	SUBPOPULAÇÃO B					

r_A = coeficiente de correlação genética aditiva entre plantas;

r_F = coeficiente de correlação fenotípica ao nível de plantas.

TABELA 30. Estimativas das respostas correlacionadas em valor absoluto e porcentagem, considerando-se a seleção entre (20%) e dentro (10%) de progênies de meios irmãos, para caracteres como: peso de 100 grãos (PG), densidade (D), % de óleo (O), % de proteína (P), de triptofano (T) e triptofano na proteína (TP) nas duas sub-populações. Piracicaba - SP, 1979/80.

RC _{y/x}	Sub-população A		Sub-população B	
	Valor absoluto	%	Valor absoluto	%
RC _{PG/D}	0,620032 g	2,12	0,468658 g	1,59
RC _{D/PG}	1,00076 x 10 ⁻² g/cm ³	0,89	5,813068 x 10 ⁻³ g/cm ³	0,51
RC _{PG/O}	-2,099825 g	-7,17	-1,622146 g	-5,51
RC _{O/PG}	-0,617264 %	-11,11	-0,567726 %	-9,31
RC _{PG/P}	0,893739 g	3,05	1,225793 g	4,17
RC _{P/PG}	0,179245 %	1,81	0,237669 %	2,42
RC _{PG/T}	-0,830248 g	-2,83	-0,858598 g	-2,92
RC _{T/PG}	-1,741874 x 10 ⁻³ %	-1,66	-2,005522 x 10 ⁻³ %	-1,90
RC _{PG/TP}	-1,353440 g	-4,62	-1,710233 g	-5,81
RC _{TP/PG}	-3,906149 x 10 ⁻² %	-3,66	-5,576589 x 10 ⁻² %	-5,18
RC _{D/O}	-2,285249 x 10 ⁻² g/cm ³	-2,01	-1,299136 x 10 ⁻² g/cm ³	-1,15
RC _{O/D}	-0,430537 %	-7,75	-0,366688 %	-6,01
RC _{D/P}	-4,706250 x 10 ⁻² g/cm ³	-4,15	-3,988734 x 10 ⁻² g/cm ³	-3,52
RC _{P/D}	-0,584786 %	-5,89	-0,623711 %	-6,35
RC _{D/T}	-5,805279 x 10 ⁻² g/cm ³	-5,11	-2,259355 x 10 ⁻² g/cm ³	-1,99
RC _{T/D}	-7,546004 x 10 ⁻³	-7,20	-6,857370 x 10 ⁻³ %	-6,49
RC _{D/TP}	1,029482 x 10 ⁻² g/cm ³	0,91	7,299456 x 10 ⁻³ g/cm ³	0,64
RC _{TP/D}	1,840829 x 10 ⁻² %	1,72	1,919541 x 10 ⁻² %	1,78
RC _{O/P}	0,599039 %	10,79	0,686570 %	11,26
RC _{P/O}	0,368229 %	3,71	0,380357 %	3,87
RC _{O/T}	0,614211 %	11,06	0,668587 %	10,96
RC _{T/O}	4,237873 x 10 ⁻³	4,04	4,462174 x 10 ⁻³	4,22
RC _{O/TP}	-0,156891 %	-2,82	-0,136438 %	-2,24
RC _{TP/O}	-1,489119 x 10 ⁻² %	-1,39	-1,271157 x 10 ⁻² %	-1,18
RC _{P/T}	-4,152308 x 10 ⁻² %	-0,42	-4,967375 x 10 ⁻² %	-0,51
RC _{T/P}	-4,343716 x 10 ⁻⁴ %	-0,41	-5,984246 x 10 ⁻⁴ %	-0,57
RC _{P/TP}	-0,580899 %	-5,85	-0,399415 %	-4,07
RC _{TP/P}	-8,359374 x 10 ⁻² %	-7,83	-6,717107 x 10 ⁻² %	-6,24
RC _{T/TP}	1,070269 x 10 ⁻² %	10,21	1,037291 x 10 ⁻² %	9,81
RC _{TP/T}	0,147229 %	13,79	0,144803 %	13,45

RC_{y/x} = Progresso esperado no caráter y quando a seleção é praticada em x.

TABELA 31. Estimativas das respostas correlacionadas em valor absoluto e porcentagem, considerando-se a seleção massal (10%) em um sexo, para os caracteres: peso de 100 grãos (PG), densidade (D), % de óleo (O), % de proteína (P), % de triptofano (T) e triptofano na proteína (TP) nas duas subpopulações. Piracicaba, SP, 1979/80.

RC _{x/y}	Subpopulação A		Subpopulação B	
	valor absoluto	%	valor absoluto	%
RC _{PG/D}	0,31091 g	-1,05	0,23782 g	0,01
RC _{D/PG}	4,943x10 ⁻³ g/cm ³	0,43	2,805x10 ⁻³ g/cm ³	0,25
RC _{PG/O}	-1,23356 g	-4,21	-1,11711 g	-3,50
RC _{O/PG}	-0,36316 %	-6,53	-0,35165 %	-5,77
RC _{PG/P}	0,45793 g	1,56	0,66640 g	2,26
RC _{P/PG}	0,08850 %	0,89	0,11419 %	1,16
RC _{PG/T}	-0,44954 g	-1,54	-0,43783 g	-1,49
RC _{T/PG}	-0,8597x10 ⁻³ %	-0,82	-0,9669x10 ⁻³ %	-0,91
RC _{PG/TP}	-0,71404 g	-2,44	-0,89025 g	-3,01
RC _{TP/PG}	-1,9265x10 ⁻²	-1,80	-2,6801x10 ⁻²	-1,49
RC _{D/O}	-1,323x10 ⁻² g/cm ³	-1,70	-0,693x10 ⁻² g/cm ³	-0,61
RC _{O/D}	-0,24494 %	-4,41	-0,16484 %	-3,03
RC _{D/P}	-2,413x10 ⁻² g/cm ³	-2,13	-2,829x10 ⁻² g/cm ³	-2,49
RC _{P/D}	-0,29338 %	-2,96	-0,41090 %	-4,18
RC _{D/T}	-3,667x10 ⁻² g/cm ³	-3,23	-1,150x10 ⁻² g/cm ³	-1,01
RC _{T/D}	-4,4109x10 ⁻³ %	-4,21	-2,1474x10 ⁻³ %	-2,03
RC _{D/TP}	0,543x10 ⁻² g/cm ³	0,48	0,372x10 ⁻² g/cm ³	0,33
RC _{TP/D}	0,9222x10 ⁻² %	0,86	0,9656x10 ⁻² %	0,90
RC _{D/P}	0,28563 %	5,14	0,37250 %	6,11
RC _{P/O}	0,18750 %	1,89	0,20276 %	2,06
RC _{D/T}	0,33248 %	5,99	0,34347 %	5,63
RC _{T/O}	2,1598x10 ⁻³	2,06	2,4035x10 ⁻³ %	2,27
RC _{O/TP}	-0,08277 %	-1,49	-0,07239 %	-1,19
RC _{TP/O}	-7,585x10 ⁻²	-0,71	-6,908x10 ⁻³	-0,64
RC _{P/T}	-2,6678x10 ⁻²	-0,27	-2,5483x10 ⁻²	-0,26
RC _{T/P}	-2,6399x10 ⁻⁴	-0,25	-3,2755x10 ⁻⁴	-0,31
RC _{P/TP}	-0,30666 %	-3,09	-0,24255 %	-2,47
RC _{TP/P}	-4,2511x10 ⁻²	-4,01	-4,2519x10 ⁻² %	-3,95
RC _{T/TP}	0,5646x10 ⁻² %	5,36	0,5300x10 ⁻² %	5,11
RC _{TP/T}	7,966x10 ⁻² %	7,46	7,362x10 ⁻² %	6,84

RC_{x/y} = Progresso esperado no caráter y quando a seleção é praticada em x.

FIGURAS

SUBPOPULAÇÃO A ———
N = 349
 \bar{X} = 0.5054
IC_{5%} = 0.4978 a 0.5130

SUBPOPULAÇÃO B - - - - -
N = 349
 \bar{X} = 0.5172
IC_{5%} = 0.5110 a 0.5233

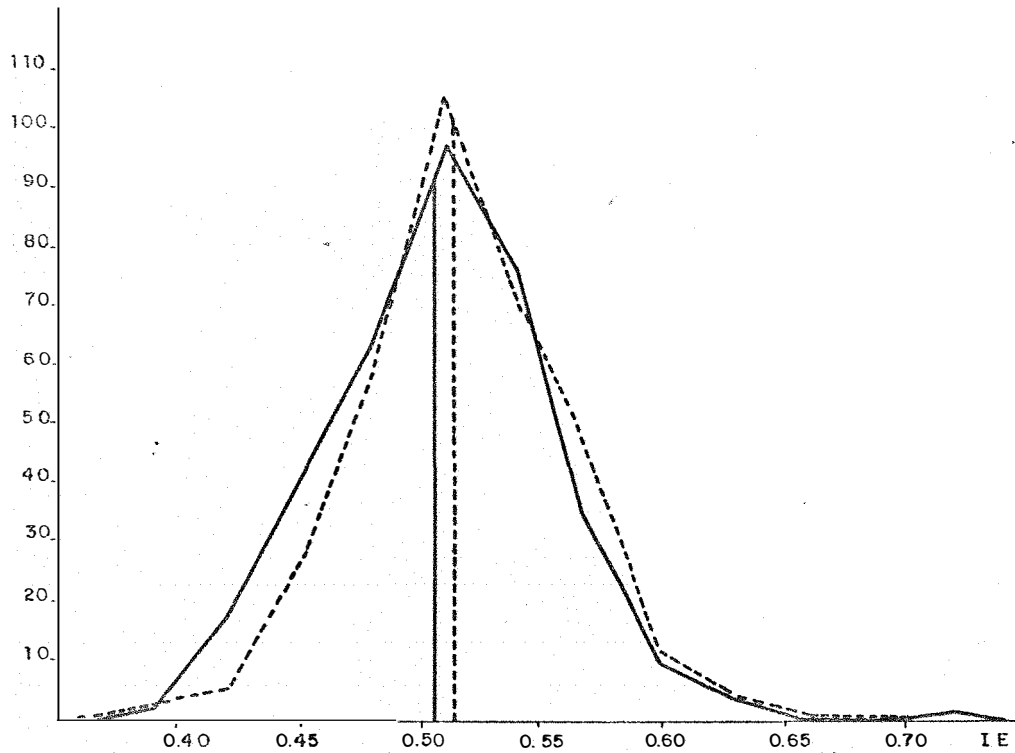


Fig.1 Polígono de frequências para o caráter índice de altura de espigas para as subpopulações A e B da variedade dentado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979 / 1980

SUBPOPULAÇÃO A	——	SUBPOPULAÇÃO B	-----
N	= 349	N	= 349
\bar{X}	= 29.29 g	\bar{X}	= 29.43 g
IC _{5%}	= 28.94 a 29.26 g	IC _{5%}	= 29.12 a 29.74 g

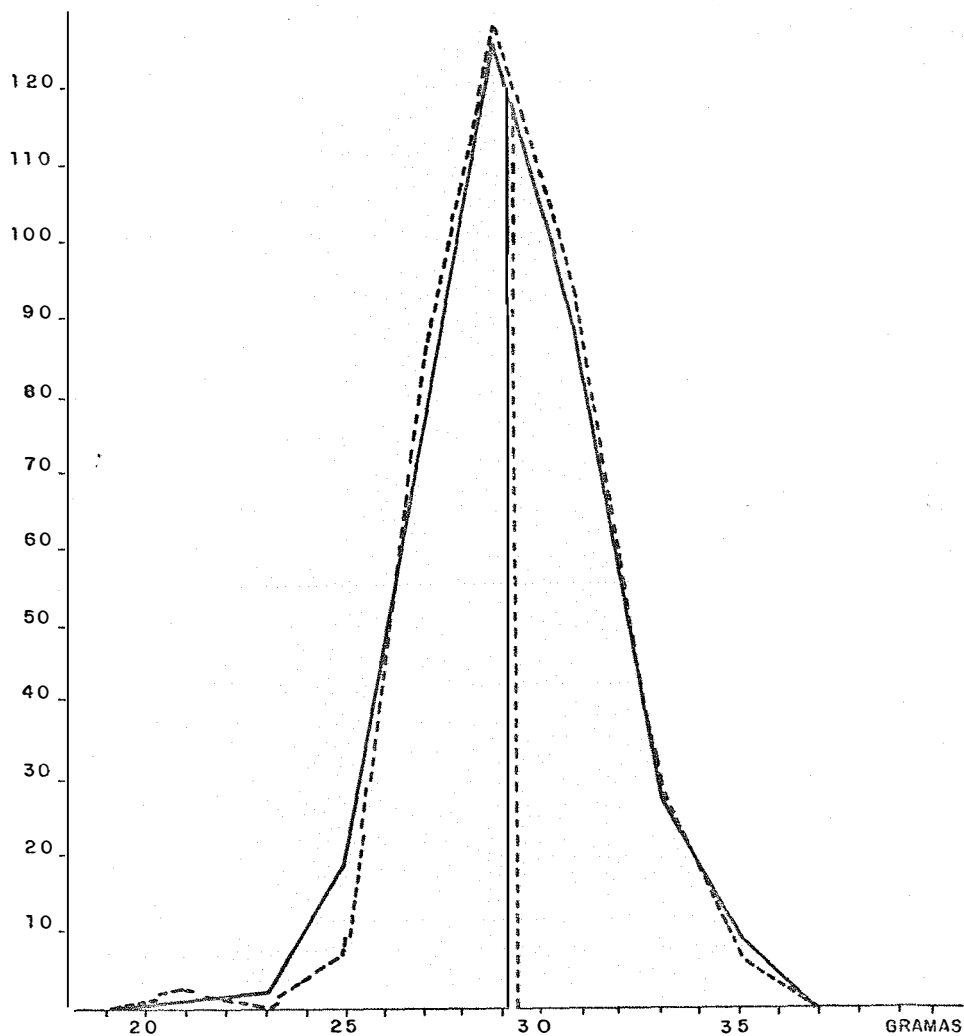


Fig.2 Polígono de frequências para o caráter peso de 100 grãos (gramas), para as subpopulações A e B da variedade dentado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979/1980

SUBPOPULAÇÃO B -----

N = 349

\bar{X} = 1.134 g/cm³

IC_{5%} = 1.129 a 1.139 g/cm³

SUBPOPULAÇÃO A -----

N = 349

\bar{X} = 1.135 g/cm³

IC_{5%} = 1.127 a 1.142 g/cm³

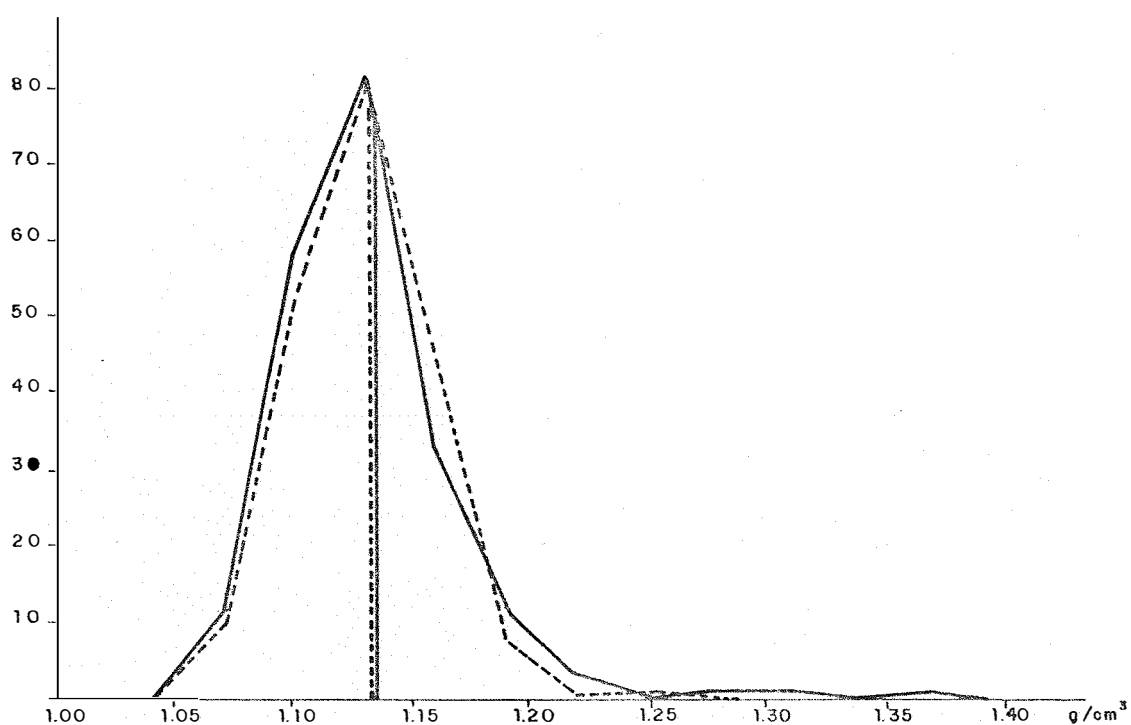


Fig. 3 Polígono de frequências para o caráter densidade de grãos (g/cm³), para as subpopulações A e B da variedade dentado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979/1980

SUBPOPULAÇÃO A ———

N = 349

\bar{X} = 5.554 %

IC_{1%} = 5.365 a 5.742 %

SUBPOPULAÇÃO B - - - - -

N = 349

\bar{X} = 6.100 %

IC_{1%} = 5.875 a 6.324

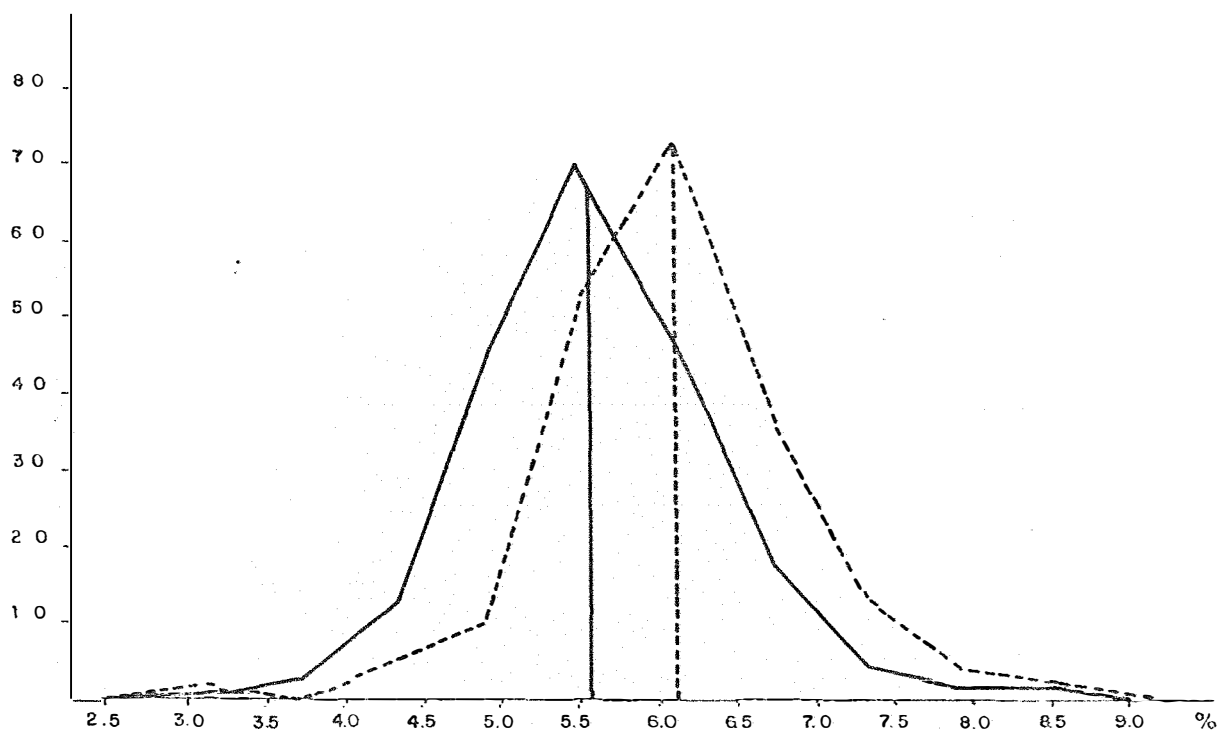


Fig. 4 Polígono de frequências para o caráter porcentagem de óleo nos grãos, para as subpopulações A e B da variedade dentado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979 / 1980

SUBPOPULAÇÃO B -----

N = 154

\bar{X} = 9.826 %

IC_{5%} = 9.712 a 9.940 %

SUBPOPULAÇÃO A -----

N = 147

\bar{X} = 9.923 %

IC_{5%} = 9.813 a 10.033 %

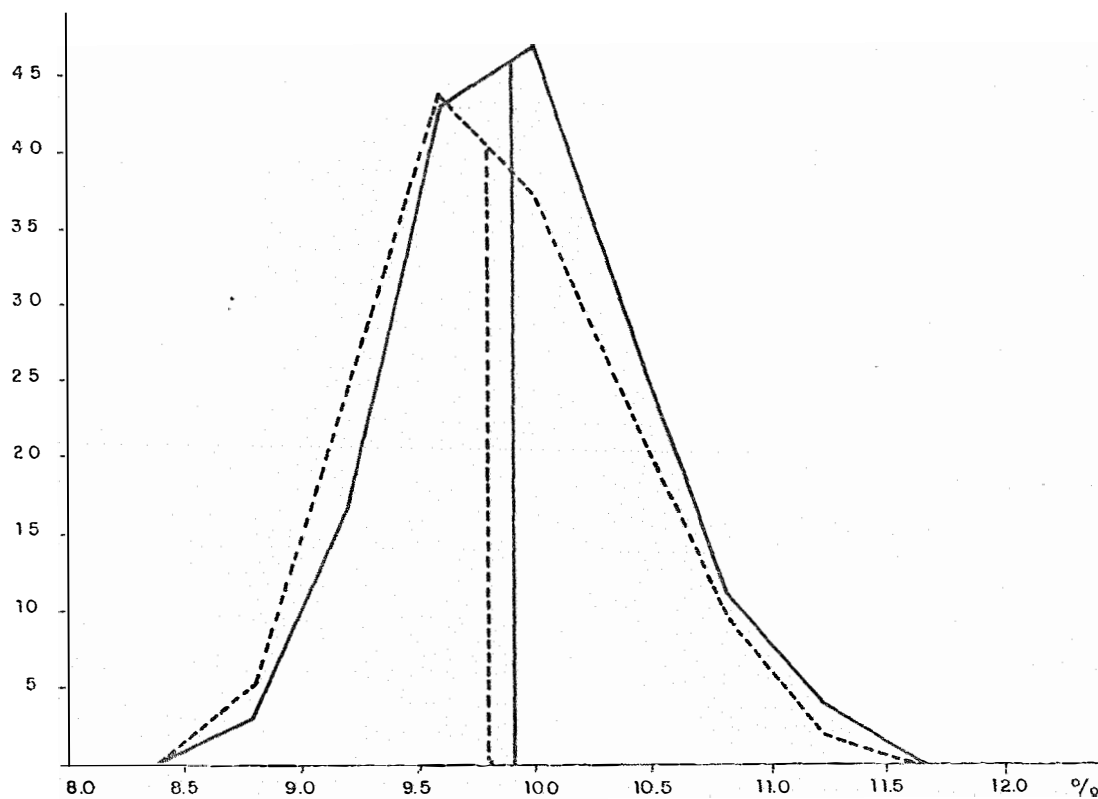


Fig. 5 Polígono de frequências para o caráter porcentagem de proteína, para as subpopulações A e B da variedade degado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979 / 1980

SUBPOPULAÇÃO A ———
N = 156
 \bar{X} = 1.068 %
IC_{5%} = 1.051 a 1.085 %

SUBPOPULAÇÃO B - - - - -
N = 155
 \bar{X} = 1.076 %
IC_{5%} = 1.059 a 1.093 %

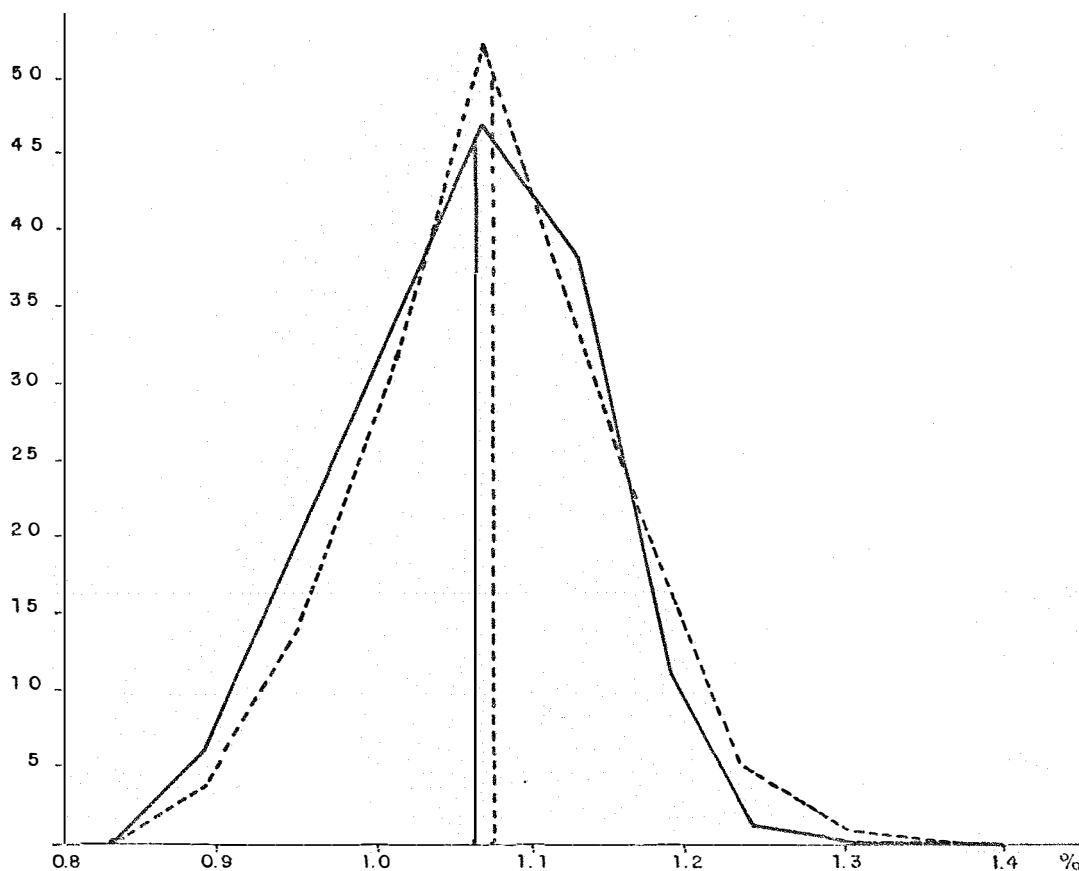


Fig. 6 Polígono de frequências para o caráter porcentagem de triptofano na proteína, para as subpopulações A e B da variedade dentado braquítico opaco. Piracicaba, S.P., 1979/1980