

PARÂMETROS GENÉTICOS, FENOTÍPICOS E COEFICIENTE DE
CAMINHAMENTO EM DUAS POPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.)

C342084

MARTA MARIA AMÂNCIO DO NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE

BCT/UFCE/GRADUATIVO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

T
632
N196p
1996
ex. 1

FORTALEZA - CEARÁ

1996

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

UFC/BU/BCT

23/05/1997



R665703
C342084
T632

Parametros geneticos,
fenotipicos e coef

N196p

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados, na Biblioteca Central da referida universidade.

A citação de qualquer trecho dessa dissertação é permitida, desde que seja de conformidade com a ética científica.

Marta Maria Amâncio do Nascimento

DISSERTAÇÃO APROVADA EM / /

FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE, Dr.

Orientador

RAIMUNDO DE PONTES NUNES, Ph.D.

Conselheiro

ROMILDO ALBUQUERQUE DOS SANTOS, Dr.

Conselheiro

Ao meu pai MANOEL

A minha mãe MARIA DO CARMO

A minha tia MARIA JOSÉ

Ao meu esposo JOSÉ FERREIRA

A minha filha TAYNARA

Dedico

“Tudo posso naquELE que me fortalece”.

Felipenses 4.13

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela infinita misericórdia, pelos momentos difíceis e agradáveis, pela saúde, pela paz e pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, pela oportunidade concedida para realização deste treinamento.

À coordenação do curso de Pós-graduação em Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, pelo apoio concedido durante a realização deste curso.

Ao professor Dr. Francisco Berilo Façanha Mamede, nosso especial agradecimento pelo incentivo e valiosa orientação durante todas as fases de execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Raimundo de Pontes Nunes, pelos esclarecimentos e orientação segura, principalmente na análise genético-estatístico.

Ao professor Dr. Romildo Albuquerque dos Santos pelas sugestões apresentadas na elaboração desta dissertação.

Aos professores do mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pelos seus ensinamentos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Dr. José Nildo Tabosa e Dr. José Jorge Tavares Filho, pelo apoio e incentivo, indispensáveis à realização deste trabalho.

A todos os colegas do curso e em particular a Edilza Felipe e Solange Nogueira pela acolhida, agradável convivência e pela amizade que construímos.

À minha mãe, Maria do Carmo, meu pai Manoel e minha tia Maria José, pelo estímulo e apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao meu esposo, José Ferreira, pela compreensão e carinho.

À minha filha, Taynara, motivo maior da realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
<u>LISTA DE TABELAS</u>	viii
<u>LISTA DE QUADROS</u>	xii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. TEORIA DA GENÉTICA QUANTITATIVA.....	3
2.2. ANÁLISE GENÉTICA DOS CARACTERES QUANTITATIVOS EM MILHO.....	8
2.3. ESTUDO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENÓTIPOS DE OUTRAS GRAMÍNEAS.....	21
2.3.1. TRIGO.....	21
2.3.2. SORGO.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. MATERIAL.....	27
3.2. MÉTODOS.....	28
3.2.1. ANÁLISE ESTATÍSTICO-GENÉTICO.....	31

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CARACTERES DA PLANTA E DA ESPIGA.....	40
4.2 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS.....	43
4.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO SIMPLES.....	50
4.4. PROGRESSOS ESPERADOS NA SELEÇÃO.....	55
4.5. ANÁLISE DE REGRESSÃO MULTILINEAR.....	58
5. CONCLUSÕES.....	69
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	71

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1

Análise de variância em blocos ao acaso e esperança matemática dos quadrados médios E (Q_m), ao nível de plantas, referente aos seguintes caracteres: altura de planta (m), altura de espiga (m), comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (cm) peso de espiga despalhada (g), número de grãos por espiga (unid), peso de grãos por espiga (g) e peso médio de 100 sementes (g) de 20 progênies de meios-irmãos das populações EPACE-M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza, CE, 1995.....

41

TABELA 2

Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas ao nível de planta, para peso de espigas despalhadas (PE) em (g/pl), sendo: variância genética entre populações (δP^2), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δg^2), variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos dentro de populações (δi^2), variância ambiental (δe^2), variância genética aditiva (δA^2), variância fenotípica ao nível de planta (δF^2); e o coeficiente de variação genético (Cvg) em % nas populações EPACE M-21 e CMS-451, analisados conjuntamente, de milho (*Zea mays* L.). Fortaleza, CE, 1995.....

44

TABELA 3

Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas ao nível de planta, para os caracteres: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), sendo: variância genética entre populações (δP^2), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δg^2), variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos, dentro de populações (δi^2), variância ambiental (δe^2), variância genética aditiva (δA^2), variância fenotípica ao nível de planta

(δF^2); e o coeficiente de variação genético (Cvg) em (%) nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza, CE, 1995..... 46

TABELA 4

Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas ao nível de planta, para os caracteres: comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS), sendo: variância genética entre populações (δP^2), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δg^2), variância fenotípica entre indivíduos, dentro de genótipos, dentro de populações (δi^2), variância ambiental (δe^2), variância genética aditiva (δA^2), variância fenotípica ao nível de planta (δF^2); e o coeficiente de variação genético (Cvg) em (%) nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza, CE, 1995..... 48

TABELA 5

Coefficientes de correlação entre os caracteres: peso de espiga despalhada (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PE) e peso médio de 100 sementes (PMS), na população de milho CMS-451. Fortaleza CE, 1995..... 51

TABELA 6

Coefficientes de correlação entre os caracteres: peso de espiga despalhada (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PE) e peso médio de 100 sementes (PMS), na população de milho (*Zea mays* L.) EPACE M-21. Fortaleza, CE, 1995..... 53

TABELA 7

Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito obtidas à nível de plantas (h^2), em valor absoluto e em percentagem das estimativas, para os caracteres: peso de espiga despalhada (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento da espiga (CE) nas populações M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza, CE, 1995.....

54

TABELA 8

Ganhos genéticos esperados (GS), em valor absoluto e em percentagem da média, quando aplicadas a seleção entre (20%) progênieis de meios-irmãos (MI) e a seleção massal (SM) 5% em ambos os sexos nos caracteres: diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PE) e peso de 100 médio sementes (PMS) nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza, CE, 1995.....

56

TABELA 9

Ganhos genéticos esperados (GS), em valor absoluto e em percentagem da média, quando aplicadas a seleção entre (20%) progênieis de meios-irmãos (MI) e a seleção massal (SM) 5% em ambos os sexos nos caracteres: peso de espiga despalhada (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e comprimento de espiga (CE) nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho (*Zea mays* L.), analisadas conjuntamente. Fortaleza CE, 1995.....

57

TABELA 10

Efeitos diretos e indiretos dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG) e peso médio de 100 sementes (PMS), sobre o peso de espiga despalhada (PE), obtidos a partir do desdobramento dos valores das correlações fenotípicas entre aqueles caracteres e o

peso de espiga despalhada, quando consideradas apenas as plantas amostradas da população de milho EPACE M-21. Fortaleza CE, 1995.....	60
---	----

TABELA 11

Matriz de correlações (a) e análise da variância da regressão (b) da população do milho amarelo (EPACE M-21). Fortaleza CE, 1995.....	62
---	----

TABELA 12

Efeitos diretos e indiretos dos caracteres: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento da espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG) e peso médio de 100 sementes (PMS) sobre o peso de espiga despalhada (PE), obtidos a partir do desdobramento dos valores das correlações fenotípicas entre aqueles caracteres e o peso de espiga despalhada, quando consideradas apenas as plantas amostradas da população de milho CMS-451. Fortaleza CE, 1995.....	64
---	----

TABELA 13

Matriz de correlações (a) e análise da variância da regressão (b) da população do milho branco (CMS-451). Fortaleza CE, 1995.....	67
---	----

LISTA DE QUADROS

	Página
1- Dados agro-meteorológicos da Fazenda Experimental do Vale do Curu. Pentecoste -CE., período de agosto a dezembro de 1994.....	29
2- Análise de variância e esperança dos quadrados médios para oito caracteres em milho (<u>Zea mays</u> L.), a nível de plantas individuais.....	33

LISTA DE FIGURAS

Página

- 1- Representação diagramática do sistema de causas e efeitos onde altura de planta, altura de espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga e peso médio de 100 sementes são causas correlacionadas determinantes do peso de espiga despilhada, enquanto x representa uma variável de efeito residual não correlacionadas..... 38

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi estudar o potencial genético de duas populações de milho, estimando-se parâmetros genéticos e fenotípicos em caracteres de importância para o melhoramento da cultura. As populações EPACE-M-21 de grãos amarelos e CMS-451 de grãos brancos, foram semeados em agosto de 1994 em Pentecoste, no Estado do Ceará, em um delineamento látice simples 10 x 10, originaram 200 progênies, 100 para cada população em dois látices simples 10 X 10 com duas repetições. Posteriormente pelo método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, foram selecionadas 20% do material. Os dados de produção, representados pelo peso de espigas despalhadas (PE), ao nível de plantas individuais, em (g/pl), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), peso de grãos por espiga (PG), número de grãos por espiga (NG) e peso médio de 100 sementes (PMS) foram mensurados em 20 progênies de cada população, após serem selecionadas. Os coeficientes de variação experimental (CV.) de uma maneira geral, foram consideradas relativamente altos, devido a fatores ambientais que interferiram no que se refere a precisão do ensaio. Para a maioria dos caracteres as correlações apresentaram-se altamente significativas e positivas. Os coeficientes de variação genética (CVg) foram considerados bons, indicando variabilidade genética, com exceção para o caráter diâmetro de espiga. Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito à nível de plantas (h^2) nas duas populações se mostraram altos para altura de espiga, comprimento de espiga, seguido do peso de espiga despalhada. As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos foram obtidos a nível de plantas individuais para os caracteres estudados. Pode-se observar que a variância genética entre progênies de meios -irmãos (σ_g^2) e a variância genética aditiva (σ_a^2) foram superiores para os caracteres peso de espiga despalhada e número de grãos na espiga. Os ganhos genéticos esperados (G_s) em valor absoluto e em percentagem de média foram comparados para todos os caracteres, obtidos para as duas populações conjuntamente. Detectou-se que o esquema de seleção massal apresentou ganhos genéticos superiores em relação ao esquema de seleção de progênies de meios-irmãos. Através de análises de regressão múltipla foram obtidos os efeitos direto e indireto dos

caracteres sobre o peso de espiga despalhada, considerada variável dependente. Para as duas populações, pode-se verificar que o número de grãos na espiga apresentou os mais altos valores dos efeitos sobre o peso de espiga despalhada. Com relação aos efeitos indiretos, os valores mais altos foram encontrados nos caracteres comprimento de espiga (CMS-451) e número de grãos na espiga (EPACE M-21).

ABSTRACT

Two maize populations were evaluated in respect to their genetic potential for breeding improved lines for yield and yield components through selection. The two populations identified as EPACE-M-21 described as yellow-dented and CMS-451 as a white-dented grain, were experimentally grown at the Federal University of Ceará Experimental Farm, in Pentecoste, Ceará, Brazil. For each population 100 random selected progenies were sown under irrigation in August 1994 in a square 10 x10 lattice design. At harvesting, a random sample of 20 progenies was taken from each population experiment. Each of the 20 progenies was measured for: ear weight, diameter and length, height, ear insertion height from the ground, grain weight and number per ear and average weight per 100 seeds. Simple correlation coefficients among the great majority of the characters investigated were found to be highly significant. Genetic coefficients of variation were also high indicating enough genetic variability for a successful improvement through selection for most traits in both populations. Components of additive genetic variances were higher for ear weight and number of grains per ear. Estimates of strict sense heritability coefficients were higher for ear height, ear length and ear weight. Expected genetic advances expressed as percent of the mean per generation of mass selection were found to be higher than those expected for selection within half sib progenies. Path analysis applied to a causal system in which ear weight was the dependent variable showed that among all independent variables the number of grains per ear was the one that yielded the highest direct and indirect path coefficients with the dependent variable. Experimental precision as measured by the coefficients of variation were relatively low for all studied traits. This was taken as being due to environmental circumstances such as lack of uniformity of the irrigation process and other cultural practices

1 - INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem uma expressiva participação na economia brasileira, devido a sua ampla utilização na alimentação humana e animal.

O milho tem sido submetido à pressão seletiva pelo homem. Desde o início da agricultura nas Américas são bem conhecidos os efeitos dessa seleção sobre o aumento da produtividade e alterações da planta.

Um dos objetivos primordiais do melhoramento de milho é a obtenção de genótipos com alta capacidade produtiva de grãos, assim sendo, é de fundamental importância a obtenção de informações sobre o potencial genético das variedades em teste, para este caráter.

Sabe-se também, que a condição necessária para alcançar sucesso com o melhoramento, através da seleção é a presença da variabilidade genética existente na população. Para detecção desta variabilidade, COMSTOCK e ROBINSON (1952) sugeriram delineamentos genético-estatísticos para estimação dos componentes da variância genética em populações, e conseqüentemente conhecer as suas implicações no melhoramento.

Dentre os métodos de melhoramento intrapopulacional, um dos mais usados no Brasil envolve a utilização de progênies de meios-irmãos. A grande vantagem do método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos é a possibilidade de obtenção da variância genética aditiva, tendo em vista os valiosos subsídios que fornece ao melhorista, uma vez que permite verificar, quais as chances de êxito na seleção e quais as alterações que podem ocorrer na variabilidade genética, no decorrer dos sucessivos ciclos de seleção.

Nos programas de melhoramento genético é de grande importância o conhecimento das correlações entre os caracteres que concorrem para uma maior produção de grãos. O grau de associação entre caracteres é medido quantitativamente através de coeficientes de correlação, ou regressão sendo que a deste último a utilidade reside no fato de permitir antecipar o comportamento de um caráter em relação a outro, com o qual está correlacionado, quando este é submetido a determinada pressão de seleção.

Desta forma, foi realizada a avaliação de progênies de milho amarelo (EPACE M-21) e branco (CMS-451) com o objetivo de:

- a) Quantificar a variabilidade genética, para caracteres relacionados com a produção;
- b) Estimar parâmetros genéticos e fenotípicos;
- c) Estimar correlações entre os caracteres de importância agrônômica, com vista a identificação dos critérios de seleção mais eficiente, nas populações consideradas.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TEORIA DA GENÉTICA QUANTITATIVA

A importância da análise genética dos caracteres quantitativos, com o objetivo de prever sua resposta à seleção em programas de melhoramento, tem sido enfatizado em numerosos trabalhos.

Ao contrário da genética mendeliana, que utiliza símbolos para representar os efeitos de genes e alelos individuais (Aa, Bb, Cc, etc.), na análise dos caracteres quantitativos, outros valores são usados para a sua interpretação tais como médias, variâncias e covariâncias.

No princípio deste século, Johanssen (1903) fez a distinção entre fenótipo e genótipo, e Nilsson-Ehle (1908) e East (1916), citados por ALLARD (1971) demonstraram que os caracteres quantitativos são herdados, como os qualitativos, conforme as leis de Mendel, sendo a variação total o resultado da ação conjunta do genótipo e do ambiente.

Segundo WARNER (1952), o estudo dos caracteres quantitativos quanto à hereditariedade e quanto aos componentes ambientais de variação, tiveram início com os trabalhos clássicos de Johanssen, o qual demonstrou que tanto fatores hereditários como ambientais contribuíam na variação somática de populações segregantes, enquanto que a variação em linhas puras era inteiramente de natureza ambiental. Posteriormente East e Nilsson-Ehle confirmaram os trabalhos de Johanssen e demonstraram a compatibilização de seus resultados com a genética mendeliana.

COCKERHAM (1954) considerou o resultado da expressão genotípica de um certo caráter na forma de um modelo linear do tipo $F = m + g + a + (ge)$, onde o fenótipo F é a soma de uma média (m), um efeito genotípico (g) ambiental (a) e um efeito da interação do

genótipo com o ambiente (ge). Este modelo pode também ser representado pela quantidade de variação expressa por cada componente, em termos de variância, assim: $\delta^2 F = \delta^2 g + \delta^2 (ge)$. A determinação destes efeitos é de fundamental importância para a estimativa dos parâmetros genéticos úteis à análise dos caracteres quantitativos, como a herdabilidade, avanço genético e coeficiente de variabilidade genética.

Para ALLARD (1971), os caracteres quantitativos embora muito importante para o melhoramento seletivo das plantas, determinam, por sua própria natureza, dificuldades de análises e manejo da variabilidade a eles inerentes. Por isso, as investigações de natureza teórica na genética quantitativa levaram à pesquisa de parâmetros do complexo genótipo - ambiente dos quais dependem, em grande parte, os resultados do melhoramento. Assim, estimativas de parâmetros como médias, variâncias e covariâncias são básicas para a escolha de processos de melhoramento mais adequados a cada caso.

A existência de variabilidade que permita a prática da seleção e a presença de uma fração desta variabilidade que seja de natureza genética, são requisitos indispensáveis ao melhoramento genético. É sobre estes princípios que se estabelece o conceito de herdabilidade.

WARNER (1952), relata que as técnicas para estimação da herdabilidade reportadas na literatura, podem ser agrupadas em três principais categorias:

- a) Regressão progenitor x progênie;
- b) Componentes de variância, obtidos da análise de variância;
- c) Aproximação da variância ambiental com o uso de populações geneticamente uniformes, para estimar a variância genética total.

No mesmo trabalho o autor propõe um método para estimação da herdabilidade tomando como base a população F_2 e os retrocruzamentos para os pais endógamos.

A herdabilidade sempre foi definida sobre vários aspectos, de acordo com a profundidade do estudo e com a espécie a ser estudada. No sentido amplo, é definida como a relação existente entre a variância genética total ($\delta^2 g$) e a variância fenotípica ($\delta^2 F$), segundo LUSH (1949) citado por JOHNSON et al. (1955), HANSON et al. (1956) e SINGH &

MEHNDIRATTA (1969). LUSH (1937), citado por KEMPTHORNE (1957), definiu a herdabilidade em sentido restrito como sendo a relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica total, dentro de uma população segregante (isto é, a fração da variação total atribuída a efeitos genéticos aditivos). Fórmulas para calcular a herdabilidade para vários esquemas de melhoramento são apresentadas por PARRAGA (1963) e FALCONER (1981).

Para LIANG & WALTER (1968) o conhecimento relacionado à herança dos caracteres quantitativos permite maior efetividade na seleção destes caracteres. Entre os vários parâmetros envolvidos no estudo da herança genética, os autores citam a herdabilidade como um meio de avaliar as possibilidades de melhorar um caráter através de seleção.

DUDLEY & MOOL (1969) abordaram os aspectos relacionados com as estimativas da herdabilidade e variâncias genéticas aplicadas ao melhoramento de plantas e afirmaram que um delineamento em blocos ao acaso, cuidadosamente repetidos em época e local são suficientes para fornecer um teste adequado para a variabilidade genética e uma estimativa da herdabilidade em sentido amplo. Afirmaram, ainda, que a estimativa da herdabilidade em sentido amplo fornece a magnitude relativa da variação genética e ambiental para o germoplasma em estudo, e não o progresso que pode ser obtido dentro de uma população particular daquele germoplasma, e que as estimativas da variância genética e herdabilidade em sentido amplo aplicam-se somente aos ambientes amostrados.

De acordo com CHUNG & LIANG (1970), a herdabilidade expressa a importância relativa da hereditariedade e do ambiente influenciando os caracteres quantitativos.

ALLARD (1971), define herdabilidade como o quociente entre a variabilidade de origem genética e a variabilidade total.

JOHNSON et al. (1955), consideram que os coeficientes de correlação genética proporcionam informação básica extremamente útil ao melhorista, pois o conhecimento destas correlações pode indicar a possibilidade da seleção indireta de um caráter através de seus indicadores. A utilidade prática da seleção indireta, no entanto, depende da extensão com

que o melhoramento de caráter principal é facilitado por seus indicadores. Isto significa que além da facilidade de manuseio dos caracteres indicadores e das correlações genéticas, é também essencial o conhecimento das correlações fenotípicas e das variâncias fenotípicas e genéticas de cada caráter envolvido no esquema de seleção.

Segundo GOLDEMBERG (1968), a associação entre caracteres pode-se estabelecer de forma completa, como ocorre com alguns caracteres qualitativos, ou apresentar-se com menor ou maior intensidade, o que se verifica entre os caracteres quantitativos. Esta associação pode ser numericamente representada pelo coeficiente de correlação.

WRIGHT (1968), referindo-se ao coeficiente de correlação, cita que este foi proposto por Galton, como um meio de descrever a associação entre variáveis dentro de uma escala universal em um estudo de dados onde muita variação real ocorre. Esta estatística se mostrou de grande utilidade e de amplo uso nas ciências em geral e principalmente no âmbito das ciências biológicas.

GERALDI et al. (1977) relatam que para a obtenção das estimativas de correlações genéticas entre caracteres, torna-se necessário o conhecimento das estimativas de variâncias genéticas de cada caráter individualmente, bem como das covariâncias genéticas entre eles. Tendo em vista que neste tipo de estudo o número de indivíduos avaliados por parcela pode diferir de um para outro caráter, os autores determinaram as esperanças matemáticas dos produtos médios quando esta situação ocorre. Desse modo, torna-se possível, mesmo com número diferente de indivíduos avaliados por caráter, estima-se as covariâncias genéticas.

Para FALCONER (1981), a constituição genética dos indivíduos e o ambiente em que vivem são as causas determinantes de correlação. Segundo o autor, a pleiotropia é a principal causa genética de correlação enquanto que a ligação gênica assume o papel de causa transitória. O ambiente influenciando simultaneamente a dois ou mais caracteres, pode vir a determinar um certo grau de correlação entre eles.

Segundo WRIGHT (1921), as estimativas de correlações podem ser consideradas sob o ponto de vista da descrição puramente estatísticas, ou serem interpretadas em termos de fluxos de causas. Para esta interpretação, o autor propôs o método dos coeficientes de

caminhamento (Path coefficient) que permite a medição das relações de causa e efeito a partir das estimativas de correlações entre variáveis em um sistema interrelacionado.

Ainda segundo o autor, mesmo no caso de serem incertas as relações de causa efeito entre as variáveis, o método pode ser usado como um meio de encontrar consequência e lógica para alguma hipótese particular em relação a estas variáveis.

O estudo individualizado de cada caráter proporciona informações básicas de grande utilidade para orientar a prática da seleção. É através deste estudo que se torna possível, por exemplo, uma avaliação objetiva da variabilidade e herdabilidade de determinado caráter em uma população, propriedades sobre as quais se estabelecem os fundamentos da seleção ALLARD (1971).

Por outro lado, análises de interrelações entre caracteres podem produzir indicações necessárias à opção por um procedimento mais adequado aos objetivos pretendidos. Isto se verifica por que o valor econômico normalmente depende de um conjunto de caracteres, podendo existir entre eles relações de interdependência suficientemente fortes para que devam ser consideradas em um programa de melhoramento genético FALCONER (1975).

De acordo com RANGEL (1979), o método dos coeficientes de caminhamento, apesar de ter sido proposto em 1921, não foi imediatamente aceito pelos melhoristas. Só muito tempo depois é que foi gradualmente sendo utilizado e ficou estabelecido o valor do método.

SPRAGUE & TATUM (1942) definindo capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) afirmaram que a CGC está associada a parte aditiva da variância genética e a CEC à porção não aditiva da variância genética.

ANDERSON & KEMPTHORNE (1954) mostraram que todas as informações sobre variâncias aditivas, dominantes e epistáticas disponíveis nas gerações descendentes de duas linhas híbridas estão contidas em seis parâmetros, os quais foram estimadas por Hayman (1958) em vários experimentos. Este autor sugeriu que a expressão genética de famílias ou gerações híbridas é influenciada pela epistasia, freqüentemente em magnitude

semelhante à importância da aditividade e da dominância. Esta epistasia pode estar na forma de interação do tipo aditiva X aditiva, dominante X dominante e aditiva X dominante.

COCKERHAM (1954) apresentou uma extensão do conceito da divisão da variância genotípica para análise de variância entre indivíduos aparentados, quando a epistasia está presente. Segundo o autor em referência, a variância epistática foi separada em componentes fatorais, o que torna possível calcular como muitos de cada tipo de variância epistática (aditiva X aditiva, aditiva X dominante e assim por diante) aparecem nas covariâncias entre aparentados. Consequentemente, é possível estimar porções de variâncias epistáticas, para verificar, se há alguma vantagem relativa desta em relação às variâncias dominantes e aditivas.

O grau de semelhança entre parentes fornece um meio de estimar a quantidade de variância aditiva, e é a quantidade proporcional de variância aditiva (i, e, a herdabilidade) que, principalmente, determina o melhor método de acasalamento a ser usado para o melhoramento. A compreensão das causas de semelhança entre parentes é, portanto, fundamental para o estudo prático dos caracteres métricos e sua aplicação no melhoramento de plantas e animais. FALCONER(1975).

2.2 - ANÁLISE GENÉTICA DOS CARACTERES QUANTITATIVOS EM MILHO.

Os conhecimentos adquiridos sobre a teoria da genética quantitativa permitiram aos melhoristas o desenvolvimento de trabalhos específicos com a cultura do milho.

CARMO (1969) estimou as possibilidades de melhoramento e a magnitude da variabilidade genética das progênes de meios-irmãos em duas populações de milho com ampla base genética o "Dentado composto A" e o híbrido, "Dentado composto A" e "Duro composto A". Verificou que a variabilidade genética nas duas populações foi grande e que as variâncias genéticas do híbrido foram superiores às variâncias de uma das populações, logo o híbrido tinha um bom potencial para ser melhorado.

ACOSTA & CRANE (1972) estudaram a eficiência da seleção para menor altura da espiga e quatro caracteres agrônômicos foram avaliados. Os ensaios foram realizados por meio de "topcross" e populações "per se". A altura da espiga ficou reduzida cerca de 24% em ambas subpopulações selecionadas durante os quatro ciclos, comparadas com as subpopulações tidas como controle. A altura da planta foi também reduzida, mas numa menor intensidade. A produção foi afetada pela seleção para menor altura da espiga, sem ter sido levado em conta a altura da planta. De uma maneira geral, a seleção para menor altura da espiga foi mais efetiva aos 20% de intensidade de seleção, do que aos 50%.

Trabalhos de seleção foram desenvolvidos por MOLL et al. (1975) para avaliar a predição e repetibilidade das respostas correlacionadas a índices de seleção. Em cada uma das seis amostras da variedade "Jarvis" de milho a primeira geração das famílias foi selecionada, segundo cinco critérios: produção, altura da espiga e três índices baseados, tanto na produção, como na altura da espiga. A correlação genética entre a produção e a altura não foi linear e parece existir uma ótima altura da espiga, correspondente a uma máxima produção e estes valores para o primeiro caráter variavam de 116 a 129 cm.

A avaliação de progênies de meios - irmãos de um composto "flint" de milho foi realizada por SAWAZAKI & OSUNA (1975), os quais verificaram também que a variabilidade genética da população, estimada através do coeficiente de variação genética, era moderada, perfazendo 5,25%. Entre outros caracteres estudados, os que apresentaram maiores possibilidades de progresso com a seleção, foram: a altura da planta, a altura da espiga e o peso dos grãos.

MOTTO (1979), empregou o delineamento I de Comstock e Robinson, para que as progênies provenientes de uma população sintética de milho opaco - 2 fossem avaliadas quanto aos valores da herdabilidade e correlações entre quinze caracteres relacionados com a qualidade da semente e tratos agrônômicos. Os resultados encontrados demonstraram que a variedade sintética ficou caracterizada, devido a uma apreciável variabilidade na maioria dos caracteres estudados. As estimativas de herdabilidade se mostraram elevadas para todos os caracteres com exceção do teor de triptofano da proteína, o qual foi baixo. Ficou ainda

evidenciado que havia uma grande quantidade de variância genética aditiva para a maioria dos caracteres analisados.

SINGH & RAI (1979) estudando o efeito do gene braquítico em parâmetros fisiológicos do milho, verificaram que não houve diferenças significativas na taxa de crescimento relativo dos tipos anões e altos num certo estágio da cultura, indicando que a incorporação do gene braquítico não trouxe nenhuma mudança aos atributos fisiológicos, como o ganho da matéria seca, a taxa de assimilação líquida da fotossíntese, o índice de crescimento da cultura e a área foliar. Os autores concluíram que o gene braquítico pode ser incorporado para diminuir a altura da planta, sem contudo mudar a eficiência fisiológica do genótipo.

Um composto de ampla base genética foi utilizado por REGAZZI et al. (1980) para estudar variâncias, covariâncias e correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas no material experimental obtido por cruzamento múltiplos entre os indivíduos, cujos caracteres avaliados em suas progêneses, foram: produção de grãos, altura de planta, altura de espiga, peso de espigas por parcela, peso de 50 grãos, entre outros. A maioria dos caracteres apresentaram variabilidade genética aditiva, principalmente para os componentes de machos, enquanto que, para os componentes fêmeas dentro dos machos, ocorreu variabilidade genética aditiva e dominante para todos os caracteres, significativos à 1% de probabilidade. As estimativas de herdabilidade no sentido restrito foram de razoável magnitude para quase todos os caracteres e as correlações que foram altamente significativas: produção de grãos com peso de espigas, altura de planta com altura de espiga, produção de grãos com números de espigas; e este caráter com o peso de espigas.

ROOD & MAJOR (1981) realizaram cruzamentos dialélicos com oito linhagens puras de milho de maturação precoce, cujos resultados foram utilizados para estudar a herança e determinar a capacidade de combinação para o número de folhas e altura de plantas. Ficou evidenciada uma aparente sobredominância para aumento na altura da planta. Devido a isto os híbridos foram consistentemente mais altos do que seus pais. A herdabilidade no sentido restrito para a altura de planta foi muito baixa, indicando que a resposta para este caráter devido a seleção poderia ser muito lenta. A herdabilidade no

sentido amplo foi muito maior, sugerindo que a altura da planta foi principalmente um resultado da variação genética. As grandes diferenças entre os dois tipos de herdabilidade indicaram que muito da variação genética foi não-fixável.

Para melhorar entendimento da relação entre textura do endosperma, qualidade da proteína e outras características da semente, em milho opaco - 2 de endosperma modificado ou vitreo, BEAVER & LAMBERT (1982) obtiveram estimativas da variância aditiva e de dominância, herdabilidade e correlações genéticas para uma população de milho opaco - 2 modificado. Os dados foram colhidos em 240 famílias S2 para percentagem e grau de modificação do endosperma peso de 100 grãos, densidade do grão, altura da planta, percentagem de lisina, percentagem de proteína e o percentual de lisina na proteína. Todos os caracteres mostraram variância genética significativa. As estimativas de herdabilidade variaram de intermediária a alta para todos os caracteres, exceto para a densidade do grão. A variância genética aditiva foi significativa e a variância devido aos efeitos de dominância, são significativa, para o percentual de lisina, percentagem de proteína, teor de lisina em 100g de proteína e altura da planta.

MARTIN et al. (1982) realizaram estudos para calcular e comparar índices de seleção para o melhoramento do milho opaco-2, levando em conta a confiabilidade da resposta antecipada de um índice, bem como o seu avanço genético esperado. Para se calcular um índice de seleção é necessário conhecer as variâncias fenotípicas e genotípicas, ao mesmo tempo que as covariâncias de cada caráter, bem como avaliar a importância destes caracteres, como por exemplo, seu valor econômico. Determinaram também a proteína do grão para o melhoramento do milho opaco - 2, entre outros caracteres agrônômicos de importância para a cultura. Os caracteres principais capazes de atingir os objetivos de seleção específicos foram: produção, umidade, peso do grão, dureza do cariópse, teor de lisina e opacidade. Os ganhos esperados dos esquemas envolvendo seleção de plantas individuais foram pequenos, devido a baixa herdabilidade destas.

REIS et al. (1982) avaliaram progênies obtidas do "Composto dente B" de ampla base genética com a finalidade de estimar herdabilidade, correlações e índices de seleção em milho nos seguintes caracteres: produção de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da

espiga (AE), peso de 50 grãos (PG), peso de espigas por parcela (PE) e número de espigas por parcela (NE). As alturas da planta (AP) e da espiga (AE) tiveram herdabilidade acima de 36%, enquanto que, produção de grãos (PG), peso de espigas (PE) e números de espigas (NE) tiveram herdabilidade menores que 22%. Os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e genética aditiva se situaram acima de 40%, para a maioria dos caracteres, com exceção do peso de 50 grãos. A produção de grãos apresentou correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas positivas com alturas da planta e da espiga; e com o número de espigas por parcelas, permitindo concluir que a produção está intimamente associada com três caracteres acima mencionados.

MIRANDO FILHO & PATERNIANI (1983) utilizaram duas populações de milho Piramex e cateto, para serem avaliados em relação ao seu potencial para o melhoramento através de seleção recorrente, em progênies de famílias de meios-irmãos (intrapopulacional) e "test-cross" de famílias de meios-irmãos (interpopulacional). F2 variância genética aditiva foi maior para piramex do que para cateto enquanto que no híbrido entre elas a variância aditiva interpopulacional foi de 58,9% maior do que a estimativa média intrapopulacional.

VALOIS & VENCOSKY (1983) investigaram os efeitos da seleção massal estratificada na produção de grãos de populações de milho e o desempenho dos híbridos entre estas populações. Permitiram concluir que a relação recorrente intrapopulacional aplicada reflete negativamente sobre a produção de grãos do híbrido interpopulacional nos ciclos mais avançados de seleção.

Para verificar os efeitos da seleção na produção de grãos de milho sintético Iowa Long Ear (BSLE) (*Zea mays* L.) SALAZAR & HALLAUER (1986) avaliaram ciclos originais e avançados de sub-populações BSLE mostrando respostas significativas mas assimétricas para comprimento de espiga e para a maioria dos demais caracteres, principalmente em seleção para espigas mais curtas. Houve previsão de que as tendências da resposta divergente para alguns caracteres correlacionados com o comprimento de espiga não continuariam ou até mesmo mudariam de direção, sugerindo que haviam sido atingidos os limites de respostas desses caracteres.

SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986a) avaliaram famílias de meios irmãos da população Dentado Composto Nordeste no intuito de obterem estimativas de parâmetros genéticos para posterior verificação do comportamento da variabilidade genética e da eficiência do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos. A boa performance produtiva apresentada pela população, juntamente com as estimativas dos parâmetros genéticos obtidos, mostraram a eficiência do método empregado.

CROSSA et al. (1990) objetivaram estudar o uso do método com efeitos Additive Main e Multiplicative Interaction (AMMI) com efeitos aditivos para genótipos e ambientes e, multiplicativo para a interação genótipo X ambiente. Foram testados duas cultivares de milho internacional. Concluíram que o método aumentou a precisão das estimativas do rendimento equivalente ao aumento do número de repetições. O AMMI selecionou o genótipo de mais alto rendimento e mostrou-se insignificante nas interações genótipo x ambiente.

O potencial genético de populações semi-exótica de milho foram estudadas por SANTOS et al. (1990)) com ênfase especial para altura de planta, altura da espiga e número de ramificações do pendão. Através do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, verificaram que as estimativas dos parâmetros genéticos mostraram que para os três caracteres das populações há possibilidades de serem conseguidos ganhos substanciais com esquema simples de seleção.

BRENNER et al. (1991) avaliaram oito populações de milho e seus 56 híbridos, formados através de um cruzamento dialélico, com relação a capacidade combinatória e outros parâmetros genéticos. Observaram que as populações possuíam potencial para serem utilizadas em programas de melhoramento. Os efeitos gênicos aditivos na capacidade geral de combinação foram os mais importantes, entretanto foram detectados efeitos na capacidade específica de combinação e efeitos recíprocos em determinadas combinações.

EYHERABIDE & HALLAUER (1991) estimaram as respostas direta e indireta em milho durante oito ciclos de seleção recorrente recíproca de irmão germano. Observaram que mudanças na depressão endogâmica e heterose foram associadas com a seleção. Respostas para produção de grãos tenderam ser maiores nas populações endogâmicas do que nas não-

endogâmicas. Na seleção houve um aumento na frequência de homozigotos paralelos favoráveis nas duas populações, podendo ser melhoradas as fontes de vigor nas linhas endogâmicas vigorosas, com a capacidade geral de combinação. Parece ter aumentado, também, a frequência de heterozigoto nos cruzamentos das populações.

Para identificar o padrão heterótico de dois germoplasma de milho, ORDÁS (1991) determinou as relações heteróticas entre Spanish e U.S. CORN BELT, identificando um padrão heterótico para um sistema de melhoramento, utilizando cruzamentos dialélicos, durante três anos em dois ambiente. O autor observou que a heterose em meios irmãos foi de 32,7 % maior que se esperava (17,7 %). O germoplasma Spanish pode ser usado para integrar o programa de melhoramento de milho em zonas temperadas, aumentando, assim a base genética do material existente.

POLLAK et al. (1991) conduziram um experimento para comparar os padrões heteróticos entre quatro populações. Duas destas foram a caribbean flint e caribbean dent, que são usadas nos trópicos e tem potencial para áreas temperadas; e as outras duas são de populações temperada X tropical adaptada para trópicos. Utilizaram cruzamentos dialélicos e obtiveram as seguintes conclusões: 1- a maior combinação heterótica ocorreu entre caribbean flint e dent, 2 - na população caribbean flint houve efeito maternal negativo altamente significativo para produção, 3 - o cruzamento recíproco da população temperado X tropical acarretou baixo rendimento.

Para determinar se o teste inicial foi efetivo na identificação de famílias superiores de irmãos germanos na geração inicial, utilizando a seleção recíproca de irmãos germanos em milho, RODRIGUEZ & HALLAUER (1991) compararam a variabilidade genética relativa e correlações genéticas de 136 famílias até a quarta geração. Os componentes de variância para produção de grãos tenderam a aumentar com a endogamia nos pais e a variabilidade entre as famílias foi reduzida devido ao stress ambiental. As correlações genéticas decresceram, à medida que o número de gerações aumentaram.

VALDIVIA - BERNAL & HALLAUER (1991) estimaram a homeostase genética em milho para determinar se ela é afetada pela seleção, ou se é hereditária. As linhagens mais novas apresentam-se mais homeostáticas do que as mais velhas. As linhas

endocruzadas eram consistentes para transmissão dos efeitos homeostáticos, bons ou ruins, de uma maneira hereditária para gerações de cruzamento simples, F_2 e retrocruzadas. Na maioria das vezes as oito características seguiram a mesma tendência em todas as comparações entre as gerações em ambos os grupos. A altura da semente, entretanto, não teve um padrão regular de transmissão dos efeitos homeostáticos através das gerações.

Através de progênie de meios irmãos do 3o. ciclo de seleção, ARAÚJO (1992) estimou a variância genética aditiva, a herdabilidade ao nível de médias e a correlação fenotípica nas populações do milho IAPAR 50 E IAPAR 51. Os caracteres estudados foram peso de grãos (PG), prolificidade (PPO), altura de espigas (AE) e florescimento feminino (FF). Para o caráter PG, estimou-se também o ganho de seleção esperado e o ganho de seleção real. As estimativas obtidas para a população IAPAR 50, encontram-se quase todas abaixo das médias citadas na literatura, indicando a necessidade de novos estudos com maior número de repetições. Os dados obtidos, com a população IAPAR 51 indicam que o método é suficiente para se obter ganhos de seleção.

BERNARDO (1992) propôs um estudo para calcular as probabilidades de retenção de linhas geneticamente superiores durante os teste iniciais e, examinar intensidade de seleção apropriada para diferentes gerações testadas, como também níveis de herdabilidade. O autor observou que as probabilidades condicional dadas nesta pesquisa pode ajudar ao melhorista a escolher uma combinação de testcross e intensidade de seleção que poderiam permitir um balanço entre o número de linhas obtidas para mais adiante testa-las e arriscar de perder as linhas geneticamente superiores.

Utilizando população de milho sintético, CRAFTS - BRANDNER & PONE LEIT (1992), através de seleção recorrente, determinaram o efeito fenotípico para semente obtendo a dry matter accumulation rate (DMAR) e effective filling period (EFP), durante o período de senescência foliar. Os resultados indicaram que grandes mudanças genéticas na DMAR pode ocorrer sem nenhuma influência na senescência da folha porém, mudanças na EFP estão estreitamente associadas com mudanças nas características da senescência foliar.

GAMA et al. (1992) realizaram um estudo objetivando estimar os efeitos das capacidades geral (CCG) e específica de combinação (CEC) dos cruzamentos entre sete

populações de milho, introduzidas de seis países da América Latina. Os resultados que obtiveram, mostraram possibilidade na utilização de algumas populações no melhoramento.

GRANADOS & CEBALLOS (1992) obtiveram resposta da seleção para tolerância a solos ácidos, utilizando famílias de meios irmãos e irmãos germanos, em população de milho tropical. Após dezesseis ciclos de seleção houve melhora na tolerância a solos ácidos com a seleção recorrente e, pode-se obter maiores progressos com um sistema mais eficiente na redução do erro experimental e interação genótipo x ambiente.

LEMOS et al. (1992) estimaram os coeficientes de correlação genotípica e ambiental no segundo ciclo de seleção da população Dentado Composto, envolvendo os caracteres: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), número de espigas por planta (NE), número de espigas mal empalhadas (NEME), danos de *Spodoptera frugiperda* (SF) e de *Heliothis zea* (HZ) e peso de grãos (PG). Verificaram que as correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas, em todos os casos, exceto entre NEME e HZ; As correlações genotípicas foram positivas entre PG e os caracteres AP e NE; entre AE e HZ e entre NEME; negativos entre AP e SF; SF e HZ e também entre PG e SF e PG e HZ indicando a importância da seleção para resistência à *S. frugiperda* e a *H. zea*.

A heterose para taxa fotossintética, produção de grãos e componentes de produção em oito linhas endogâmicas em milho foram estudadas por MEHTA & SARKAR (1992). Os resultados encontrados por estes autores demonstraram aumento da heterose em relação à taxa fotossintética, aumento na produtividade da biomassa e produção. No entanto, o aumento na fotossíntese foliar somente, não resultou em aumento no rendimento. A interação entre os componentes dos índices fotossintéticos, tal como, taxa de fotossíntese, área foliar por planta, número de folha e conteúdo de clorofila e por outro lado a ação do gen complementar poderiam ter sido responsáveis pelo aumento de produção nos híbridos.

Quinze populações foram introduzidas dos Estados Unidos, representando germoplasmas de origem temperado e tropical X temperado. MIRANDA FILHO (1992) observou que as médias das populações exóticas foram menores que a testemunha para todos os caracteres, exceto número de fileiras de grão espiga. Parte da variação entre as populações foi atribuída a adaptação diferencial às nossas condições. A correlação fenotípica

positiva entre populações para todos os caracteres também foi uma leve evidência de adaptação diferencial.

MORELLO et al. (1992) quantificaram a influência da variação ambiental na etapa de recombinação e previram as possibilidades de êxito com a seleção para caracteres peso de espiga e peso de grão (g/pl.) em três densidades de plantio, em uma população de milho CMS - 39. As estimativas de variâncias genéticas para os dois caracteres, constituíram aproximadamente, a metade das estimativas de variâncias genotípicas, proporcionando evidências satisfatórias quanto às possibilidades de selecionar genótipos superiores a partir dos genótipos expressados.

Para avaliar o potencial genético em oito populações de milho, NASS & MIRANDA FILHO (1992) utilizaram um esquema dialélico completo. As análises de variância do dialélico completo (híbridos) apresentaram diferenças altamente significativas para todos os caracteres, tanto para os efeitos da capacidade geral de combinação quanto para capacidade específica de combinação. Esses resultados indicam um comportamento médio distinto entre as populações avaliadas em cruzamentos.

RUSCHEL et al. (1992) submeteram duas populações de milho a dois ciclos de seleção recorrente recíproca em plantas prolíferas So e S1 para melhorar o híbrido de milho EMGOPA - 504. Os resultados revelaram que a produtividade do híbrido do primeiro ciclo aumentou em 7,3 %, em relação ao híbrido original, foram melhorados a sanidade das espigas, a resistência ao acamamento e a prolificidade. As duas populações por si melhoraram o rendimento dos grãos e a prolificidade, aumentaram o porte das plantas e reduziram os ciclos.

Neste trabalho, TOLEDO (1992) apresentou uma metodologia que permite a comparação das proporções esperadas de linhas puras derivados de cruzamentos simples, que são superiores ou inferiores aos referenciais estabelecidos. Assume-se normalidade das distribuições das linhas puras para características poligênicas. A média e a variabilidade das distribuições são estimadas a partir da média e dos coeficientes de malécot dos parentais, respectivamente. A média dos parentais pode ser calculada a partir de informações normalmente disponíveis dos testes de linhagens e os coeficientes de malécot são obtidos das

informações da genealogia dos parentais. O método demonstrou ser eficiente na seleção de cruzamentos superiores.

Com o objetivo de investigar a formação de espiga e grãos em híbridos de milho, TOLLENAAR et al. (1992) utilizaram cinco densidades de plantio, em dois ambientes e híbridos representando três décadas. Concluíram que o incremento na produção dos híbridos está associado com aumento no número de grãos por planta e aumento da taxa de crescimento da planta. O aumento de grãos por planta está associado com maior número de espiga. Um acréscimo na prolificidade de híbrido recente resultou da combinação de altas taxas de acumulação de matéria seca da planta durante o enchimento do grão, como também uma maior tendência destes híbridos para exibir a prolificidade. Em altas densidades de plantio, as mais baixas esterilidade de híbridos novos, foram associadas com maiores taxas de crescimento da planta, porém, não foi associada a menor taxa de crescimento da planta para formação da espiga.

VASAL et al. (1992) conduziram um estudo para determinar a heterose e capacidade geral de combinação geral (CGC) entre germoplasma de milho tropical e subtropical, desenvolvido pelo CIMMYT, em seis ambientes. Utilizaram famílias de meios-irmãos para três caracteres. Os resultados demonstraram grande potencial para melhorar a performance da produção do germoplasma subtropical pelo cruzamento com materiais tropicais. Para os trópicos, a introgressão de germoplasma com subtropical poderia ser usado para melhorar o tipo da planta e maturidade.

Duzentas famílias de meios-irmãos em uma população de milho foram avaliadas em duas densidades de plantio por ARRIEL et al. (1993a). As características peso de espiga e contribuição da segunda espiga para o peso total (CSEPT) foram analisadas e estimados os parâmetros genéticos e fonotípicos. Constataram que com relação ao peso de espigas a população apresentou herdabilidade, ao nível de médias de famílias, superior a 40%, e que a estimativa da interação família X locais foi seis vezes superior à interação famílias X densidade de semeadura. No caso da participação da segunda espiga, a herdabilidade foi superior a 65%.

Com o propósito de avaliar o ganho observado da seleção e compará-lo com o ganho esperado baseado na estimativa de cada ciclo de seleção de famílias de meios-irmãos para a produção de grãos, ARRIEL et al. (1993b) estudaram uma população de milho e concluíram que o ganho realizado por ciclo para produção de grãos obtidos como médio para os quatro ciclos foi 3,6%. Este valor foi menor que o ganho médio esperado por ciclo, 7,2%.

Utilizando-se do método de seleção recorrente, BURGESS & WEST (1993), avaliaram dez progênies de milho para produção de grãos e altura de espiga. Estes autores observaram que houve um aumento na altura de espiga em 8% no primeiro ciclo de seleção, mantendo-se constante nos ciclos de seleção subsequentes. No quarto ciclo de seleção a produção de grãos foi restaurada para o mesmo nível da população inicial.

KEERATINJAKAL & LAMKEY (1993) avaliaram as respostas direta e indireta em onze ciclos de seleção recorrente recíproca em milho. Obtiveram os seguintes resultados: 1 - A frequência de heterozigoto para produção de grãos, em populações cruzadas, parecem ter aumentado com os subsequentes ciclos de seleção. 2 - Não foi observado mudanças na umidade de grãos. 3 - A heterose em cruzamentos interpopulacional de meios irmãos aumentou de 25,44 para 76,04 % do ciclo inicial para o final.

SCHNICKER & LAMKEY (1993) utilizaram o método de seleção recorrente recíproca para avaliar os efeitos em zero ciclos de seleção, através da média, variância genética e correlações em cruzamentos interpopulacionais em duas populações de milho. Os resultados que obtiveram indicaram que a seleção recorrente recíproca tem sido efetiva aumentando a média da performance no cruzamento da população, mantendo as variâncias genéticas.

SOUZA JÚNIOR et. al. (1993) avaliaram o potencial genético de duas populações de milho (*Zea mays* L.), utilizando progênies de meios-irmãos interpopulacionais. Os caracteres estudados foram: peso de espiga (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Obtiveram as seguintes conclusões: 1 - A estimativa da heterose para PE foi de 19,23% e 17,86% em relação a média dos pais e ao pai superior, respectivamente; 2 - A variância da

interação efeitos aditivos X locais foi 249 vezes superior a variância genética aditiva; 3- O progresso estimado com seleção recorrente recíproca foi de 7,69%; 4 - A probabilidade esperada dos melhores híbridos de linhagens é 25% e 33% superior ao híbrido interpopulacional, antes e após dois ciclos de seleção, respectivamente.

O objetivo do estudo de VICENTE & HALLAUER (1993) foi comparar a queda das taxas de consangüinidade dos materiais derivados de linhagens de milho mais velhas (antes de 1960) e mais novas (após 1970) para determinar se a taxa da queda da consangüinidade e a aproximação dos dados para o modelo linear mudou entre os dois grupos de linhagens. Observaram que a redução nas médias fenotípicas foi negativa e linearmente correlacionada com o coeficiente de consangüinidade para todas as características, exceto dias até soltar pólen. O modelo linear explicou 89% ou mais da variação entre o nível de consangüinidade para nove características para ambos os grupos de linhagens.

Estudando a herança da tolerância para solos ácido em populações de milho tropical, DUQUE - VARGAS et al. (1994) utilizaram progênies de irmãos germanos em ambientes de solo normal e ácido. Os resultados que obtiveram indicaram que a interação aditividade X ambiente foi o mais importante componente de variância para todos os caracteres estudados. E, embora a produção de grãos demonstrou uma correlação genética aditiva positiva com a espiga por planta, a seleção direta para o rendimento foi mais efetivo para melhorar a produção sob solos ácidos.

LAMB et al. (1994). Selecionaram três germoplasmas de milho Europeu quanto a resistência e susceptibilidade a três tipos de danos causados pela broca, tais como: danos na folha, colo da bainha e espiga, utilizando famílias de meios-irmãos em cruzamentos dialélicos. Os valores da heterose indicaram um aumento na resistência em todos os estádios de desenvolvimento da planta. A capacidade geral de combinação foi altamente significativa para todos os tipos de danos, porém a capacidade específica de combinação foi significativa somente para danos na folha.

SANTOS et al. (1994) utilizaram o método de seleção recorrente recíproca com progênies de meios irmãos interpopulacionais obtidas alternadamente em plantas So e S1 de

milho; obtiveram a resposta heterótica em cruzamentos. Verificaram que a análise conjunta de variância do caráter peso de espiga detectou significância para tratamentos e para a interação trat.x locais, em ambos os experimentos. Os valores da heterose em relação à média dos pais e em relação ao pai superior foram de 24,84 g/planta e 23,34 g/planta, evidenciando a complementariedade das duas variedades.

Para estimar a resposta esperada de população não endogâmica (So) e endogâmica (S1), e da depressão por endogamia, SOUZA JÚNIOR (1994) utilizou três métodos de seleção intrapopulacional em uma população de milho avaliando os caracteres produção, altura da planta e altura da espiga. Verificou que os ganhos esperados por seleção com as progênies SiS foram superiores a seleção com progênies de irmão germanos, e os ganhos esperados com irmãos germanos foram superiores aos com meios irmãos, para as populações So e S1. Não ocorreram diferenças significativas destes métodos para as alterações esperadas com seleção na depressão por endogamia. O autor sugere que a frequência média dos alelos favoráveis desta população estão abaixo de 0,5 para os três caracteres.

Utilizando os métodos de seleção recorrente intra e interpopulacionais, SOUZA JÚNIOR (1993) conduziu um trabalho para investigar as limitações destes esquemas seletivos, para introduzir um esquema modificado de seleção, e para comparar este esquema modificado com a seleção recíproca (interpopulacional) e seleção intrapopulacional em meios irmãos. De uma maneira geral, este autor concluiu que, a seleção recíproca é mais eficiente que a seleção intrapopulacional com meios irmãos.

2.3. ESTUDO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE OUTRAS GRAMÍNEAS

2.3.1. Trigo (*Triticum aestivum* L.)

DEWEY & LU (1959) estudaram 81 progênies de “capim trigo”, com o propósito de obter informações sobre o inter-relacionamento entre alguns componentes da produção e

de mostrar a aplicabilidade do método dos coeficientes de caminhamento na análise de sistemas de variáveis interrelacionadas. Um dos aspectos que os autores consideram relevante nos resultados foi o fato de que, embora a correlação entre o número de sementes por espiguetas e rendimento de sementes apresentasse um baixo valor, a análise pelo modo dos coeficientes de caminhamento mostrou o número de sementes por espiguetas como o caráter de maior influência no rendimento. Explicam os autores que o aparente conflito resulta do fato da correlação medir apenas o grau de associação mútua, enquanto que os coeficientes de caminhamento medem a importância relativa de uma causa especificada com relação a outras presentes no modelo causal proposto.

PARODA & JOSHI (1970), consideram o rendimento das culturas um caráter complexo, soma da contribuição de vários componentes individuais e que nem sempre resulta em critério seguro para seleção devido à baixa herdabilidade e ampla flutuação de resultados em função de interações com o ambiente. Estes autores estudaram correlações entre diversos caracteres em trigo (*Triticum aestivum*) e observaram que o peso de 100 sementes e o peso de grãos por espiga estavam altamente correlacionados com o rendimento da planta.

MISHRA (1971), através da análise de sete características em 13 variedades, mostrou que o peso de 100 sementes, número de sementes por espiga e número de espiguetas por espiga, têm alto coeficiente de variabilidade genética. A estimativa da herdabilidade em sentido amplo foi muito alta para o peso de 1.000 sementes (96,69%), número de espiguetas por espiga (94,33%), número de sementes por espiga (91,30%), comprimento da espiga (88,52%) e altura da planta (82,02%).

BHATT (1973), ressalta que o inadequado conhecimento das interações entre os diversos caracteres, e a prática da seleção unilateral para caracteres agronômicos, frequentemente leva à não otimização dos resultados do melhoramento. Este autor estudou correlações fenotípicas, genéticas e de ambiente entre caracteres de trigo (*T. aestivum*) obtendo valores de correlações genéticas sempre muito próximos dos obtidos para as correlações fenotípicas. Nenhuma das correlações de ambiente estimadas se mostrou estatisticamente significativa.

VIRK & VERMA (1972), estudando o efeito de número de espigas por planta, peso de 100 sementes e número de sementes por espigas na produção de 11 variedades e nove populações F², concluíram que o número de espigas e o peso de 100 sementes se correlacionaram positiva e significativamente com a produção de sementes. O coeficiente de caminhamento (*path - coefficient*) indicou que ambas as características influíram direta ou indiretamente na produção.

Visando estimar a herdabilidade em sentido restrito para tolerância ao Al³⁺, altura das plantas e produção de grãos, bem como as correlações entre essas características, CAMARGO et al. (1992), efetuaram cruzamentos entre os cultivares de trigo BH - 1146, tolerante ao Al³⁺ e de porte alto; IAC - 24, tolerante ao Al³⁺ e de porte semi-anão, e Anahuac, sensível ao Al³⁺ e de porte semi-anão. Os resultados que obtiveram sugerem somente ser possível selecionar plantas de porte semi-anão, tolerantes ao Al³⁺ e de alto potencial produtivo, desde que grandes populações segregantes sejam conduzidas para favorecer a identificação dos genótipos desejáveis originários das eventuais recombinações genéticas.

2.3.2. Sorgo (*Sorghum vulgare*)

KARPER & QUINBY (1937) estudaram o vigor híbrido em sorgo e concluíram que a manifestação da heterose pode ocorrer em diferentes graus, conforme os progenitores envolvidos nos cruzamentos. Destacaram como expressão mais evidente da heterose os aumentos no crescimento vegetativo e na produção de grãos.

LIANG et al. (1969) verificaram que a produção de sementes esteve positivamente correlacionada com o peso da panícula, número de sementes, data para 50% de florescimento e número de folhas. A produção correlacionou-se negativamente com a percentagem de germinação e teor de proteína. Concluíram que o peso da panícula e época de florescimento são considerados os melhores indicadores da produção, e a percentagem de germinação pode ser útil como indicador do teor de proteína da semente.

BADWAL (1971) estudando dez características morfológicas em 24 variedades de sorgo forrageiro, observou correlações significativas e positivas entre: produção de sementes

e produção de colmos secos por planta; número de sementes por planta com a produção de colmos semi verdes por planta e o número de folhas; diâmetro do colmo e altura da planta; número de folhas e altura da planta; número de dias para o florescimento e número de dias para a colheita; e altura da planta com o número de dias para o florescimento e estágio de colheita.

BASU (1971) estudando o cruzamento das variedades M 35-1 x H 1, verificou que a altura da planta e o número de dias para o florescimento apresentaram elevados valores da herdabilidade e avanço genético esperado.

FANOUS et al. (1971) estimaram a herdabilidade e o avanço genético para quatro componentes de produção em cinco cruzamentos. Verificaram que o comprimento da panícula e o comprimento da panícula e o comprimento das ramificações laterais que contém as sementes apresentaram altíssimos valores para os dois parâmetros genéticos estudados.

LINNIK et al. (1971) concluíram ao estudar o comportamento da geração F² de sorgos híbridos, que o melhoramento para alta produtividade da planta foi mais efetivo quando a seleção é praticada visando ao número de folhas e produtividade dos perfilhos, os quais apresentaram elevados coeficientes de herdabilidade e uma correlação direta de cada um com a produção; e entre si.

KHAN et al. (1972) estudaram a variabilidade genética em 15 características de 28 variedades. destas, o comprimento da arisa mostrou um alto coeficiente de variabilidade genética, seguido do peso médio da espiga. Estimativas da herdabilidade foram altas para o comprimento da arisa e a altura da planta. O total de perfilhos por planta, comprimento da espiga e número de sementes por espiga apresentaram moderada herdabilidade e elevado ganho.

LONC (1972) verificou que os valores da herdabilidade calculados por cinco métodos apresentaram resultados comparáveis para as características morfológicas de altura, comprimento da panícula, comprimento e largura da folha, diâmetro do primeiro internódio e número de internódios. Estudando diferentes gerações, verificou que os valores estimados da herdabilidade diferem muito pouco apresentando a variação de 69% a 81% para o

comprimento da panícula 56% a 64% para o diâmetro do internódio, 51% a 72% para a altura, 50% a 66% para a largura da folha, 43% a 99% para o comprimento da folha e 22% a 30% para o número de internódios. Observou ainda que a altura da planta é a característica que melhor responde à seleção e está estreitamente correlacionada com a produção de massa verde.

NAPHADE (1972), empregou o método dos coeficientes de caminhamento no estudo de 20 variedades de sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Foram analisadas as correlações entre a produção de forragem e o número de folhas, altura da planta e área foliar. Os resultados demonstraram que a produção de forragem, no caso, era determinada principalmente pelo número de folhas, caráter que apresentou o maior efeito direto. A altura de planta e a área foliar demonstraram importância indireta através do número de folhas.

HUSSAIN & KHAN (1973) estudaram seis características em 4 linhas de sorgo macho estéril, 4 variedades de *sudangrass* e 16 híbridos e verificaram que a produção de forragem mostrou uma correlação significativa e positiva com a altura, número de perfilhos e número de folhas por planta. Da mesma forma, o diâmetro do caule correlacionou-se positivamente com a área foliar e o número de folhas. O diâmetro do caule apresentou uma correlação significativa e negativa com o número de perfilhos e altura da planta.

SINGH et al. (1973) obtiveram dados para a produção em cinco de seus componentes em nove variedades, as quais apresentaram uma ampla faixa de variabilidade genética, especialmente para a produção de sementes por planta, comprimento da espiga, altura da planta e número de sementes por planta. Estimativas da herdabilidade em sentido amplo variaram de 59,1% para o número de espiguetas férteis por espiga a 98,7% para a altura da planta. Alta herdabilidade e avanço genético foram estimados para a produção de sementes por planta.

VELANKER et al. (1973) observaram nove características quantitativas em 64 variedades cultivadas durante uma estação sob condições naturais de precipitação e registraram elevados valores de herdabilidade para época do pendoamento, altura da planta, maturidade, número de perfilhos por planta, comprimento da espiga e produção de sementes.

ECKEBIL et al. (1977) calcularam as correlações genotípicas entre a produção e outras características agrônômicas, e o teor de proteína das sementes, em 200 famílias S_1 para cada uma das três populações estudadas. Observaram que a produção de sementes por unidade de área esteve geralmente melhor correlacionada com a produção de sementes por panícula, altura da planta e percentagem de debulha. Comprovaram, ainda que o número de dias para a floração e percentagem de proteína das sementes estavam negativamente correlacionados com a produção de sementes.

Para analisar a capacidade de combinação, a heterose e os componentes da variância genética de um conjunto de linhas macho-estéreis e restauradoras em sorgo (*Sorghum bicolor* L.), FRANÇA (1983) avaliou dentre outros os caracteres: dias para 50% de floração altura de planta, comprimento da panícula, produção de grão/panícula, número de grãos/panícula, peso de 1.000 grãos. Os resultados revelaram que a maioria dos caracteres agrônômicos e da qualidade de grãos foram significativamente controlados por ação gênica aditiva, entretanto, produção de grão/panícula e número de grão/panícula, mostraram algum efeito de ação gênica não aditiva. Os efeitos da capacidade de combinação foram significativamente afetados pelo ambiente.

MACIEL et al. (1992) estimaram os efeitos da heterose e da capacidade geral e específica de combinação, para parâmetros tolerância ao alumínio e rendimento de grãos em sorgo. As linhas utilizadas como polinizadores (macho) foram responsáveis pela tolerância ao alumínio, pois apresentaram valores negativos para a capacidade geral de combinação. Alguns híbridos mostraram alta correlação entre a tolerância ao alumínio com a produtividade de grãos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Duas populações de milho (*Zea mays* L.) foram utilizadas nesta pesquisa. A descrição das mesmas estão dispostas a seguir:

- a) A população de milho amarelo-dentado M-21, seleção EPACE M-21, foi obtida através do CIMMYT em 1976 como "Ámarillo Dentado". Sofreu um ciclo de seleção massal estratificada, dois ciclos de seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos, quatro ciclos de seleção entre e dentro de progênes de irmãos-germanos, seguindo um programa de intercalação de métodos. Com ciclo de 47 a 52 dias da sementeira ao florescimento (50%), altura média da planta de 2,30m e tipo de grão dentado com coloração amarela.
- b) A população de milho branco CMS-451 foi proveniente do Centro Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS), após a introdução de 23 variedades desse milho de alta qualidade protéica, originado do CIMMYT, em 1983. Adaptadas às diferentes regiões brasileiras, os teores de lisina e triptofano são 85% superiores aos do milho comum. Com ciclo em média de 62 dias de florescimento (50%), maturação 130 dias, altura de planta 2,15m, altura de espiga 1,15m e tipo de grão dentado com coloração branca.

Este experimento foi conduzido na fazenda experimental do vale do Curu, unidade de apoio de pesquisa do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Localizado no município de Pentecoste, Estado do Ceará, Brasil, entre os paralelos 3°45' e 4°00', latitude sul e os meridianos 39° 45' e 39° 30' a oeste de Greenwich.

Possui clima seco, classificado segundo Wilhelm Koeppen como BShW, que se caracteriza por apresentar a temperatura do mês mais frio nunca inferior a 18°C, concentrando-se as precipitações no período de janeiro a maio (verão-outono).

De acordo com os parâmetros utilizados por Thornthwaite, o clima classifica-se como semi-árido D, com índice efetivo de umidade igual à 36,1mm. O balanço hídrico elaborado para uma capacidade de armazenamento de 125mm, apresentou uma deficiência de 1.075mm e nenhum excedente anual.

As demais referências agro-meteorológicas estão apresentadas no Quadro 1.

O experimento foi instalado em uma área codificada como A-T2, com solos franco-argiloso.

3.2.MÉTODOS

OBTENÇÃO DE PROGÊNIES

Com a finalidade de se realizar seleção e melhoramento, bem como auferir as potencialidades genéticas das populações descritas anteriormente, efetuou-se o plantio de cem progênies para cada população.

No primeiro ciclo de seleção destas, através da seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, foram avaliadas as vinte famílias que apresentavam melhor performance. As avaliações ocorreram em 5 plantas competitivas que foram selecionadas dentro de cada família ou progênie.

QUADRO "1"

DADOS AGRO-METEOROLÓGICOS, FAZENDA EXPERIMENTAL DO VALE DO CURU, PENTECOSTES-CE, PERÍODO DE AGOSTO A DEZEMBRO (1994)

	<u>MESES</u>				
	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
TEMPERATURA MÉDIA:					
MÁXIMA (°C)	36,0	37,1	36,5	36,6	36,4
MÍNIMA (°C)	20,3	20,5	20,8	20,7	21,4
UMIDADE (%) RELATIVA	60	56	57	60	65
EVAPORIZAÇÃO (PICHE)	157,8	177,9	173,5	143,0	144,6
EVAPORIZAÇÃO (TANQUE CLASSE "A")	219,0	281,5	267,8	254,3	218,2
PRECIPITAÇÃO (mm)	0,0	4,8	0,0	0,8	30,0

FONTE: DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA - UFC

SUPORTES FÍSICOS DA PESQUISA; PLANTIO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O plantio do experimento ocorreu em final de agosto de 1994, num mesmo tipo de solo, sob regime de irrigação em sulco. O delineamento adotado foi o látice simples 10 X 10, contendo duas repetições.

Cada parcela das duas populações, foram formadas por duas fileiras de 5m de comprimento, distando de 1,00m entre si. As sementes foram distribuídas ao longo do sulco e, após 15 dias, da semeadura se processou o desbaste deixando 5 plantas por metro linear.

CARACTERES AGRONÔMICOS E MORFOLÓGICOS AVALIADOS.

Antes da colheita, os dados coletados na base de plantas individuais em cada parcela foram os seguintes:

Altura de planta (AP) - mensurada, em centímetros, do nível do solo até a inserção da folha bandeira.

Altura da espiga (AE) - medida, em centímetros, distância da superfície do solo até a inserção da espiga no colmo.

Por ocasião da colheita, os caracteres agronômicos foram coletados e, submetidos às seguintes avaliações:

Produção de grãos por parcela-inicialmente, foram tomados o peso de espiga despilhada (PE) e, posteriormente corrigido para 15,5% de umidade (Zuber, 1942).

PC (1-U)

P15,5%=

0,845

P15,5% = peso de campo corrigido

- PC = peso de campo observado
U = umidade do material genético

Comprimento da espiga (CE) - mensurado em centímetro, através de uma escala graduada.

Diâmetro da espiga (DE) - obtido com o auxílio de um paquímetro, em centímetro.

Número de grãos na espiga (NG) - determinado por contagem de grão, através do produto de número de grãos de uma fileira e número de fileiras existente na espiga.

Peso de espiga (PE) - tomado em gramas, a pesagem foi obtida individualmente, em balança de precisão.

Peso de grãos na espiga (PG) - após a debulha, o peso foi obtido em gramas.

Peso médio de 100 sementes (PMS) - foram contadas as 100 sementes e posteriormente pesadas, obtendo-se o peso em gramas.

3.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICO-GENÉTICA

Os dados experimentais obtidos no campo foram coletados, nas duas populações separadamente. Das 100 progênies em cada população, 20 progênies foram avaliadas para os seguintes caracteres: altura de planta, altura de espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos na espiga, peso de espiga despilhada e peso de grãos na espiga.

Com o objetivo de se obterem as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos utilizados nesta pesquisa, foram realizadas as análises de variância com todos os caracteres envolvendo as duas populações em estudo. As análises de correlação simples e regressão foram obtidas entre todos os caracteres avaliados em cada população e análises de regressão múltipla entre todos os caracteres e o peso de espiga despilhada, para cada população isoladamente.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

As análises de variância realizadas para cada carater avaliado, nas duas populações, obedeceram ao delineamento em blocos casualizados utilizando-se do modelo matemático adotado para esta situação, como é mostrado a seguir:

$$X_{i,j,k,l} = u + P_i + b_j + bk(i) = Il(i,k) + lijkl$$

Onde: x_{ijkl} = é a observação feita no individuo i ; da população j , da progênie K no bloco l .

u = é a média da população

P_i = é o efeito da população i ; $i = 1 \dots n$, $i = 2$

j = é o efeito do bloco j ; $j = 1 \dots n$, $j = 2$

$G(ij)_k$ = é o efeito do genótipo K dentro da população i , $k = 1 \dots n$; $k=20$

$Il(i,k)_l$ = é o efeito do individuo l dentro da progênie K da população i , $l=1 \dots n$, $l=5$

$E(i,j,k)$ = é o efeito aleatório afetando o individuo l do genótipo k , no bloco j na população i .

A fim de testar a significância dos componentes do modelo, o efeito de população, genótipo (progênie) e individuos (plantas) foram considerados fixos, já que foram deliberadamente escolhidos, portanto o modelo foi considerado misto.

As análises foram realizadas com os valores individuais, obtendo-se assim as somas de quadrados médios, significância e esperança dos quadrados médios para repetição, população, progênie dentro de população e planta dentro de população, dentro de progênie, cujas as fontes de variação estão expostas no Quadro 2

QUADRO 2 - Análise de variância e esperança dos quadrados médios para oito caracteres em milho (*Zea mays* L.), a nível de plantas individuais.

<u>A NÍVEL DE PLANTAS INDIVIDUAIS</u>				
FONTE DE VARIÇÃO	G	QM	F	E(QM)
Repetição	$(r - 1)$			
População	$(p - 1)$	Q ₁	Q ₁ /O ₂	$\delta^2 + r\delta^2_i + r_i\delta^2_g + r_{gi}\delta^2_p$
Genotip/pop	$p(g - 1)$	Q ₂	Q ₂ /Q ₃	$\delta^2 + r\delta^2_g + r_i\delta^2_g$
Indivíduo/genot./popul.	$rpg(l-1)$	Q ₃		$\delta^2 + r\delta^2_i$
Erro	$rpgi - 1$			δ^2
Total				

Q₁ = quadrado médio entre populações

Q₂ = quadrado médio entre genótipos dentro de população

Q₃ = quadrado médio entre indivíduos dentro de genótipo, dentro de população

δ^2_p = variância genética entre populações

δ^2_g = variância genética entre genótipos ou progênes

δ^2_i = variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos, dentro de população.

δ^2_e = variância ambiental

r = número de repetições

g = número de progênes

p = número de plantas

As análises das variâncias genéticas foram obtidas a nível de plantas individuais. Os

R 665703

componentes da variação genotípica (δ^2g) e fenotípica (δ^2f) foram estimados como já referido, a partir das esperanças dos quadrados médios. O quadrado médio permitiu estimar as variâncias fenotípicas e genotípicas, em dois níveis da população, a saber:

1- Variação a nível de população

$$Q1 - Q2$$

$$a) \text{ genotípica: } \delta^2p = \frac{\quad}{gir}$$

$$b) \text{ fenotípica: } \delta^2f = \delta^2e + \delta^2i + \delta^2g + \delta^2p$$

Onde Q1 e Q2 representam os quadrados médios para população e para progénie dentro da população, respectivamente, enquanto g e i são os números de progénies dentro da população e planta dentro de progénie, respectivamente, o r significa o número de repetições.

2- Variação a nível de progénie dentro da população:

$$Q2 - Q3$$

$$a) \text{ genotípica: } \delta^2g = \frac{\quad}{ri}$$

$$b) \text{ fenotípica: } \delta^2f = \delta^2e + \delta^2i + \delta^2g$$

Onde Q2 e Q3 representam os quadrados médios para progénies dentro da população e indivíduos dentro da progénie, respectivamente, enquanto que i é o número de plantas dentro de progénie, r representa o número de repetições.

ESTIMATIVAS DE VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS

As estimativas da variância genética aditiva (δ^2A), da variância fenotípica (δ^2f) entre plantas do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, a nível de plantas (h^2) foram obtidas através das equações seguintes para as populações de acordo com a metodologia descrita por VENCOVSKY (1987).

$$\delta^2A = 4\delta^2g$$

$$\delta^2f = \delta^2p + \delta^2e + \delta^2i + \delta^2g$$

$$h^2 = \delta^2A / \delta^2f$$

δ^2p = variância genética entre populações

δ^2e = variância ambiental

δ^2i = variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos, dentro de população.

δ^2g = variância genética entre genótipos

ESTIMAÇÃO DAS CORRELAÇÕES; PROGRESSOS ESPERADOS NA SELEÇÃO

A correlação entre os caracteres em estudo foi obtida pela seguinte expressão:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{sx^2 \cdot sy^2}} \quad , \text{ onde}$$

r é o coeficiente de correlação

$\sum xy = \text{Cov. (x, y)}$

s^2x e s^2y representam as variâncias dos caracteres em questão.

x e y = valores referentes aos caracteres.

Os ganhos esperados com seleção foram calculados a partir do procedimento relatado por VENCOVSKY (1969), considerando-se a seleção massal de 5% e a seleção entre progênies de meios-irmãos com recombinação de sementes remanescentes de 20%. Dessa

maneira, os ganhos esperados com seleção foram calculados de acordo com as seguintes expressões:

$$Gs_1 = \frac{i_1 \delta^2 A}{\sqrt{\delta^2 p + \delta^2 g + \delta^2 i + \delta^2 e}}$$

$$Gs_2 = \frac{i_2 (1/4) \delta^2 A}{\sqrt{\delta^2 p + \delta^2 g + \delta^2 i + \delta^2 e}}$$

Onde:

Gs_1 = ganho esperado com a seleção massal em ambos os sexos;

Gs_2 = ganho esperado com seleção entre progênies de meios-irmãos, em ambos os sexos.

i_1, i_2 = coeficientes associados às porcentagens de 5% e 20%, respectivamente de indivíduos selecionados. Correspondem ao diferencial de seleção em unidades de desvio padrão da unidade de seleção, cujos valores de tabela são, 2,06 e 1,40, respectivamente às proporções acima citadas.

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO

As variáveis escolhidas para serem incluídas com vista a obtenção da melhor equação, determinam os efeitos diretos e indiretos dos caracteres estudados. Foram calculados os coeficientes de caminhamento de acordo com metodologia proposta por WRIGHT (1921) e também relatada por outros como KEMPTHORNE (1966) e LI (1975).

Foi formulado um diagrama de causa e efeito, onde o peso de espiga despalhada foi considerada como sendo determinada pelas variáveis: altura de planta, altura de espiga, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de grãos por espiga e peso médio de 100 sementes.

Na construção do diagrama, cada linha unidirecional representa um efeito direto daquela variável considerada como causa sobre a variável tida como efeito. As linhas bidirecionais representam as associações mútuas, medidas pelos coeficientes de correlação. A variável "X" incluída no diagrama, representa efeitos residuais que completam a determinação do modelo.

Os valores dos coeficientes de caminamento foram calculados pela solução do sistema de equação simultâneas que expressa o relacionamento entre as correlações e os coeficientes de caminamento, expresso no diagrama da Figura -1

Para este diagrama foram estabelecidas seis equações a seguir descritas:

$$r_{17} = P_{71} + r_{12}P_{72} + r_{13}P_{73} + r_{14}P_{74} + r_{15}P_{75} + r_{16}P_{76}$$

$$r_{27} = r_{12}P_{71} + P_{72} + r_{23}P_{73} + r_{24}P_{74} + r_{25}P_{75} + r_{26}P_{76}$$

$$r_{37} = r_{13}P_{71} + r_{23}P_{72} + P_{73} + r_{34}P_{74} + r_{35}P_{75} + r_{36}P_{76}$$

$$r_{47} = r_{14}P_{71} + r_{24}P_{72} + r_{34}P_{73} + P_{74} + r_{45}P_{75} + r_{46}P_{76}$$

$$r_{57} = r_{15}P_{71} + r_{25}P_{72} + r_{35}P_{73} + r_{45}P_{74} + P_{75} + r_{56}P_{76}$$

$$r_{67} = r_{16}P_{71} + r_{26}P_{72} + r_{36}P_{73} + r_{46}P_{74} + r_{56}P_{75} + P_{76}$$

Onde:

r_{17} - correlação entre altura de planta e peso de espiga despalhada.

r_{27} - correlação entre altura de espiga e peso de espiga despalhada.

r_{37} - correlação entre comprimento da espiga e peso de espiga despalhada.

r_{47} - correlação entre diâmetro da espiga e peso de espiga despalhada.

r_{57} - correlação entre número de grãos por espiga e peso de espiga despalhada.

r_{67} - correlação entre peso médio de 100 sementes e peso de espiga despalhada.

Os P_{i7} representam os efeitos diretos de cada um dos caracteres envolvidos no modelo, sobre o peso de espiga despalhada.

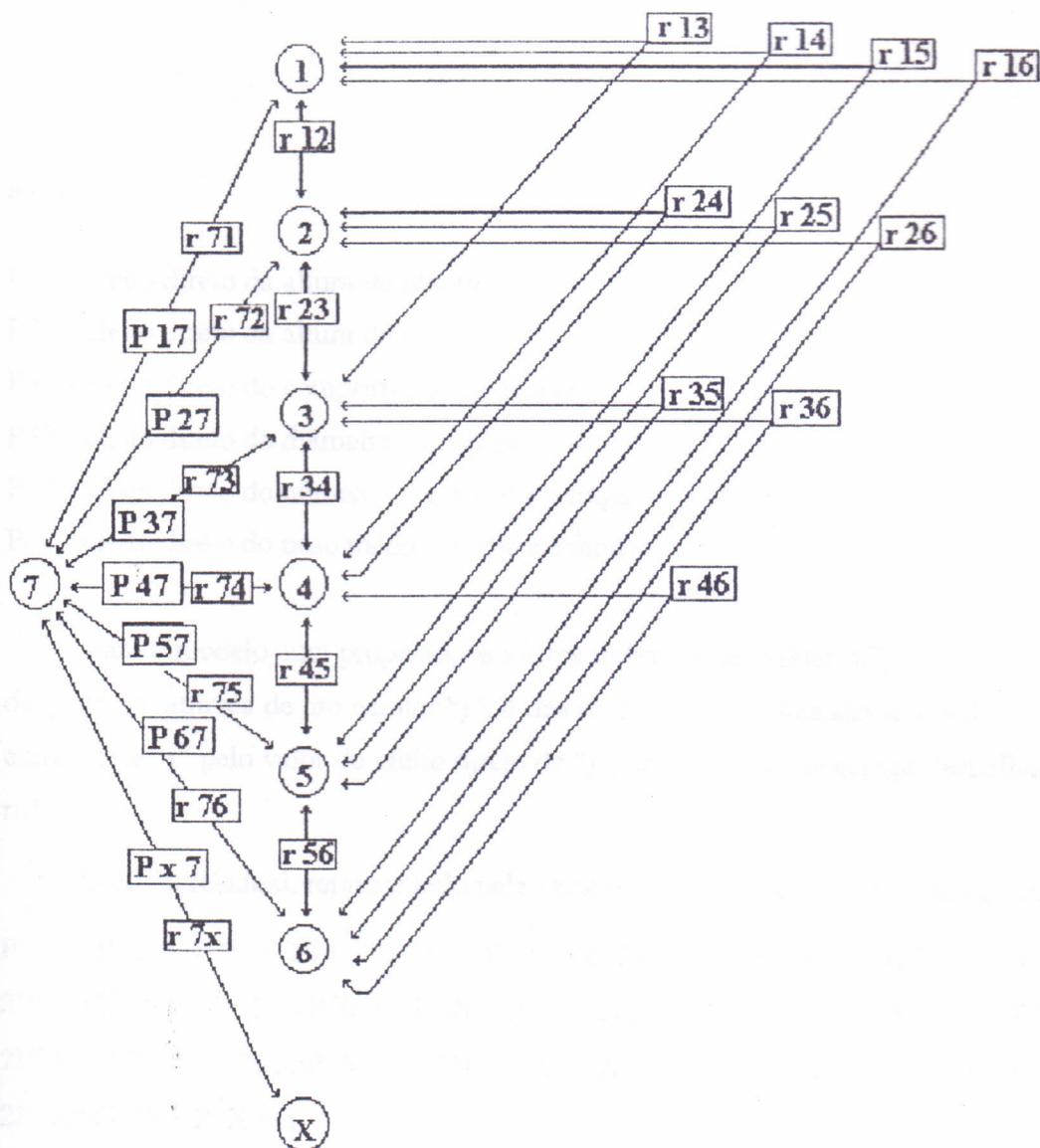


FIGURA 1 => Representação diagramática do sistema de causas e efeitos onde 1, 2, 3, 4, 5 e 6, são causas correlacionadas determinantes da variável 7, enquanto X, representa uma variável de efeito residual, não correlacionada.

- (1) - Altura de planta (AP);
- (2) - Altura de espiga (AE);
- (3) - Comprimento de espiga (CE);
- (4) - Diâmetro de espiga (DE);
- (5) - Número de grãos por espiga (NG);
- (6) - Peso médio de 100 sementes (PMS);
- (7) - Peso de espiga despalhada (PE).

assim,

P17 - efeito direto da altura de planta

P27 - efeito direto da altura de espiga.

P37 - efeito direto do comprimento da espiga.

P47 - efeito direto do diâmetro de espiga.

P57 - efeito direto do número de grãos por espiga.

P67 - efeito direto do peso médio de 100 sementes.

Para o modelo aqui proposto, os efeitos indiretos de caráter "i", sobre o peso de espiga despalhada, através de um caráter "j", é determinado multiplicando-se o valor da correlação entre "i" e "j" pelo valor do efeito direto de "j", sobre o peso de espiga despalhada, ou seja, $r_{ij}P_j$.

O efeito residual, representado pela variável "X", é determinado pela equação:

$$P71 + P72 + P73 + P74 + P75 + P76 + 2P71r_{12}P72 + 2P71r_{13}P73 + 2P71r_{14}P74 + 2P71r_{15}P75 + 2P71r_{16}P76 + 2P72r_{23}P73 + 2P72r_{24}P74 + 2P72r_{25}P75 + 2P72r_{26}P76 + 2P73r_{34}P74 + 2P73r_{35}P75 + 2P73r_{36}P76 + 2P74r_{45}P75 + 2P74r_{46}P76 + 2P75r_{56}P76 + P X = 1$$

Na resolução dos sistemas de equações, bem como em todas as análises apresentadas neste trabalho, foram obtidos em microcomputador ITAUTEC IS 386 525 utilizando-se do programa MSTAT.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CARACTERES DA PLANTA E DA ESPIGA.

As análises de variância dos caracteres foram realizadas em duas populações conjuntamente.

Os resultados para os oito caracteres estudados estão expostos na TABELA 1. Verifica-se que as populações apresentam diferenças altamente significativas para todos os caracteres, exceto no que concerne a altura de planta, cujo o valor "F" não foi significativo ($P < 0,01$). As progênies dentro das populações comportaram-se diferentemente em relação aos caracteres, altura de planta, altura de espiga e peso de espiga despilhada, apresentando os quadrados médios altamente significativo ($P < 0,01$). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por MAMEDE (1992) trabalhando com duas populações de milho opaco 2; por FERRÃO et al. (1992a;1992b) com a variedade de milho EMCAPA 201 e a população de milho EEL 2 ao nível de 1% a 5% de significância; por TOZETTI et.al. (1992) diferindo a nível de 1% e, para o peso de espiga despilhada confere com AGUIAR et al. (1989) com população de milho CMS-39.

Quanto aos caracteres da espiga (TABELA 1) tais como; comprimento de espiga, número de grãos por espiga e peso médio de 100 sementes apresentaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$). Para o peso médio de 100 sementes, MAMEDE (1992) não constatou significância estatística à 1% de probabilidade quando utilizou a população "Dent"- opaco 2. Pode-se observar que o diâmetro da espiga e peso de grãos da espiga não mostraram diferenças significativas entre as progênies ensaiadas em ambas as populações, concordando com os resultados encontrados por MAMEDE (1992) quando estudou as

TABELA 1 - Análise de variância em blocos ao acaso, e ao nível de plantas, referente a oito caracteres de 20 progênies de meios-irmãos das populações de milho (*Zea mays* L.) EPACE M-21 e CMS 451, analisadas conjuntamente, Fortaleza CE 1995.

VARIÂNCIAS									
CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	Altura de planta(m)	Altura de espiga(m)	Comprimento de espiga(cm)	Diâmetro de espiga(cm)	Peso de espiga despalhada(g)	Nº de grãos por espiga(ud)	Peso de grãos por espiga(g)	Peso médio de 100 sementes (g)
Repetição	1	0,263 **	0,079 *	1,055ns	0,108ns	2527,672ns	20664,062ns	334,542ns	11,954ns
População	1	0,004ns	0,080 *	415,018 **	1,987 **	156777,194 **	1497074,602 **	144256,016 **	415,895 **
Progênies/pop	38	0,096 **	0,053 **	14,036 **	0,188ns	2446,176 **	15556,723 **	941,980ns	27,870 **
Planta/prog/pop	160	0,014ns	0,008ns	3,436ns	0,119ns	945,559ns	8215,392ns	467,221ns	10,624ns
Erro	195	0,276	0,018	4,719	0,140	1341,341	8883,178	658,461	14,040
Coefficientes de variação (%)	-	12,21	20,8	14,79	8,56	30,16	24,88	29,80	15,20

** significativo c/probabilidade menor que 0,01

* significativo c/probabilidade entre 0,01 - 0,05

ns não significativo c/probabilidade acima de 0,05

populações de milho opaco 2 "ESALQ-VD-2" e "ESALQ-VF-1", no que se refere ao diâmetro da espiga.

Os resultados sugerem que as populações são constituídas de progênies fenotipicamente distintas para todos os caracteres, com exceção do diâmetro de espiga e peso de grão por espiga, indicando portanto, que existe uma acentuada variabilidade genética entre as progênies ensaiadas, em cada população. Os valores altamente significativos observados para maioria dos caracteres, a nível de progênies dentro de população, caracterizam amplas possibilidades de melhoramento de população através da seleção. É importante observar que a população, a nível de progênies não pode ser melhorada através da seleção para diâmetro de espiga e peso de grãos por espiga, pois nas progênies estudadas, não existe variabilidade genética para estes caracteres.

Não houve diferença significativa entre plantas dentro de progênies, dentro de população, para todos os caracteres.

O coeficiente de variação experimental indica a precisão do ensaio. Neste experimento, de uma maneira geral, observa-se um coeficiente de variação relativamente alto, variando de 12,21% (altura de planta) a 30,16% (peso de espiga despalhada), com exceção do diâmetro de espiga (8,56%). Deve-se considerar que os ensaios foram instalados em local que não apresentavam condições ambientais completamente satisfatório, pois, após a irrigação por inundação, algumas áreas permanceciam exarcadas, como também, não se procedeu o replantio em áreas onde não ocorreu a germinação. Maior precisão nos ensaios de avaliação de famílias é altamente desejável, uma vez que, quanto mais precisamente forem avaliados, melhor será a resposta e o progresso obtido pela seleção.

SANTOS e NASPOLINI FILHO (1986b) encontraram valores dos coeficientes de variação experimental entre 17,56% a 29,60% na população de milho FLINT COMPOSTO NORDESTE, classificados como de precisão média a baixa, conforme critério adotado por GOMES (1978). No esquema de melhoramento utilizado, a variabilidade genética dentro de

progênies, bem como as interações genótipo x ambiente contribuem para a elevação do coeficiente de variação PATERNIANI (1968).

4.2 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS

Na TABELA 2 visualiza-se as estimativas genético-fenotípicas, obtidas a nível de plantas para o caráter peso de espigas despalhadas ou produção, da variância genética entre populações (δp^2), da variância genética entre genótipos (δg^2), da variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipo, dentro de população (δi^2), da variância genética aditiva (δa^2); da variância ambiental (δe^2), da variância fenotípica (δf^2) e o coeficiente da variação genética (CVg%) nas duas populações, analisadas conjuntamente.

Observando-se os dados da TABELA 2, vê-se que a variância genética entre progênies para o peso de espiga despalhada foi de 150,062. MAMEDE (1992) detectou nas populações ESALQ-VD-2 e "flint", os valores de 60,176 e 49,870, respectivamente. Valores ainda mais baixos foram encontrados por SOUZA JÚNIOR et al. (1993) nas populações BR-105 (34,155) e BR-106 (36,416) e por SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986a) que obteve 18,66, AGUIAR (1989) em uma população conseguiu 187,5, resultado este superior ao encontrado nesta pesquisa.

A variância genética aditiva detectadas nas populações em estudo, foi superior aos encontrados por MAMEDE (1992) nas populações ESALQ-VD-2 e "flint", SANTOS (1986b) com 74,65 e SOUZA JÚNIOR et al. (1993) que obteve nas populações de milho BR-105 e BR-106 os valores 136,62 e 145,65, respectivamente. A variância aditiva (750,0) verificada por AGUIAR et al. (1989) superou àquela encontrada nesta pesquisa (600,247).

A estimativa da variância fenotípica à nível de plantas (δf^2) para peso de espiga despalhada está contida na TABELA 2. Este resultado é superado pelo encontrado por SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986b) que apresentou para este caráter 3597,86 e mais

TABELA 2 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas ao nível de planta, para peso de espigas despalhadas (PE) em (g/pl), sendo: variância genética entre populações (δ^2P), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δ^2g), variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos dentro de populações (δ^2i), variância ambiental (δ^2e), variância genética aditiva (δ^2A), variância fenotípica ao nível de planta (δ^2F); e o coeficiente de variação genético (Cvg) em % nas populações de milho (*Zea mays* L.) EPACE M-21 e CMS-451, analisadas conjuntamente, Fortaleza, CE, 1995.

PARÂMETROS	POPULAÇÕES MS-21 e CMS 451
δ^2p	771,65509
δ^2g	150,06176
δ^2i	-197,89125
δ^2e	1341,3414
δ^2a	600,24704
δ^2f	2263,0581
Cvg(%)	10,08975

alto que àqueles encontrados por MAMEDE (1992) que foi de 1251,717 para população ESALD-VD-2 e 1090,352 para população ESALQ-VF-1.

Pode-se verificar na TABELA 3 os parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres: altura da planta e altura de espiga. A variância genética entre progênies nas populações estudadas foi -0,0004626 para altura de planta e 0,0001349 para altura de espiga. Houve uma sobrepujança das populações ESALQ-VD-2 (0,006) e ESALQ-VF-1 (0,007) estudadas por MAMEDE (1992), quando se refere a altura e altura de espiga. SANTOS et al. (1990) obteve em três populações os valores 54,44; 40,80 e 64,32 para altura de planta. Os resultados referentes a altura de espiga foram: 29,83; 18,32 e 22,10. Valores mais altos foram registrados por LEMOS et al. (1992) alcançando 72,353 para altura de planta e 59,389 para altura de espiga. Quanto a variância genética aditiva as populações apresentaram para altura de planta 0,03299 e altura de espiga 0,01812. MAMEDE (1992) encontrou valores semelhantes ao desta pesquisa. SANTOS et al. (1990) encontraram o valor de 217,77 para altura de planta e 119,31 para altura de espiga na população ESALQ-PB1. LEMOS et al. (1992) obtiveram 289,41 para altura de planta e 237,558 para altura de espiga. Estes autores na população do milho Dentado Composto detectaram os valores de 187,6164 e 204,5184 para altura de planta e altura de espiga, respectivamente. Esses valores estão de acordo com os encontrados por TOSELLO et al. (1987) que verificou variância genética aditiva para altura de planta 187,85 e altura de espiga 122,08.

As estimativas da variância fenotípica à nível de plantas individuais para os citados caracteres (δF^2) também estão expostas na TABELA 3, as quais resultaram em 0,284521 para altura de planta e 0,02228 para altura de espiga. Estes valores superam aos encontrados por MAMEDE (1992) que obteve para altura de planta 0,011 e altura de espiga 0,010. LEMOS et al. (1992) detectaram valores que ultrapassam desta pesquisa, ou seja, 105,16 e 97,93 para o caráter altura de planta e altura de espiga. Em populações semi-exóticas SANTOS et al. (1990) encontrou em três populações resultados que superam em até quatro vezes aos verificados por SANTOS et al. (1994). Estes autores utilizaram as unidades em centímetros nos dois caracteres.

TABELA 3 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos ao nível de planta, para os caracteres: altura de planta (AP) e altura de espiga (AE) em m/pl sendo: variância genética entre populações (δ_p^2), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δ_e^2), variância fenotípica entre indivíduos dentro de genótipos, dentro de populações (δ_i^2), variância ambiental (δ_e^2), variância genética aditiva (δ_A^2), variância fenotípica ao nível de planta (δ_F^2); e o coeficiente de variação genético (Cvg) em (%) nas populações de milho (*Zea mays* L.). EPACE M-21 e CMS-451, analisadas conjuntamente, Fortaleza, CE, 1995.

PARÂMETROS	CARACTERES	POPULAÇÕES
		M-21 e CMS -451
δ_p^2	AP	-0,0004626
	AE	0,000134943
δ_g^2	AP	0,0082485
	AE	0,004530825
δ_i^2	AP	-0,13130926
	AE	-0,00476827
δ_e^2	AP	0,2762729
	AE	0,01761191
δ_A^2	AP	0,032994
	AE	0,0181232
δ_F^2	AP	0,2845214
	AE	0,0222776
Cvg/%	AP	6,678033
	AE	10,517407

Os valores do coeficiente de variação genética para os caracteres peso de espiga despalhada (10,09%), altura de planta (6,68%) e altura de espiga (10,52%) estão relacionados na TABELAS 2 e 3. Estes valores superam os resultados encontrados por.

GONZÁLEZ et al. (1994), em altura de planta (5,16%) e altura de espiga (6,21%) no milho dentado composto, observado no segundo ciclo de seleção. SILVEIRA et al. (1991) conseguiu coeficientes de variação genética de 3,60% e 2,57% para altura de planta e para altura da espiga, estes valores foram 3,10% e 3,66%, nas duas populações de milho híbridos interpopulacionais, respectivamente. O coeficientes de variação genética para peso de espiga despalhada aqui obtido confere com o resultado observado por FREIRE & PATERNIANI (1986) que foi estimado em 10,3% na população ESALQ-VD-2-SI 82. Pelos dados apresentados verifica-se que os coeficientes de variação genética foram bons para os três caracteres, indicando para esta pesquisa, grande quantidade de variabilidade genética.

Para os caracteres da espiga, tais como, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos da espiga, peso de grãos por espiga e peso de 100 sementes foram, 7,01%; 1,90%, 7,15%; 8,00% e 5,33%, respectivamente.

Nota-se que o coeficiente de variação genética relativo ao peso de grãos por espiga foi superior os demais caracteres, superando ao encontrado por GONZÁLEZ et al. (1994) que foi de 6,89% e por SILVEIRA et al. (1991) que em duas populações obteve 4,08% e 7,17%, para o peso de 100 sementes, este autor encontrou valores superiores ao determinado nesta pesquisa.

As estimativas genético-fenotípicas dos caracteres: comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de grãos na espiga, peso de grãos na espiga e peso de 100 sementes estão registrados na TABELA "4".

A variância genética entre progênes de meios-irmãos para o caráter comprimento de espiga foi maior que os dados obtidos por MAMEDE (1992). Com relação ao diâmetro da espiga, os valores nos dois estudos assemelharam-se, e no que diz respeito ao número de grãos na espiga MAMEDE (1992) verificou valores acima do que foi detectado nesta pesquisa, na população ESALQ-VD-2 e, inferior na ESALQ-VF-1. LEMOS et al. (1992) encontrou para peso de grãos da espiga 51,23, superando ao detectado na população em

TABELA 4 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos ao nível de planta, para os caracteres: comprimento da espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE) em cm, número de grãos por espiga (NG) em ud, peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS) em g, sendo: variância genética entre populações (δ_P^2), variância genética entre progênies de meios-irmãos (δ_G^2), variância fenotípica entre indivíduos, dentro de genótipos, dentro de populações (δ_i^2), variância ambiental (δ_e^2), variância genética aditiva (δ_A^2), variância fenotípica ao nível de planta (δ_F^2); e o coeficiente de variação genética (Cvg) em (%) nas populações de milho (*Zea mays* L.). EPACE M-21 e CMS-451, analisados conjuntamente, Fortaleza, CE, 1995.

PARÂMETROS	CARACTERES	POPULAÇÕES-MS-21 e CMS-451
δ_P^2	CE	2,00491272
	DE	0,008993289
	NGE	7407,5894
	PGE	716,570178
	PCS	1,94012172
δ_G^2	CE	1,0600169
	DE	0,006865296
	NGE	734,1331
	PGE	47,4759
	PCS	1,7246032
δ_i^2	CE	-0,6414775
	DE	-0,01020331
	NGE	-333,893
	PGE	-95,6199
	PCS	-1,7079045
δ_e^2	CE	4,718626
	DE	0,13978612

TABELA 4 - (Continuação)

	NGE	8883,178
	PGE	658,4609
	PCS	14,040275
δA^2	CE	4,2400676
	DE	0,0274608
	NGE	2936,5324
	PGE	189,9036
	PCS	6,8984128
δF^2	CE	7,7835556
	DE	0,1556445
	NGE	17024,9
	PGE	1422,5069
	PCS	17,704999
Cvg/%	CE	7,01343
	DE	1,89604
	NGE	7,15339
	PGE	8,00264
	PCS	5,32755

estudo. Para peso de 100 sementes os dados apresentaram-se superiores a população ESALQ-VD-2 (0,891) e coincidentes com a ESALQ-VF-1 (1,718). A variância genética aditiva do comprimento de espiga (4,2401) e diâmetro de espiga (0,02746) superou àqueles encontrados por MAMEDE (1992) quando este trabalhou com duas populações, apresentando os valores 1,908 e 0,008.

No que se refere ao número de grãos da espiga este autor encontrou em valor mais elevado na população ESALQ-VD-2 (3239,392) e mais baixo na ESALQ-VF-1 (2382,920). LEMOS et al (1992) verificou para peso de grãos na espiga (204,52) um valor que superou ao encontrado nesta pesquisa.

A variância fenotípica a nível de plantas individuais (δF^2), no caráter comprimento da espiga nota-se uma supremacia sobre as populações estudadas por MAMEDE (1992). O diâmetro da espiga assumiu valores aproximados a população ESALQ-VD-2 e mais baixos quando comparado a população ESALQ-VF-1. Para o número de grãos da espiga os valores ultrapassaram. A população ESALQ-VD-2 apresentou dados que superou o peso de 100 sementes, enquanto que ESALQ-VD-2 houve uma equivalência. Quando se refere ao peso de grãos LEMOS et al. (1992) verificou um valor bem abaixo (349,02) do que se registrou neste estudo.

4.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO SIMPLES

Os coeficientes de correlação simples para os caracteres peso de espiga despilhada, altura de planta, altura de espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga e peso médio de 100 sementes na população CMS 451 são mostrados na TABELA 5. Para a maioria dos caracteres, as correlações apresentaram-se altamente significativa ($P < 0,01$) e positiva. A correlação peso médio de 100 sementes e número de grãos por espiga foi altamente significativa e negativa. Não houve correlação entre diâmetro e comprimento de espiga.

TABELA 5 - Coeficientes de correlação entre os caracteres: peso de espiga despalhada (PE)(G/PL), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), em m comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), em cm número de grãos por espiga (NGE), peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS), em g na população de milho CMS 451. Fortaleza, CE, 1995.

	AP	AE	CE	DE	NGE	PGE	PMS
PED	0,4008 **	0,4785 **	0,6903 **	0,6558 **	0,6113 **	0,9567 **	0,4777 **
AP	-	0,8404 **	0,2920 **	0,2643 **	0,2424 **	0,4018 **	0,2795 **
AE		-	0,3464 **	0,3472 **	0,3656 **	0,4909 **	0,2531 **
CE			-	0,0676 ns	0,4046 **	0,6463 **	0,3489 **
DE				-	0,3536 **	0,5941 **	0,3547 **
NGE					-	0,67919 **	-0,2342 **
PGE						-	0,4397 **
PMS							-

• e ** - significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente
 ns - não significativo

Registra-se na TABELA 6 todas as correlações na população EPACE M-21. As correlações para todos os caracteres estudados foram altamente significativas ($P < 0,01$) e positivas. A única exceção se fez para a associação peso médio de 100 sementes x número de grãos por espiga, onde "F" apresentou-se não significativo, ao nível de 1%. Para a associação entre altura de planta e produção de grãos, a correlação apresentou-se altamente significativa e positiva para os seguintes autores: ZANETTE & PATERNIANI (1992); HOEN & ANDREW (1959); SCHUSTER et al. (1979); GONZÁLEZ et al. (1994) e LEMOS et al. (1992). Correlações negativas foram encontradas por CRISÓSTOMO & ZINSLY (1977).

LEMOS et al. (1994) na população de milho doce BR-402 observou valores da correlação mais expressivas foram verificadas nos caracteres peso de espiga despilhada x comprimento de espiga.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, à nível de planta (h^2) das duas populações para o caracteres, peso de espigas despalhadas, altura de planta e altura de espiga, encontra-se na TABELA 7. Verifica-se que a herdabilidade, à nível de planta, para altura de espiga apresentou-se bem maior (81,35%) que o peso de espiga despilhada (26,52%) que por sua vez foi superior a altura de planta (11,60%).

Para os caracteres comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, peso de grãos por espiga e peso de médio 100 sementes estão exposto na TABELA 7. Nota-se que o comprimento de espiga (54,47%) sobrepujou os demais caracteres, onde o peso de 100 sementes acusou 39,96%, o diâmetro de espiga (17,64%) e o número de grãos por espiga (17,25%) se equivaleram. O peso de grãos por espiga foi o caráter que teve o menor valor da estimativa do coeficiente de herdabilidade.

As populações aqui pesquisadas, apresentaram uma superioridade da "herdabilidade" em relação dos caracteres comprimento de espiga e peso de espiga despilhada, encontrada por LEMOS et al. (1994) que foram de 9% a 8%, respectivamente. GAMA et al. (1992) encontrou valores de 42%, 15% e 10,08% nas populações de milho CMS 30 (flint), CMS 35 e CMS 33, respectivamente, para o caráter peso de espiga despilhada, em famílias de irmãos-germanos. Valores mais altos dos coeficientes de

TABELA 6 - Coeficientes de correlação entre os caracteres: peso de espiga despalhada (PE) g/pl, altura de planta (AP) e altura de espiga (AE) em m, comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) em cm, número de grãos por espiga (NG) ud, peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS), na população de milho EPACE M - 21. Fortaleza CE, 1995.

	AP	AE	CE	DE	NGE	PGE	PSS
PED	0,3963 **	0,3028 **	0,7842 **	0,6904 **	0,8597 **	0,9721 **	0,3232 **
AP	-	0,7176 **	0,3263 **	0,2379 **	0,3296 **	0,4031 **	0,2507 **
AE		-	0,2630 **	0,1729 **	0,2461 **	0,3161 **	0,2232 **
CE			-	0,3153 **	0,7505 **	0,7522 **	0,1655 **
DE				-	0,5538 **	0,6598 **	0,3295 **
NGE					-	0,8648 **	-0,0055 **
PGE						-	0,3669 **
PSS							-

* e ** - significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

ns - não significativo

TABELA 7 - Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito obtidos à nível de plantas (h^2), em valor absoluto e em percentagem das estimativas, para os caracteres: peso de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP) e altura de espiga (AE), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS), nas populações de milho (*Zea mays* L.) EPACE M-21 e CMS 451, analisadas conjuntamente, Fortaleza CE, 1995.

CARACTERES	POPULAÇÕES MS-21 e CMS - 451	
	h^2	
PE	0,2652371 (26,52%)	
AP	0,11596 (11,60%)	
AE	0,8135167 (81,35%)	
CE	0,5447468 (54,47%)	
DE	0,1764328 (17,64%)	
NG	0,1724845 (17,25%)	
PG	0,1334992 (13,35%)	
PCS	0,3896307 (38,96%)	

herdabilidade foi obtida por MIRANDA FILHO (1992) em quatro populações ou seja, 58,2%; 64,1%; 64,4% e 62,3%, para produção de grãos.

Para os caracteres altura de planta, altura de espiga e peso de grãos por espiga, GONZÁLEZ et al. (1994) conseguiram 40,65%, 56,15% e 10,46%, respectivamente.

RAMALHO et al.(1990) comenta que cada caráter apresenta uma amplitude de valores da herdabilidade que lhe é peculiar. Assim, característica como produção de grãos é muito influenciado pelas condições ambientais e apresentam herdabilidade baixa, normalmente inferior a 40%, outras características como, altura das plantas, peso de sementes, etc, são menos influenciados pelo ambiente e apresentam em consequência herdabilidade mais elevada.

4.4. PROGRESSOS ESPERADOS NA SELEÇÃO

Na TABELA 8 são apresentados os ganhos genéticos esperados (GS), em valor absoluto e em percentagem de média, ao serem aplicadas a seleção entre (10%) progênies de meios-irmãos em ambos os sexos e seleção massal (5%) nos caracteres diâmetro de espiga (DE), número de grãos de espiga (NG), peso de grãos (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS).

Na TABELA 9 visualiza-se os caracteres peso de espiga despalhada (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e comprimento de espiga (CE), nas populações M-21 e CMS-451, analisadas conjuntamente.

Houve uma superioridade do esquema de seleção massal em relação ao esquema de seleção entre progênies de meios-irmãos, para todos os caracteres estudados. Estes resultados são discordantes daqueles encontrados por MAMEDE (1992) nas populações ESALQ-VD-2 e ESALQ-VF-1, para o peso de espiga despalhada. FERRÃO et al.(1992b) detectou na população de milho EMCAPA 201 nos quatro ciclos de seleção ganhos esperados(%) de 7,8; 0,40; 2,60 e 13,40. Observa-se que para o esquema de seleção entre

TABELA 8 - Ganhos genéticos esperados (GS), em valor absoluto e em percentagem de média, quando aplicados a seleção entre (20%) progênies de meios-irmãos (MI) e a seleção massal (SM) 5% em ambos os sexos nos caracteres: diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG), peso de grãos por espiga (PG) e peso médio de 100 sementes (PMS) nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho, analisadas conjuntamente. Fortaleza CE, 1995.

CARACTERES	MS-21 e CMS-451	
	MI	SM
DE	0,0244 (0,56%)	0,1434 (3,28%)
NG	7,8769 (2,08%)	46,3617 (12,24%)
PG	1,7623 (2,05%)	10,3723 (12,05%)
PS	0,5738 (2,33%)	3,3773 (13,70%)

TABELA 9 - Ganhos genéticos esperados (Gs), em valor absoluto e em percentagem de média, quando aplicados a seleção entre (20%) progênies de meios-irmãos (MI) e a seleção massal (SM) 5% em ambos os sexos nos caracteres: peso de espigas despalhadas (PE), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e comprimento de espiga (CE), nas populações EPACE M-21 e CMS-451 de milho, analisadas conjuntamente. Fortaleza CE, 1995.

CARACTERES	MS-21 e CMS-451	
	MI	SM
PE	4,4162 (3,64%)	25,9925 (21,41%)
AP	0,0216 (1,59%)	0,1739 (12,79%)
AE	0,0425 (6,64%)	0,2821 (44,08%)
CE	0,5319 (3,62%)	3,1308 (21,33%)

progênies, o ganho esperado (%) registrado nesta pesquisa, para o caráter peso de espiga despalhada, ultrapassou aos encontrados por FERRÃO et al. (1992a) na população de milho EEL2 (1,46%) no primeiro ciclo de seleção. Valores mais altos foram encontrados por SANTOS et al. (1994) na população de milho BR-105 e BR 106 que foi de 5,9%. SANTOS e NASPOLINI-FILHO (1986a) com a população de milho Dentado Composto (10,34%) e AGUIAR et al. (1989) utilizando a população de milho CMS-39 (10,28%). Aproximando-se do valor do ganho genético de 3,9%, detectado por FREIRE & PATERNIANI (1986) com a população ESALQ VD2 SI 82. Verifica-se na TABELA 8, que o ganho genético referente ao peso de grãos (2,66) foi inferior àqueles encontrados por ARAÚJO (1992) nas populações de milho IAPAR 50 e IAPAR 51 que obteve 3,26 e 3,48% , respectivamente. VALOIS e VENCOVSKY (1983) observou na população de milho Dente paulista e Cateto de Minas Gerais ganhos esperados de 4,61 e 2,22% respectivamente.

4.5 ANÁLISE DE REGRESSÃO MULTILINEAR

O desconhecimento das interrelações entre vários caracteres e a prática da seleção em apenas um caráter de importância agrônômica, freqüentemente resultam em um ganho genético abaixo do desejável no melhoramento de plantas BHATT (1973).

Estudos adicionais referentes ao desdobramento dessas correlações, em efeitos diretos e indiretos, são também fundamentais, principalmente quando informações sobre causa e efeito são desejáveis no estudo realizado.

A equação de regressão multilinear associada ao sistema de causa e efeito, responsáveis pela definição da produção (peso de espiga despalhada) da população de milho EPACE M-21, como está representada na FIGURA 1, se encontra a seguir:

$$Y^1 = -228,4979 + 0,1562 x_1 - 7,3928 x_2 + 5,5893 x_3 + 0,3149 x_4 + 14,9500 x_5 + 2,3730 x_6$$

O coeficiente de correlação múltipla $R = 0,954$ e o de múltipla determinação é $R^2 = 0,909$. Então, podemos concluir que as variáveis do sistema estão estreitamente interrelacionadas e a equação de regressão explica 90,9% das variações da produção.

Os valores exposto na TABELA 10 é interpretado segundo a Fig. 1, apresentando os efeitos diretos e indiretos dos caracteres altura de planta, altura de espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga e peso médio de 100 sementes sobre o peso de espiga despilhada (produção). Os efeitos foram calculados pelo desdobramento das correlações genéticas entre os caracteres acima mencionados.

Os maiores valores das correlações foram observados quando foram correlacionados os caracteres peso de espiga despilhada com o número de grãos por espiga (0,790), seguido de comprimento de espiga (0,768) e diâmetro de espiga (0,653).

Na TABELA 11a, observa-se que a mais alta correlação ocorreu quando houve associação entre altura de planta e altura de espiga (0,681), aproximando-se do comprimento de espiga e número de grãos por espiga. nos demais caracteres os valores da correlação apresentaram-se abaixo de (0,456).

Na TABELA 11b, podemos observar que na análise de variância, a regressão foi altamente significativa, indicando assim, a importância da regressão das variáveis causais do sistema sobre a produção.

Considerando-se os efeitos diretos para a contribuição na produção, nota-se que o caráter número de grãos por espiga obteve um valor maior (0,428) que os demais caracteres, seguido de comprimento de espiga (0,337), diâmetro de espiga (0,290) e peso de 100 sementes (0,236). Para os efeitos indiretos, os caracteres comprimento de espiga e diâmetro de espiga apresentaram maiores valores, quando considerou-se o efeito direto do número de grãos por espiga. A participação deste caráter via efeito indireto foi maior em todos os caracteres, com exceção do peso de 100 sementes.

TABELA 10 - Efeitos diretos e indiretos dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG) e peso médio de 100 sementes (PMS), sobre o peso de espiga despalhada (PE), obtidos a partir do desdobramento dos valores das correlações fenotípicas entre aqueles caracteres e o peso de espiga despalhada (PE), quando consideradas apenas as plantas amostradas da população de milho EPACE M-21. Fortaleza CE. 1995.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento		Valor
			de r_{i61}	Simbologia	
AP x PE	r17	0,378	Efeito direto de AP	P71	0,057262
			Efeito indireto de AP via AE (r12) (P72)		-0,013398
			Efeito indireto de AP via CE (r13) (P73)		0,095691
			Efeito indireto de AP via DE (r14) (P74)		0,071748
			Efeito indireto de AP via NG (r15) (P75)		0,119823
			Efeito indireto de AP via PS (r16) (P26)		0,046819
AE x PE	r27	0,326	Efeito direto de AE	P72	-0,019674
			Efeito indireto de AE via AP (r12) (P71)		0,038995
			Efeito indireto de AE via CE (r23) (P73)		0,080529
			Efeito indireto de AE via DE (r24) (P74)		0,073782
			Efeito indireto de AE via NG (r25) (P75)		0,127526
			Efeito indireto de AE via PS (r26) (P76)		0,025065
CE x PE	r37	0,768	Efeito direto de CE	P73	0,33694
			Efeito indireto de CE via AP (r13) (P71)		0,016262
			Efeito indireto de CE via AE (r23) (P72)		0,004702
			Efeito indireto de CE via DE (r34) (P74)		0,065358
			Efeito indireto de CE via NG (r35) (P75)		0,278161
			Efeito indireto de CE via PS (r36) (P76)		0,076140
DE x PE	r47	0,653	Efeito direto de DE	P74	0,29048
			Efeito indireto de DE via AP (r14) (P71)		0,014144
			Efeito indireto de DE via AE (r24) (P72)		-0,004997
			Efeito indireto de DE via CE (r34) (P73)		0,075811
			Efeito indireto de DE via NG (r45) (P75)		0,194713
			Efeito indireto de DE via PS (r46) (P76)		0,082289

TABELA 10 - (Continuação)

NG x PE	r ₅₇	0,790	Efeito direto de NE	P75	0,42794
			Efeito indireto de NG via AP (r15) (P71)		0,016033
			Efeito indireto de NG via AE (r25) (P72)		-0,005863
			Efeito indireto de NG via CE (r35) (P73)		0,219011
			Efeito indireto de NG via DE (r45) (P74)		0,132268
			Efeito indireto de NG via PS (r56) (P76)		0,000236
PS x PE	r ₆₇	0,456	Efeito direto de PS	P76	0,23646
			Efeito indireto de PS via AP (r16) (P71)		0,011338
			Efeito indireto de PS via AE (r26) (P72)		0,002085
			Efeito indireto de PS via CE (r36) (P73)		0,108495
			Efeito indireto de PS via DE (r46) (P74)		0,101087
			Efeito indireto de PS via NG (r56) (P75)		0,000428
<hr/>					
Determinação pelas variáveis do modelo: $R^2(1...6)$ -				0,909	
Determinação por efeito residual : $(Px^2) = 1 - R^2(1...6)$ -				0,091	

1] - Vide material e métodos (figura 1-), representação diagramática dos efeitos.

TABELA 11 - Matriz de correlações (a) e análise da variância da regressão (b) da população de milho amarelo EPACE M-21. Fortaleza, CE. 1995.

a)

	Altura de planta (1)	Altura de espiga (2)	Comprimento de espiga (3)	diâmetro de espiga (4)	nº grãos espiga (5)	peso \bar{X} 100 S (6)	Peso espiga (7)
1	1,000						
2	0,681	1,000					
3	0,284	0,239	1,000				
4	0,247	0,254	0,225	1,000			
5	0,280	0,298	0,650	0,455	1,000		
6	0,198	0,106	0,322	0,348	0,001	1,000	
7	0,378	0,326	0,768	0,653	0,790	0,456	1,000

b)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Sig.
Regressão	6	296046,251475	49341,04191	322,03	0,000
Resíduo	193	29570,989961	153,21756		
Total	199	325617,241436			

Quanto ao caráter altura de espiga, verifica-se que a participação deste para a produção, através tanto dos efeitos diretos com os indiretos é negativa, embora com valores insignificantes.

Para o caráter altura de planta, percebe-se que os valores obtidos para os efeitos diretos e indiretos foram muito baixos. Isto sugere que os caracteres altura de planta e altura de espiga, devido a baixa correlação com a produção não é indicado para seleção de progênies para a produção de grãos, nesta população.

De todos os desdobramentos efetuados pela análise de caminhamento, observa-se um aspecto muito importante é que os mais altos valores foram proporcionados pelos efeitos indiretos via número de grãos por espiga para os caracteres comprimento de espiga, e diâmetro de espiga, além de seu alto efeito direto número de grãos por espiga sobre o peso de espiga despilhada.

A equação de regressão multilinear associado ao sistema de causa e efeito para a população de milho CMS-451, é:

$$Y^1 = -216,5799 - 4,1381x_1 + 0,1180x_2 + 6,1100x_3 + 0,3140x_4 + 14,6760x_5 + 2,1318x_6$$

Os coeficientes de correlação múltipla e de múltipla determinação são respectivamente $R = 0,964$ e $R^2 = 0,929$. O primeiro indica a existência de estreitas associações entre as variáveis e o segundo que a regressão das mesmas explica 92,9% das variações da produtividade.

O desdobramento em efeitos diretos e indiretos dos coeficientes das correlações genótípicas entre os caracteres em estudo, conforme o diagrama causal apresentado na Fig. 1, encontra-se na TABELA 12.

Entre os caracteres envolvidos no desdobramento das correlações, o número de grãos por espiga mostrou a mais alta correlação com o peso de espiga despilhada (0,841), sendo seguido pelo comprimento de espiga (0,818) e diâmetro de espiga. (0,687). O número

TABELA 12 - Efeitos diretos e indiretos dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (NG) e peso médio de 100 sementes (PMS), sobre o peso de espiga despalhada (PE), obtidos a partir do desdobramento dos valores das correlações fenotípicas entre aqueles caracteres e o peso de espiga despalhada (PE), quando consideradas apenas as plantas amostradas da população de milho CMS-451. Fortaleza, CE. 1995.

Relação Estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de r _i 61	Simbologia	Valor
AP x PE	r17	0,333	Efeito direto de AP	P71	-0,018661
			Efeito indireto de AP via AE (r12) (P72)		0,036599
			Efeito indireto de AP via CE (r13) (P73)		0,099471
			Efeito indireto de AP via DE (r14) (P74)		0,073736
			Efeito indireto de AP via NE (r15) (P75)		0,084911
			Efeito indireto de AP via PS (r16) (P76)		0,056599
AE x PE	r27	0,281	Efeito direto de AE	P72	0,043261
			Efeito indireto de AE via AP (r12) (P71)		-0,015787
			Efeito indireto de AE via CE (r23) (P73)		0,079877
			Efeito indireto de AE via DE (r24) (P74)		0,064591
			Efeito indireto de AE via NG (r25) (P75)		0,056343
			Efeito indireto de AE via PS (r26) (P76)		0,052407
CE x PE	r37	0,818	Efeito direto de CE	P72	0,36978
			Efeito indireto de CE via AP (r13) (P71)		-0,00502
			Efeito indireto de CE via AE (r23) (P72)		0,009344
			Efeito indireto de CE via DE (r34) (P74)		0,088598
			Efeito indireto de CE via NG (r35) (P75)		0,293617
			Efeito indireto de CE via PS (r36) (P76)		0,061554
DE x PE	r47	0,687	Efeito direto de DE	P74	0,285800
			Efeito indireto de DE via AP (r14) (P71)		-0,004814
			Efeito indireto de DE via AE (r24) (P72)		0,009777
			Efeito indireto de DE via CE (r34) (P73)		0,114632
			Efeito indireto de DE via NG (r45) (P75)		0,204342
			Efeito indireto de DE via PS (r46) (P76)		0,077371
NE x PE	r57	0,841	Efeito direto de NG	P75	0,39678
			Efeito indireto de NG via AP (r15) (P71)		-0,003993
			Efeito indireto de NG via AE (r25) (P72)		0,006143
			Efeito indireto de NG via CE (r35) (P73)		0,273637
			Efeito indireto de NG via DE (r45) (P74)		0,147187
			Efeito indireto de NG via PS (r56) (P76)		0,021344

TABELA 12 - (Continuação)

PS x PE	r67	0,477	Efeito direto de PS	P76	0,19057
			Efeito indireto de PS via AP (r16) (P71)		-0,005542
			Efeito indireto de PS via AE (r26) (P72)		0,011897
			Efeito indireto de PS via CE (r36) (P73)		0,119439
			Efeito indireto de PS via DE (r46) (P74)		0,116035
			Efeito indireto de PS via NG (r56) (P75)		0,044439

Determinação pelas variáveis do modelo: R^2 (1.....6) - 0,929

Determinação por efeito residual (P^2x)= 1- R^2 (2.....6) - 0,071

1) Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

de grãos mostrou-se também altamente correlacionado com o comprimento de espiga (TABELA 13a). Nesta tabela observa-se que a correlação foi alta entre altura de planta e altura de espiga (0,846).

A análise de variância da população de milho CMS-451, esta exposta na TABELA 13b. Ver-se que o valor de "F" foi altamente significativo, mostrando assim, a importância da regressão das variáveis causais do sistema sobre a produção (peso de espiga despalhada).

O mais alto efeito direto sobre o peso de espiga despalhada foi proporcionado pelo número de grãos por espiga (0,397). O efeito direto não correspondeu à magnitude do valor do coeficiente de correlação com número de grãos por espiga ($r = 0,841$), sendo influenciado indiretamente via diâmetro de espiga (0,147) e comprimento de espiga (0,274), principalmente.

O caráter altura de planta apresentou um valor baixo e negativo para o efeito direto sobre a produção. Para os efeitos indiretos, os valores permaneceram baixos e negativos quando associados a todos os caracteres.

Para a altura de espiga os valores apresentaram-se baixos, tanto nos efeitos diretos como indiretos.

O número de grãos por espiga apresentou maior correlação que os demais nos seus efeitos indiretos nos caracteres comprimento de espiga e diâmetro de espiga.

O efeito direto do comprimento de espiga foi influenciado pelo número de grãos por espiga. E, o efeito direto do diâmetro de espiga foi influenciado pelo comprimento de espiga e número de grãos por espiga.

MAIA & OSUNA (1994), observaram em progênies de milho derivado do composto flint que para peso de espiga quando considerado como variável base, o comprimento e o diâmetro de espiga apresentaram efeito direto e positivo relativamente alto; 1,00 para comprimento de espiga e 0,77 para o diâmetro.

TABELA 13 - Matriz de correlação (a) e análise da variância da regressão (b) da população do milho branco (CMS 451). Fortaleza, CE. 1995.

a)

	Altura planta (1)	Altura espiga (2)	Comprimento espiga (3)	Diâmetro espiga (4)	Número grãos (5)	Peso X 100 S (6)	Peso espiga (7)
1	1,000						
2	0,846	1,000					
3	0,269	0,216	1,000				
4	0,258	0,226	0,310	1,000			
5	0,214	0,142	0,740	0,515	1,000		
6	0,297	0,275	0,323	0,406	0,112	1,000	
7	0,333	0,281	0,818	0,687	0,841	0,477	1,000

b)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Sig
REGRESSÃO	6	318183,321747	53030,55362	423,85	0,000
RESÍDUO	193	24147,688596	125,11756		
TOTAL	199	342331,010344			

DUARTE & ADAMS (1972) detectaram que para a produção de feijão havia uma preponderante influência direta do caráter número de vagens, mesmo quando a seleção era feita para os caracteres número de semente por vagem e peso de semente.

SHARMA et al. (1973) demonstraram que em cevada o caráter número de rebentos por planta, apesar de apresentar alta correlação positiva com a produção de grãos, apresentava efeito direto negativo sobre a produção, demonstrando que a seleção baseada somente neste caráter seria provavelmente tendenciosa.

PAIVA et al. (1982) trabalhando com seringueira notaram que a altura da planta apresentou um valor direto baixo e negativo (-0,41) sobre a produção, e que a alta correlação (0,79) apresentada (altura de planta x produção) é devida principalmente aos efeitos indiretos, via espessura da casca e diâmetro dos vasos.

Trabalhando com mudas de guaraná (Paullinea cupana var. sorbilis), NASCIMENTO FILHO et al. (1993), verificaram altos valores dos efeitos indiretos via diâmetro do ramo para os caracteres comprimento do ramo (0,817), área foliar (0,905) e peso seco da parte aérea (0,944), além de seu alto efeito direto sobre o peso da raiz (0,973). Isso explica, de forma segura, a alta correlação com o peso seco da raiz ($r = 0,945$).

Nesta pesquisa, o número de grãos na espiga apresentou altos valores dos efeitos indiretos com a maioria dos caracteres, além do seu alto efeito direto sobre o peso de espiga despilhada, explicando assim a alta correlação com a produção, observado antes do desdobramento.

Pode-se apontar o número de grãos na espiga como importante caráter para seleção indireta da magnitude do peso de espiga despilhada, sendo portanto a melhor característica para a seleção indireta.

5 - CONCLUSÃO

- 1 - As populações de milho EPACE M-21 e CMS-451 apresentaram alta variabilidade genética para todos os caracteres, exceto no que se refere ao caráter altura da planta, mostrando assim, a possibilidade de selecionar material com alto potencial genético, para estes caracteres.
- 2 - As progênies dentro das populações comportaram-se diferentemente em relação a todos os caracteres, exceto para diâmetro de espiga e peso de grãos na espiga. Isto mostra ser possível selecionar linhas de diferentes potenciais genéticos, em ambas as populações, para os caracteres mencionados.
- 3 - Os caracteres peso de espiga despilhada e número de grãos na espiga apresentaram altos valores relacionados a variância genética aditiva (σ^2_A), sugerindo ser possível a obtenção de altos ganhos genéticos para estes caracteres, através da seleção.
- 4 - Os coeficientes de herdabilidade foram maiores para altura de espiga, comprimento da espiga, seguido pelo peso médio de 100 sementes, evidenciando assim, que para estes caracteres as possibilidades de melhoramento com ganhos genéticos são mais acentuados.
- 5 - Os altos valores obtidos para efeitos diretos e indiretos, foram proporcionados pelo caráter número de grãos na espiga, na população EPACE M-21. Podendo-se apontar o número de grãos na espiga como sendo bom critério para seleção indireta para o peso de espiga despilhada.

- 6 - Na população CMS-451 os mais altos valores proporcionados pelos efeitos diretos para o caráter número de grãos. Com relação aos efeitos indiretos o caráter comprimento de espiga apresentou o mais alto valor.
- 7- Para a população EPACE M-21 a equação de regressão multilinear apresenta um coeficiente de determinação multilinear ($R^2 = 0,909$), indicando que as variáveis explicam 90,9% da variação do peso de espiga despilhada. Desta forma, os caracteres avaliados poderão ser usados como critérios de seleção para o peso de espiga despilhada.
- 8 - Também, na população CMS-451, verifica-se que a regressão multilinear mostra um coeficiente de determinação multilinear de $R^2 = 0,929$, demonstrando que as variáveis explicam 92,9% das variações do peso de espiga despilhada. Assim, os caracteres estudados poderão ser utilizados como critério de seleção para o peso de espiga despilhada.

6 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACOSTA, A.E., CPRANE, P.L. Further selection for lower ear height in maize. Crop Science, Madison, v.12, n.2, p.165-167, 1972.
- AGUIAR, P. A. de, RAMALHO, M A P, MAGNAVACA, R. et al. Avaliação de progênes de meios- irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente. Pesq. agropec. bras. , Brasília, v.24, n.6, p.727-732, jun.1989.
- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgar Blucher, 1971 - 381 p.
- ANDERSON, V. L., KEMPTHORNE, O. A model for the study quantitative inheritance Genetics, v.39, p.883-889, 1954.
- ARAÚJO, P. M. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações de milho Iapar 50 e Iapar 51. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 9, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Centro de Eventos São José, 1992 - 318p. p. 25-38.
- ARRIEL, E. F., PACHECO, C. A.P. , RAMALHO M. A.P. Avaliação de famílias de meios- irmãos da população de milho CMS-39 em duas densidades de semeadura. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.28, n.7, p.849-854, jul.1993a.
- ARRIEL, E. F., RAMALHO, M. A. P., PACHECO, C. A. P. Expected and realized gains in the CMS-39 maize population after three cycles of halfsib family selection. Rev. brasil. genet. São Paulo, v.16, n.4, p.1013-1018, dez.1993b.
- BASU, A.K. Note on variability and heritability estimates from a winter season sorghum cross. Indian Journal agricultural science, New Delhi, v.41, n.12, p.116-117, 1971.

- BADWDAL, S.S. Correlation between grain and fodder yield in jowar. Madras agricultural journal. v.58, n.6, p.531-553, 1971.
- BEAVER, L.W., LAMBERT, R.J. Genetic control of modified endosperm texture in opaque-2. Crop Science, Madison, v.22, n.6, p.1.095-1.098, 1982.
- BERNARDO, R. Retention of genetically superior lines during early-generation testcrossing of maize. Crop Sci. Madison, v.32, n.4, p.933-937, jul/aug. 1992.
- BHATT, G.M. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. Euphytica, Dordrecht, v.22, p. 388-343, 1973.
- BRENNER, D., CARVALHO, F. I.F., FEDERIZZI, L. C. Estimates of combining ability for grain yield in maize populations. Rev. brasil. genet. São Paulo, v.14, n.4, p.1.001-1.009, dez, 1991.
- BURGESS, J. C., WEST D.R. Selection for grain yield following selection for ear height in maize. Crop Sci., Madison, v.33, n.4, p. 679-682, jul/ago., 1993.
- CAMARGO, C. E. de O., FERREIRA FILHO, A. W. P., ROCHA JÚNIOR, L. S. Melhoramento do trigo; XXVII. Estimativas de variância, herdabilidade e correlações em populações híbridas para produção de grãos, tolerância à toxicidade de alumínio e altura das plantas. Bragantia, Campinas, v.51, n.1, p.21-30, 1992.
- CARMO, C.M. Avaliação de progênies de meios-irmãos em populações heterogêneas de milho (Zea mays L.). Piracicaba, 1969. 48p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP, 1969.
- CHUNG, J. H., LIANG, G. H. L. Some biometrical studies on nine agronomic traits in grain sorghum (Sorghum bicolor L.) Can. J. Genet. Cytc., Manhattan, v.22, p.228-296, 1970.
- COCKERHAM, C. C. An extension of the concept of partitioning hereditary variance for analysis of colvariances among relatives when epistasis is present. Genetics, v.39, p.859-882, 1954.

- COMSTOCK, R.E., ROBINSON, H.F. Genetic parameters, their estimation and significance. Proc. sixth inter grassland cong., 1952, 284-291...
- CRAFTS-BRANDNER, S.J., PONELEIT Selection for seed growth characteristics: effect on leaf senescence. Crop. Sci., Madison, v.32, n.1, p.127-131, jan/feb, 1992.
- CRISÓSTOMO, J. R. , ZINSLY, L.R.Estimação de parâmetros genéticos em duas populações de milho (Zea mays L.):relatório científico do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "LUIZ DE QUEIROZ". Piracicaba: ESALQ, 1977. p. 33-37.
- CROSSA, J.,GAUCH, H.G., ZOBEL, R.W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize trials. Crop. Sci., Madison, v.30, n.3, p.493-500, may/jun., 1990.
- DEWEY, D. R., LU, K.H. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat-grass seed production. Agronomy journal, v.51, p. 515-508,1959.
- DUARTE, R.A., ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (Phaseolus vulgaris L.)Crop. Sci., Madison, v.12, p.579-582,1972.
- DUDLEY, J.W., MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop. Sci., Madison, v.9, n.3, p.257-261, may/jun, 1969.
- DUQUE-VARGAS, P., GRANADOS, G. e. Inheritance of tolerance to soil acidity in tropical maize. Crop. Sci., Madison, v.34, n.1, p.50-54. jan/fev. 1994.
- ECKEBIL, J.P., ROSS, W.M., GARDNER, C.O. et al. Heritability estimates, genetic correlations, and predicted gains from S1 progeny tests in three grain sorghum random mating populations. Crop. Sci., Madison, v.17, p.373-377, 1977.
- EYHERABIDE, G. H., HALLAUER, A. R. Reciprocal full-sib recurrent selection in maize: I. direct and indirect responses. Crop. Sci., Madison, v.31, n.4, p.952-959, jul/aug,1991.

- FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Tradução por M.A. Selva e J.C. Silva. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279p. Tradução de: Introduction a la genética quantitativa.
- FANOUS, M.A., WEIBEL, D. E. MORRISON, R.D. Quantitative inheritance of some head and seed characteristics in soghum. Crop. Sci., Madison, v. 11, n.6., P. 787-789, nov/dez., 1971.
- FERRÃO, R.G., GAMA, E.E.G., SANTOS, J.A.C., Dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos na população de milho EEL2. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Resumo ... Porto Alegre : SAA/SCT, ABMS, 1992a. p. 21.
- FERRÃO, R.G., GAMA, E.E.G., SANTOS, J.A.C. et al. Quatro ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na variedade de milho Emcapa 201. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Resumo...Porto Alegre: SAA/SCT, ABMS, 1992b, p.32.
- FRANÇA, J. G. E. de. Análise genética e capacidade de combinação de alguns caracteres agronômicos e de qualidade de grão em sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Recife : Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, 1983. 3p.
- FREIRE, E. C., PATERNIANI, E. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população de milho Esalq VD2-SI82, em condições de inverno. Rev. brasil gent., São Paulo v.9, n.3, p.459-465, set., 1986.
- GAMA, E. E. G., GUIMARÃES P. E. de O., MAGNAVA, R. et al. Avaliação das capacidades geral e específica de combinação em sete populações de milho da América latina. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.27, n.8, p.1167- 1172, ago, 1992.
- GAMA, E.E.G., PACHECO, C. A. P., SANTOS, M.X. et al. Perspectivas de utilização no melhoramento de três populações de milho (*Zea mays* L.) de ciclo superprecoce. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Resumo... Porto Alegre : SAA/SCT/ABMS, 1992. p.40.

- GERADI, I.O., VENKOVSKY, R., MIRANDA, J.B. Processos para estimação dos componentes de covariância entre caracteres avaliados com números diferentes de indivíduos por parcela: relatório científico do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "LUIZ DE QUEIROZ". Piracicaba: ESALQ, 1977, p.33-37.
- GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramento genético de las plantas. Fitotecnia Latino Americana, v.5 p.1-8, 1968.
- GOMES, F. P.. Curso de estatística experimental. 8. ed., Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1978.
- GONZÁLEZ, P. A. DE, LEMOS, M. A., RAMALHO NETO, C. E. et al. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais em dois ciclos de seleção no milho dentado composto. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.29, n.3, p.419-425, mar.1994.
- GRANADOS, G. PANDEY, S., CEBALLOS, M. Response to selection for tolerance to acid soils in a tropical maize population. Crop. Sci., Madison, v.32, n.5, p.1.127-1.131, sep/oct. 1992.
- HANSON, C. H. , ROBINSON, H.F., COMSTOCK, R.E. Biometrical studies of yield in segregating populations of Korean lespedize. Agron. jour., v.48, p.268-272, 1956.
- HOEN, K.; ANDREW, R.H. Performance of corn hybrids With various rations of flint-dent germoplasm. Agronomy journal, Madison, v.51, p. 451-454, 1959.
- HUSSAIN, M.K., KHAN. Correlation studies in sorghum sudangrass hybrid forage. Sabrao Newsletter. v.5, n.1, p.51-53. 1973.
- JOHNSON, H. W., ROBINSONS, H. F., COMSTOCK, R. E. Estimates of genetic and enviromental variability in soybeans. Agronomy, v.47, p.314-318, 1955.
- KARPER, R.E., QUINBY, J.P. Hybrid vigor in sorghum. J. hered. v.28, p.83-91, 1937.
- KEERATINJAKAL, V., LAMKEY, K. R. Responses to reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. Crop. Sci., Madison, v.33, n.1, p.33-37, jan./feb 1993.

- KEMPTHORNE, O., An introduction to genetic statistics. New York: John Wiley e Sons 1957. 545p..
- KHAN, A.W., KHAN M.N.V., BEOHAR, D.C. Estimates of genetic variability and correlation coefficients of some biometrics caracteres in rainfed wheats. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, v.42, n.7, p.557-561, 1972
- LAMB, E. M., DAVIS, D.W., ANDOW, D. A. Mid-parent heterosis and combining ability of European corn borer resistance in maize. Euphytica, Dordrecht, v.72, n. 1-2, p.65-72. 1994.
- LEMOS, M.A., ARCOVERDE, A.S.S., TABOSA, J.N.et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios-irmãos da população de milho doce BR-402. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994. Goiânia. Resumos ... Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.23.
- LEMOS, M. A., GAMA, E. E. G, OLIVEIRA, A. C.et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais em progênies de milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.27, n.12, p.1.563-1569, dez.1992.
- LI, C.C. Path analysis - a primer. USA, Boxwood Press, 1975. 346p
- LIANG, G.H.L., WALTER, T.L. Heritability estimates and gene effects for agronomic traits in grain sorghum. Crop. Science , Madison, v.8, n.1, p.77-81, 1968.
- LIANG, G.H.L., OVERLEY, C.B., CASADY, A.J. Interrelations among agronomic characters in grain sorghum Crop Sci., Madison, v 9, p.299-302, 1969.
- LINNIK, V.M., YASTREBOV, F.S., LITUN, P.O. Heritability and the correlation between some characters in F1 sorghum hybrids. Nauch. tr. v.kr. NII rasteniievodstva, selektssii i genet. v.10, n.11, p. 75-79, 1971.
- LONC, W. Variability and heritability of morphological characters in sosghum. II. Heritability of morphological assessment of sorghum populations. Hodowla Roslin Aklimatyzacja i Nasciennictwo, v.13, n.5-6, p.401-402, 1972.
- MACIEL, G. A. , LIMA, M. M. de A., FRANÇA, G. E. de, et al. Heterose e capacidade de combinação em sorgo granífero para cultivo em solos ácidos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 9, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Centro de Eventos São José, 1992. 318p. p.97-119.

- MAIA, J.D.G., OSUNA, J.A. Análise da trilha para características da espiga de progênes endogâmicas S1 de milho derivado do composto FLINT. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994. Goiânia. Resumos... Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.85.
- MAMEDE, F.B F. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em duas populações de milho (*Zea mays* L.) opaco. Piracicaba, 147p. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1992.
- MARTIN, st. S.K., LOESCH JÚNIOR, P.J.; DEMOPULOS - RODRIGUEZ, J.T. et al. Selection indices for the improvement of opaque-2 maize. Crop science, Madison, v.22, n.3, p.478-485, 1982.
- MEHTA, H. SARKAR, K. R., Heterosis for leaf photosynthesis, grain yield and yield components in maize. Euphytica, Dordrecht, v. 61, n.2, p.161-168, 1992.
- MIRANDA FILHO, J. B., Introduced in a brazilian maize breeding program. Rev. Brasil. Genet., São Paulo, v.15, n.3, p.631-642, set, 1992.
- MIRANDA FILHO, J.B. Introdução de germoplasma exótico de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: SAA/ABMS, 1992. p.31.
- MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative analysis of a cross between populations and their derived generations. Rev. brasil. genet., São Paulo, v.14, n.2, p.547-561, jun. 1991.
- MIRANDA FILHO, J.B., PATERNIANI, E. Intra and interpopulation genetic parameter estimates and implications in selection. Rev. Brasil. Genet., São Paulo, v.6, n.1, p.15-27, mar. 1983.
- MISHRA, G.P. Variability studies in dwarf weat. Mysore journal of agricultural sciences, v.5, n.1, p.82-87, 1971.
- MOLL, R.H., STUBER, C.W., HANSON, W.D. Correlated responses and responses to index selection involving yield and ear height of maize. Crop Science, Madison, v.15, n.2, p.243-247, 1975.
- MORELLO, C.L., SANTOS, M.X., RAMALHO, M.A.P, et al Estimativas de variâncias ambientais genéticas para caracteres de produção na população de milho CMS-39. In:

- CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS, 1992. p.39.
- MOTTO, M. Heritability and interrelations of seed quality and agronomic traits in a modified opaque-2 synthetic variety maize (*Zea mays* L.). Maydica, Bergamo, v.024, p.193-202, 1979.
- NAPHADE, D.S. Correlation and path analysis for some characters contributing to fodder yield in sorghum. Indian j. Agroc. Sci., v.42, n.9, p.790-791, 1972.
- NASCIMENTO FILHO, F. J. do, ANDO, A., CRUZ, C.D. et al Análise de caminhamento em mudas de guaraná. Pesq. agropec. bras. Brasília, v.28, n.4, p.452, abr.1993.
- NASS, L.L., MIRANDA FILHO, J.B. Análises genéticas de populações de milho avaliadas por cruzamento dialélico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre Resumos... Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS, 1992. p.33
- ORDÁS, A. Heterosis in crosses between American and Spanish populations of maize. Crop Sci., Madison, v.31, n.4, p.931-935, jul/aug. 1991.
- PAIVA, J. R. de, ROSSETI, A. G., GONÇALVES, P. S. de. Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. Pesq. Agropec. bras. Brasília, v.17, n.3, p. 433-440, mar. 1982.
- PARRAGA, M.S. Estudo da heritabilidade e correlações fenotípicas em tomateiro. Viçosa, 73p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1963
- PARODA, R.S., JOSHI, A.B. Correlations, path coefficient and the implications of discriminant function for selection in wheat (*Triticum aestivum*) Heredity, Oxford, v.25, p.383-392, 1970.
- PATTERNIANI, E. Selection among and within half-sibs families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.) Crop. Science, Madison, v.7, n.3, p.212-218, 1967.
- POLLAK, L.M., TORRES-CARDONA, S., SOTOMAYORRIOS, A. Evaluation of herotic patterns among Caribbean and tropical X temperate maize populations. Crop Sci., Madison, v.31, n.6, p.1.480-1.483, nov/dec., 1991.
- RAMALHO, M.A.P., SANTOS, J.B., PINTO, C.A.B.P. Genética na agropecuária. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Livroceres, 1990. 359p.

- RANGEL, P.H.N. Correlações fenotípicas, genotípicas, de ambiente e coeficientes de trilha em variedades de arroz (Oryza sativa L.) Viçosa, 44p. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1979.
- REGAZZI, A.J., SILVA, J.V. THIEBAUT, J.T.L. et al. Variâncias, covariâncias e correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas num composto de milho (Zea mays L.). Revista Ceres, Viçosa, v.27, n.149, p.32-46, 1980.
- REIS, F.P., SILVA, J.C., REGAZZI, A.J. et al. Herdabilidades, correlações e índices de seleção em milho (Zea mays L.). Revista Ceres, v.29, n.163, p.268-283, 1982.
- RODRIGUEZ, O.A., HALLAUER, A.R. Variation among fall-sib families of corn for different generations of inbreeding. Crop. Sci., Madison, v.31, n.1, p.43-47, jan./feb., 1991.
- ROOD, S.B., MAJOR, D.J. Diallel analysis of leaf number, leaf development rate and plant height of early maturing maize. Crop. Sci., Madison, v.21, n.6, p.867-873, 1981.
- RUSCHEL, R., ESTEVES, A., SANTOS, G. Melhoramento do híbrido (Zea mays L.) EMGOPA-504 via seleção recorrente recíproca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS, 1992. p.39-50.
- SALAZAR, A. M., HALLAUER, A. R. Divergente mass selection for ear length in maize. Rev. Brasil. Genet., São Paulo, v.9, n.2, p.281-294, jun. 1986.
- SANTOS, M. X. dos, NASPOLINI FILHO, V.. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (Zea mays L.) dentado composto nordeste. Rev. brasil. genet., São Paulo, v.9, n.2, p.307-319, jun. 1986a.
- SANTOS, M.X. dos, NASPOLINI FILHO, V.. Estimativas de parâmetros genéticos para peso de espigas na população de milho "Flint composto nordeste". Pesq. agropec. bras., Brasília, v.21, n.7, p.739-746, jul.1986b.
- SANTOS, M. X. dos, MIRANDA FILHO, J. B. de, SOUZA JÚNIOR, Cláudio Lopes de. Potencial genético de duas raças brasileiras de milho para fins de melhoramento. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.25, n.10, p.1.489-1.500, out.1990.

- SANTOS, M.X., PACHECO, C.A.P., GUIMARÃES, P.E.O., et al. Seleção recorrente recíproca com progênies de meios-irmãos interpopulacionais obtidas alternadamente em plantas não endogamas e endógamas In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994. Goiânia. Resumos...Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.5.
- SHARMA, R.C., BHATNAGAR, S.M., BHATNAGAR, V.K. et al. Path coefficient analysis of grain and fodder yields, and selection indices in 6-row barley. Indian J. Agric. Sci., New Delhi, v. 43, n. 4, p.308-385, 1973.
- SAWAZAKI, E. OSUNA, J.A. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população composto flint do milho (*Zea mays* L.) Científica, São Paulo, v.2, n.3, p.223-230, 1975.
- SCHNICKER, B. J., LAMKEY, K. R. Interpopulation genetic variance after reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. Crop. Sci., Madison, v.33, n.1, p.90-95, jan./feb., 1993.
- SCHUSTER, W., CERNJVL, Z., POSSELT, V. Correlations between various characters of inbred strains of corn and the relationship between inbred strains and their hybrids tested at three different ecological locations. Theoretical and applied genetics, Berlin, v.35, p.35-47, 1979.
- SILVEIRA, M. G., SILVA, J. C., REGAZZI, A. J. et al. Avaliação da variabilidade genética de híbridos crípticos interpopulacionais de milho em dois ciclos de seleção recorrente recíproca. Revista Ceres, Viçosa, v.38, n.217, p.217-228, maio/jun, 1991.
- SINGH, H., RAI, B. Effect of br-2 dwarfing gene on physiological parameters in maize. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, v.49, n.3, p.168-173, 1979.
- SINGH, M.B., SINGH, P.B., KHANNA, A.N. Variability and correlation studies in wheat. Madras agricultural journal, v.60, n.4, p.252-255, 1973.
- SINGH, K.B., MEHNDIRATTA, P.R. Genetic variability and correlation studies in cowpea. Indian journal of genetics, v.29, n.1, p.104-109, 1969.
- SOUZA JÚNIOR, C. L. de, Comparisons of intra-interpopulation, and modified recurrent selection methods. Rev. Brasil. Genet, São Paulo, v.16, n.1, p.91-105, mar.1993.
- SOUZA JÚNIOR, C. L. Respostas esperadas de linhagens S_1 e da depressão por endogamia à seleção intrapopulacional em milho In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E

- SORGO, 20,1994. Goiânia. Resumos...Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994, p.5. SOUZA JÚNIOR, C .L., SANTOS, M. X., MAGNA V.A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos na interpopulação de milho BR-105 X BR 106 e suas implicações no melhoramento. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.28, n.28, p.473-479, abr. 1993.
- SPRAGUE, G.F., TATUM, L.A. General versus specific combining ability in single crosses of corn . J. Amer. Soc. Agron. , v.34, p.923-932, 1942
- TOLEDO, J. F. F. de, Mid parent and coefficient of parentage as predictors for screening among single crosses for their inbreeding potencial. Rev. brasil. genet., São Paulo, v.15, n.2, p.429-437, jun, 1992.
- TOLLENAAR, M., DWYER, L.M., STEWART, D.W. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in ontario. Crop. Sci., Madison, v.32, n.2, p.432-438, mar./abr., 1992.
- TOSELLO, G.A., SOUZA JÚNIOR, CL., GERALDI, I.O. Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres de planta e da qualidade do grão em uma população de milho opaco (Zea mays L.). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". v.44, n.1, p.627-642, 1987.
- TOZETTI, A.D., OSUNA, J.A., MORO, J.R. et al. Avaliação genética de progênies de meios-irmãos de "Top Cross" de composto dentado (Zea mays L.) no período da seca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19,1992. Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS, 1992. p.27.
- VALDIVIA - BERNAL, R., HALLAUER, A. R. Estimates of genetic homeostasis in maize. Rev. brasil. genet., São Paulo, v.14, n.2, p.483-499, jun.1991.
- VALOIS, A. C., VENCOVSKY, R. Efeito da seleção nassal estratificada em duas populações de milho e na heterose dos seus cruzamentos. Pesq. agrop. bras., Brasília, v.18, n.10, p.1.099, 1.107, out.1983.

- VASAL, S. K., SRINIVASAN, G. C. F.G. Heterosis and combining ability of CIMMYT'S tropical X subtropical maize germplasm. Crop. Sci., Madison, v.32, n.6, p.1.483-1.489, nov./dez., 1992.
- VELANKER, S.V., SINGH, S.P., SHRIVASTAVA, M.S. Utilization of heritability values in phenotypic selection in common wheat under rainfed condition. JNKVV Reserarch journal, v.6, n.2, p.162-163, 1973.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. . Melhoramento e Produção do Milho no Brasil.2.ed. Piracicaba: Fundação Cargil, 1987. 409p. p.137-214.
- VICENTE, F. M. S., HALLAUER, A. R.. Inbreeding depression rates of materials derived from two groups of maize inbred lines. Rev. Brasil. genet., São Paulo, v.16, n.4, p.989-1.001, dez 1993.
- VIRK, D.S., VERMA, M.M. Relative importance of grain yield components in brea wheat. (T. aestivum L.). Wheat information service. v.35, p.11-14, 1972.
- WARNER, J.N. A method for estimating heritability. Agronomy Journal, Madison, v.44,n.8, p.427-430, 1952.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. Journal Agricultural Research, v.20, p.557-585, 1921.
- ZANETTE, V.A., PATERNIANI, E. Efeito do gene braquítico-2 em populações melhoradas de milho de porte baixo. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.27, n.8, p.1173-1181, ago.1992.
- ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. Agronomy Journal, Madison, v.34, n.1, p.30-47, 1942.