**CARACTERES CORRELACIONADOS COM A PRODUÇÃO
E SUAS ALTERAÇÕES NO MELHORAMENTO GENÉTICO
DO MILHO (*Zea mays* L)**

RENATO SERGIO BORGES PEREIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. João Rubens Zinsly

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Pereira, Renato Sergio Borges

P436c Caracteres correlacionados com a produção e suas
alterações no melhoramento genético do milho (Zea mays
L.). Piracicaba, 1990.
99p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Milho - Característica agrônômica - Produção -
Correlação 2. Milho - Melhoramento I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.15

CARACTERES CORRELACIONADOS COM A PRODUÇÃO E SUAS
ALTERAÇÕES NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO MILHO (*Zea mays* L.)

RENATO SERGIO BORGES PEREIRA

Aprovada em 04/12/90

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Rubens Zinsly

ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

ESALQ/USP

Dr. Manoel Xavier dos Santos

EMBRAPA/CNPMS

Prof. Dr. João Rubens Zinsly

Orientador

A meus pais e irmã dedico.

A Rita, ao Willian e nossas futuras
heranças.

AGRADECIMENTOS

Desejo apresentar aqui meus sinceros agradecimentos às pessoas e entidades que tornaram possível a realização deste trabalho:

.. Prof. Dr. João Rubens Zinsly pela amizade e por ter sido um orientador claro e objetivo que com seu admirável empenho me deu grande orientação;

.. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de estudos concedida desde os tempos de graduação;

.. Aos Docentes do Departamento de Genética da ESALQ/USP, por todos os ensinamentos recebidos;

.. Prof. Dr. José Roberto Moro pelos vários esclarecimentos fornecidos sobre experimentação;

.. Aos colegas do curso de pós-graduação pelo espírito de coleguismo demonstrado;

.. Aos funcionários do Departamento de Genética, em especial aos Srs. Valter Pompmayer, Valdemar Beltrame e Antonio Serrano pela colaboração e ajuda fornecida na instalação e colheita dos ensaios.

SUMÁRIO

	página
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas e Quadros.....	x
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	xi
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Metodologias já utilizadas.....	3
2.2. Caracteres que mostraram alteração.....	4
2.2.1. Altura da Planta, Altura da Espiga e Acamamento.....	4
2.2.2. Prolificidade.....	6
2.2.3. Número de Ramificações do Pendão.....	10
2.2.4. Ângulo Foliar.....	13
2.2.5. Outros Caracteres.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1. Materiais.....	18
3.1.1. Variedades Indígenas.....	18
3.1.2. Variedades Melhoradas.....	19
3.1.3. Híbridos Comerciais.....	22
3.2. Métodos.....	24
3.2.1. Caracteres Avaliados.....	24
3.2.2. Análise Estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Alterações ao longo do período estudado.....	31

4.1.1. Caracteres de produção.....	32
4.1.2. Uniformidade e velocidade de germinação....	34
4.1.3. Número de dias para o florescimento.....	35
4.1.4. Acamamento, Altura da planta, Altura da espiga, e relação altura da espiga/altura da planta.....	37
4.1.5. Eficiência de Produção.....	38
4.1.6. índice de "bonecas" e Prolificidade.....	40
4.1.7. Número de Ramificações do pendão.....	41
4.1.8. Área Foliar e Ângulo Foliar.....	42
4.1.9. Outros caracteres.....	44
4.2. Correlações entre os caracteres estudados e ideó- tipo.....	46
4.2.1. Caracteres de produção.....	46
4.2.2. Uniformidade e velocidade de germinação....	47
4.2.3. Número de dias para o florescimento.....	49
4.2.4. Acamamento.....	51
4.2.5. Altura da planta, Altura da espiga e relação altura da espiga/altura da planta.....	52
4.2.6. Eficiência de produção e Área foliar.....	53
4.2.7. índice de "bonecas" e prolificidade.....	56
4.2.8. Número de ramificações do pendão.....	57
4.2.9. Ângulo foliar.....	58
4.2.10. Outros caracteres.....	60
5. CONCLUSÕES.....	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
APÊNDICE.....	77

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 - Evolução % da Produção de Grãos.....	86
Figura 2 - Evolução % da Eficiência de Produção.....	86
Figura 3 - Evolução % do Peso de 100 Grãos.....	87
Figura 4 - Evolução % do Comprimento de Espigas.....	87
Figura 5 - Evolução % do Diâmetro de Espigas.....	88
Figura 6 - Evolução % do Diâmetro do Sabugo.....	88
Figura 7 - Evolução % do Número de Fileiras de Grãos.....	89
Figura 8 - Evolução % do Número de Grãos por Fileira.....	89
Figura 9 - Evolução % do Comprimento do Grão.....	90
Figura 10 - Evolução % do Número de Grãos por Espiga.....	90
Figura 11 - Evolução % da Unif. e Vel. de Germinação.....	91
Figura 12 - Evol. % do Número de Dias para Florescimento.....	91
Figura 13 - Evolução % do Acamamento.....	92
Figura 14 - Evolução % do Diâmetro da Região do Colo.....	92
Figura 15 - Evolução % do Diâmetro Superior do Colmo.....	93
Figura 16 - Evolução % da Porcent. de Raízes Adventícias.....	93
Figura 17 - Evolução % do índice de "Bonecas".....	94
Figura 18 - Evolução % da Prolificidade.....	94
Figura 19 - Evol. % do Número de Ramificações do Pendão.....	95
Figura 20 - Evolução % do Número Total de Folhas.....	95
Figura 21 - Evol. % do Número de Folhas Acima da Espiga.....	96
Figura 22 - Ev % da Porcent. de folhas acima da Espiga.....	96
Figura 23 - Evolução % da Área Foliar.....	97
Figura 24 - Evolução % da Altura da Planta.....	97
Figura 25 - Evolução % da Altura da Espiga.....	98

Figura 26 - Evolução % da Relação AE/A'' (1).....98

Figura 27 - Evolução % do Ângulo Foliar.....99

LISTA DE TABELAS E QUADROS

	página
Tabela 1 - Resultados referentes a produção e caracteres de produção.....	80
Tabela 2 - Resultados referentes aos caracteres agronômicos.....	81
Tabela 3 - Significância do Teste F para tratamentos e desdobramentos.....	82
Quadro 1 - Significância das correlações entre produção e os caracteres de produção.....	83
Quadro 2 - Significância das correlações entre os caracteres agronômicos.....	84
Quadro 3 - Significância das correlações entre a produção e caracteres de produção com os caracteres agronômicos.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	- Porcentagem de Acamamento
AE	- Altura da Espiga (m)
AF	- Ângulo Foliar (graus)
AR	- Área Foliar (cm ²)
AP	- Altura da Planta (m)
CE	- Comprimento da Espiga (mm)
CG	- Comprimento do Grãos (mm)
DC	- Diâmetro Superior do Colmo (mm)
DE	- Diâmetro da Espiga (mm)
DF	- Número de Dias Para o Florescimento
DI	- Diâmetro da Região do Colo (mm)
DS	- Diâmetro do Sabugo (mm)
EF	- Eficiência de Produção (g/cm ² de AF)
FA	- Número de Folhas Acima da Espiga
(i)	- Relação entre AE/AP
IB	- índice de "Bonecas"
NF	- Número de Fileiras de Grãos
NG	- Número de Grãos por Espiga
NGF	- Número de Grãos por Fileira
NT	- Número Total de Folhas
PC	- Peso de 100 grãos (g)
P	- Produção de Grãos (ton/ha)
PRO	- índice de Prolificidade
PFA	- Porcentagem de Folhas Acima da Espiga
RA	- Porcentagem de Plantas com Raízes Adventícias Aéreas
RP	- Número de Ramificações do Pendão
VG	- Uniformidade e Velocidade de Germinação (nota)

CARACTERES CORRELACIONADOS COM A PRODUÇÃO E SUAS
ALTERAÇÕES NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO MILHO (*Zea mays* L.)

Autor : RENATO SERGIO BORGES PEREIRA

Orientador : PROF. DR. JOÃO RUBENS ZINSKY

RESUMO

Conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de estudar caracteres agronômicos correlacionados com a produção, suas alterações ao longo do melhoramento genético e fazer uma proposição de ideotipo para milho. Avaliaram-se materiais de épocas diferentes do melhoramento, ou seja, variedades indígenas, variedades melhoradas e híbridos comerciais. Foram estudados 27 caracteres, sendo que destes, 9 foram considerados como caracteres de produção e os 18 restantes como caracteres agronômicos.

Os resultados mostraram que o melhoramento genético do milho conduziu a alterações na produção de grãos, eficiência de produção, prolificidade, acamamento, altura da planta, altura da espiga, relação entre altura da espiga e altura da planta, número de ramificações do pendão, área foliar, ângulo foliar, número de dias para o florescimento, porcentagem de raízes adventícias aéreas e índice de "bonecas".

A produção e os caracteres de produção, correlacionaram-se positivamente com a uniformidade e velocidade de germinação, índice de "bonecas", prolificidade, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e eficiência de produção e negativamente com o número de dias para o florescimento, acamamento, número de ramificações do pendão, relação entre altura da espiga e altura da planta, ângulo foliar e diâmetro da região do colo.

Com base nas correlações observadas dos caracteres estudados com a produção de grãos, pode-se propor o seguinte ideotipo para milho: planta mais precoce e que ao mesmo tempo apresente um maior período de enchimento de grãos. A planta deverá ser mais prolífica, com menor área foliar e com folhas mais eretas, a fim de aumentar a eficiência de produção e permitir aumento na densidade populacional, visando alcançar o índice de área foliar ótimo para a cultura. Além disso, deverá apresentar a relação entre a altura da espiga e da planta na faixa de 0,45 a 0,50, isto é, ter a posição relativa da espiga na planta mais baixa. Também apresentar pendão com menor número de ramificações e ter um maior número de folhas acima da espiga, na faixa de 8 a 9, a fim de reduzir o acamamento e também permitir aumento na densidade populacional.

Dentre os caracteres agronômicos estudados os mais importantes foram a prolificidade, o acamamento, o número

de ramificações do pendão e a eficiência de produção, devido a suas correlações com a produção e com os demais caracteres de produção.

TRAITS CORRELATED WITH THE YIELD AND ITS CHANGES
ALONG THE GENETIC CORN (*Zea mays* L) BREEDING

Author: RENATO SERGIO BORGES PEREIRA

Adviser: Prof Dr. JOÃO RUBENS ZINSKY

SUMMARY

The present study was made to study agronomic traits correlated with the yield, its changes along the genetic corn breeding and to do a proposition of corn ideotype. Evaluated materials from different breeding eras, indigenan varieties, breeder varieties and commercial hybrids. Studied 27 traits, that those, 9 were yield traits and 18 agronomic traits.

The results showed that the genetic breeding changed the grain yield, yield efficiency, prolificacy, stalk lodging, plant height, ear height, relation between ear height and plant height, number of tassel ramifications, foliar area, foliar angle, days to flower, adventitious roots percentage and "silk" index.

The yield and/or the yield traits had positive correlations with the germination uniformity and velocity, "silk" index, prolificacy, leaves number, leaves number above the ear and yield efficiency and negative correlations with the days to flower, stalk lodging, number

of tassel ramification, relation between ear height and plant height, foliar angle and colus area diameter.

With base in the correlations observed among the traits studied and the yield, suggest a ideotype for corn: earlier plant that show a bigger grain filling period. This plant should have more prolificacy, with less foliar area and upright leaves, for increasing the yield efficiency and to support a bigger population density, with the objective of obtaining the ideal foliar area index for the culture. Besides, should show the relation between the ear height and the plant height from 0,45 to 0,50, or to have a shorter relative ear position. This plant should need to have a less number of tassel ramification and more leaves above the ear, from 8 to 9 for reducing the stalk lodging and to make easy the increase in the populational density, and to reduce the relation between ear height/plant height.

Among the agronomic traits studied, the most importants were the prolificacy, the stalk lodging, the number of tassel ramifications and the yield efficiency, due its correlations with the yield and with the others yield traits.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais estudadas do ponto de vista do melhoramento genético. O objetivo principal dos programas de melhoramento em milho é o aumento na produção de grãos.

Contudo, de alguns anos para cá, tem sido dada grande ênfase ao estudo dos caracteres agrônômicos correlacionados com a produção de grãos em milho. Além disso, também tem sido dado destaque a alterações ocorridas nos caracteres agrônômicos ao longo do melhoramento. Assim, através do estudo destas alterações pode-se saber quais são os caracteres agrônômicos mais importantes para serem utilizados em programas de melhoramento, com a finalidade de síntese de novos híbridos ou variedades. Estes estudos são úteis também para a formulação de ideotipos.

Portanto, os objetivos do presente trabalho foram:

- estudar as alterações nos caracteres agronômicos ao longo do melhoramento genético do milho;

- determinar os caracteres agronômicos correlacionados com a produção e

- formulação de ideotipo para milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura registra uma série de trabalhos envolvendo componentes de produção em milho. Procurou-se, porém, fazer uma revisão de literatura seletiva, objetivando relatar os trabalhos mais importantes, de acordo com os objetivos pré-fixados.

2.1. - Metodologias já utilizadas

Basicamente, existem três tipos de metodologias para o estudo de caracteres agronômicos e suas alterações devido ao melhoramento no milho. Estas metodologias, já utilizadas, são as que se seguem.

LABATE (1984), utilizou materiais representativos de quatro épocas do melhoramento, ou seja, variedades indígenas, variedades pouco melhoradas, variedades melhoradas e híbridos comerciais.

MEGHJI et alii (1984), dividiram um período de 40 anos em três épocas (1930, 1950 e 1970), escolhendo materiais representativos para cada uma das épocas.

RUSSEL (1985b), comparou os híbridos sintetizados após sete ciclos sucessivos de seleção recorrente, detectando alterações em alguns caracteres agronômicos.

Assim, para tal estudo, pode-se utilizar materiais representativos de épocas específicas ou avaliar as alterações ocorridas após ciclos sucessivos de seleção para produção de grãos.

2.2. Caracteres que mostraram alteração

Alguns caracteres já foram relatados como mostrando alteração ao longo do período do melhoramento ou correlação com a produção de grãos. Para facilidade de compreensão, tais observações serão divididas em partes.

2.2.1. - Altura da planta, altura da espiga e acamamento

RUSSEL (1984) fez um estudo comparando a performance agronômica de cultivares de milho representativos do período de 1922 até 1980. Tal período foi dividido em épocas e para cada época foi feito um estudo de quatro cultivares. Ganhos altamente significativos para resistên-

cia ao acamamento foram observados para os híbridos simples de 1930 em relação as variedades de polinização aberta (1922 a 1930). A partir de 1930, não foram observados ganhos significativos para este caracter. De 1922 a 1970, houve um aumento significativo da resistência ao quebramento do colmo. A partir de 1970 até 1980 não ocorreram mudancas significativas para este caracter. O autor conclui que o melhoramento provocou alterações na tolerância ao acamamento e quebramento. Também conclui que parte do aumento da tolerância a altas densidades de plantio é devido a maior resistência ao acamamento dos híbridos modernos.

MEGHJI et alii (1984) compararam o comportamento de linhagens e híbridos representando três épocas, ou 40 anos de melhoramento (1930, 1950 e 1970). As alturas de planta e de espiga diminuíram no período de 1950 a 1970. O acamamento também diminuiu, ao longo das épocas estudadas. Também se concluiu que o aumento na densidade de plantio deveu-se a alterações em caracteres agronômicos, sendo um deles o acamamento.

É interessante ressaltar que já foram conduzidos programas de melhoramento específicos para a redução da altura da planta através do gene braquítico. São muito conhecidos os trabalhos de Paterniani utilizando tal gene (PATERNIANI, 1978a; PATERNIANI, 1980a; RISSI et alii, 1976; PATERNIANI & RISSI, 1976). Todos estes trabalhos

indicam que a redução na altura da planta conduz a redução no acamamento com possibilidade de aumento na densidade populacional. Isto pode ser observado pelo relatado por JOHNSON et alii (1986), que utilizando seleção recorrente, conseguiram reduzir a altura de planta da população Tuxpeno Crema I, em 2,4% por ciclo (282 cm para 179 cm). A densidade populacional ótima, que conduz a melhor produção, aumentou de 48.000 para 64.000 plantas/ha, um aumento de 2,1% por ciclo. Também, a produção de grãos apresentou um aumento de 4,4% por ciclo.

Portanto, alterações na altura da planta, altura da espiga ou no acamamento tem como consequência principal a mudança na densidade populacional ótima.

2.2.2. Prolificidade

A prolificidade tem demonstrado ser um dos componentes mais interessantes em programas de melhoramento e apresentado alta correlação com a produção. Porém, somente nas últimas três décadas tem sido dada importância a este carácter.

COLLINS et alii (1965) e LONNQUIST (1967) relataram que durante muitos anos a maior parte das variedades e híbridos do "corn belt" foram selecionadas para a produção de uma única espiga. COLLINS et alii (1965) sugeriram três motivos para se ter desconsiderado a prolifici-

dade durante tanto tempo. (1) Para a colheita manual era mais fácil a existência de uma única espiga, do que mais de uma. (2) As sementes plantadas eram de plantas com uma única espiga, tendendo a perpetuar este caracter. (3) As exposições de milho ("corn shows"), muito populares antes do advento do milho híbrido, davam valor a espigas grandes, provenientes de plantas com uma única espiga.

Estudos posteriores vieram a comprovar as alterações ocorridas na prolificidade com o aumento na produção de grãos. LONNQUIST (1967) observou que a seleção massal para prolificidade numa cultivar de milho aumentou a produção em 6,28% por ciclo, enquanto que quando se realizou seleção somente para alta produção de grãos, o ganho foi de 2,68% por ciclo.

Outros autores se interessaram em observar como se diferenciavam vários ciclos de seleção com respeito a caracteres morfológicos, sendo um deles a prolificidade.

MOLL & KAMPRATH (1977), compararam as mudanças em caracteres agronômicos após 10 ciclos de seleção recorrente com famílias de irmãos germanos. Utilizando três densidades de plantio, observaram que o aumento na prolificidade propiciou um aumento marcante na produção. A prolificidade foi encarada como o componente da produção mais importante.

GARDNER (1977) observou um ganho de produção de 5 % ao ano após oito gerações de seleção para prolificidade. Procurando associar o ganho que se obtém selecionando para prolificidade, MARECK & GARDNER (1979) estudaram seleção massal para prolificidade. Os autores concluíram que dez ciclos de seleção para prolificidade equivalem a um nível de produtividade alcançado com quinze ciclos de seleção para produção de grãos. Assim, fazendo-se seleção para prolificidade, tem-se um acréscimo na eficiência de 50%.

Vários autores já observaram correlações altamente positivas entre prolificidade e produção de grãos (GOODMAN, 1965; STUBER et alii, 1966; LONNQUIST et alii, 1966). Isto já era conhecido a bastante tempo pois ROBINSON et alii (1951) estudando correlações entre vários caracteres agronômicos, observaram uma correlação de 0,82 entre prolificidade e produção de grãos. Contudo é interessante notar que além da prolificidade correlacionar-se com a produção de grãos, ela correlaciona-se também com outros caracteres agronômicos, como o tamanho do pendão (GERALDI et alii, 1985; SOUZA JR et alii, 1985), eficiência na retirada e translocação do Nitrogênio, taxa fotossintética e volume radicular (MOTTO & MOLL, 1983). RUSSEL & EBERHART (1968) observaram que os materiais prolíficos apresentam maior estabilidade de produção do que os materiais não prolíficos. BUREN et alii (1974) mostraram que os materiais prolíficos tem menor taxa de "barreness" (plantas sem espi-

ga); sendo este um dos fatores pelos quais os materiais prolíficos suportam maior densidade populacional. RUSSEL (1968) observou que híbridos prolíficos, em altas densidades de semeadura apresentaram 3% de "barreness", enquanto que híbridos não prolíficos apresentaram 11,9% de "barreness". UNDERSANDER (1987) concluiu que híbridos prolíficos são mais tolerantes a deficiência hídrica e outras condições adversas, do que híbridos não prolíficos.

Em virtude da ampla correlação que a prolificidade tem apresentado com a produção de grãos e outros caracteres agronômicos, vários melhoristas e pesquisadores tem proposto seu uso em programas de melhoramento e desenvolvido métodos baseados na prolificidade. É o caso da Seleção Massal para Prolificidade (PATERNIANI, 1978b), Seleção Recorrente Recíproca com progênes de meios irmãos obtidas em plantas prolíficas (PATERNIANI & VENCovsky, 1978), Seleção Recorrente Recíproca com progênes de irmãos germanos (EBERHART et alii, 1973) e da Seleção Recorrente Recíproca com famílias de meios-irmãos obtidas alternadamente de plantas não endógamas e endógamas (SOUZA JR, 1987). SEGOVIA & PATERNIANI (1986) apresentaram os resultados de quatro ciclos de seleção massal para prolificidade, desenvolvidas no cultivar Piranão VF-1. A prolificidade aumentou em 22,58% e a produção em 15,4%. SINGH et alii (1986) relataram os resultados de quatro ciclos de seleção recorrente com progênes de irmãos germanos, observando um

ganho de 4,5% por ciclo para produção.

Portanto, a prolificidade tem demonstrado ser um dos caracteres agronômicos mais importantes, por sua evolução e correlação com a produção de grãos e demais caracteres agronômicos de interesse.

2.2.3. Número de Ramificações do Pendão

Este caracter demonstrou alteração ao longo do melhoramento. MEGHJI et alii (1984), compararam alterações morfológicas ocorridas durante três épocas do melhoramento (1930, 1950 e 1970). Foi observada redução no número de ramificações do pendão durante este período, sendo que as linhagens passaram de 14,2 para 8,5 e os híbridos simples de 15,9 para 9,7 ramificações.

Os efeitos do pendão na produção de grãos já foram observados por vários autores, alguns dos quais demonstraram aumento na produção de grãos com a remoção deste (GROGAN, 1956; HUNTER et alii, 1969; SANFORD et alii, 1965; BUREN et alii, 1974; MOCK & SCHUVETZ, 1974).

Durante anos procurou-se determinar a natureza da correlação entre o tamanho do pendão e a produção de grãos. GROGAN (1956) argumentou que o pendão é o primeiro órgão reprodutivo a funcionar na planta, começando a exigir

nutrientes essenciais antes da espiga ter se desenvolvido totalmente. Observou também, que nas plantas despendoadas, o florescimento feminino ocorria 2 a 3 dias antes das não despendoadas. Assim, para este autor, o despendoamento coloca à disposição da espiga um maior fluxo de nutrientes, sendo a correlação negativa do pendão com a produção de grãos devido a competição por nutrientes disponíveis e este efeito é, tão mais severo quanto mais adversas forem as condições.

Todavia, outros autores lançaram a hipótese de que as respostas positivas na produção associadas ao despendoamento, resultaram também da redução no sombreamento das partes superiores, principalmente em altas densidades populacionais. HUNTER et alii (1969) verificaram que quando o pendão foi removido e logo após recolocado na planta, de maneira a não competir por nutrientes, as plantas tiveram produção semelhante às não despendoadas. Por outro lado, verificaram que com a remoção definitiva do pendão inteiro ou das ramificações laterais, houve aumento na produção. Em tais condições, segundo eles, o único fator explicativo para tais respostas seria a redução do sombreamento.

Com a utilização de citoplasma macho-estéril, procurou-se dar melhores justificativas para a correlação entre produção e tamanho do pendão. Assim, ROGERS &

EDWARDSON (1952) constataram maior produção nas plantas macho-estéreis. DUVICK (1958) constatou que a utilização de macho-esterilidade acarretou redução significativa no número de plantas sem espiga ("barreness") em híbridos cultivados em densidades superiores a 54.380 plantas por hectare. JOSEPHSON & KINGER (1962) verificaram que, em 20 casos estudados, as plantas macho-estéreis superaram as normais em produção somente em condições adversas. BRUCE et alii (1966) constataram a superioridade de plantas macho-estéreis devido principalmente a produção de maior número de segundas espigas. Nesta época havia muita controvérsia sobre como o pendão influenciava a produção.

Correlacionando o tamanho do pendão com outros caracteres agronômicos e fisiológicos, ANDERSON (1967) observou que híbridos prolíficos tinham metade da concentração de ácido indol acético (AIA) no pendão, em relação a híbridos não prolíficos. O autor concluiu que a prolificidade se manifesta com a redução na dominância apical, via AIA, pela redução no tamanho do pendão. MULEBA et alii (1983) consideraram que a redução na dominância apical é o fator responsável pelo aumento na produtividade com a remoção do pendão ou com o uso de macho-esterilidade.

Mais recentemente, SOUZA JR et alii (1985) observaram influência marcante do pendão na manifestação da produtividade. Os autores observaram correlação negativa entre número de ramificações do pendão e prolificidade e

número de ramificações do pendão e produção. Concluiu-se que o pendão correlaciona-se com a produção via 'prolificidade'. Desta forma, plantas com pendão reduzido produzem menos AIA, manifestando a prolificidade e aumentando a produção de grãos.

Aprofundando mais o estudo da correlação entre tamanho do pendão e produção de grãos, GERALDI et alii (1985) estimaram a herdabilidade para o caracter número de ramificações do pendão na população Centralmex, encontrando um coeficiente de herdabilidade de 45,8% para as condições do trabalho. Devido a este alto coeficiente de herdabilidade, métodos simples de seleção são eficientes para alterar as características do pendão. Também, dentre os caracteres do pendão, concluiu-se que o número de ramificações é o mais indicado para ser usado devido a sua fácil visualização.

2.2.4. Ângulo Foliar

Os estudos realizados com este caracter tem mostrado que o ângulo foliar tem passado por alterações ao longo do processo do melhoramento. No trabalho de MEGHJI et alii (1984) constatou-se que o ângulo foliar diminuiu de 0,75 radianos (42,9 graus) para 0,56 radianos (32,1 graus), no período estudado.

PENDLENTON et alii (1968) iniciaram os estudos da correlação entre ângulo foliar e produção de grãos. Usando duas versões de um híbrido simples, contrastantes com relação à orientação das folhas (versão com folhas horizontais e versão com folhas verticais, obtida pela introdução do gene "liguleless-2"), obtiveram uma vantagem na produção de grãos, para o tipo com folhas verticais de cerca de 41%.

Procurando avaliar o comportamento destas versões em diferentes densidades populacionais, WHIGHAM & WOOLLEY (1974) as avaliaram em 4 densidades populacionais (de 39.305 a 88.959 plantas por hectare). Os resultados obtidos não indicaram diferenças significativas entre as duas versões em nenhuma densidade. Entretanto, a produção de grãos por unidade de área foliar, indicou que o tipo com folhas verticais foi o mais eficiente em todas as densidades estudadas. Resultados similares foram obtidos por ARIYANAYAGAN et alii (1974) comparando quatro gerações de seleção genotípica bidirecional para ângulo foliar, em quatro densidades de plantio.

Contudo, HICKS & STUCKER (1972) avaliaram 18 híbridos com diferentes inclinações de folhas, em diferentes densidades populacionais. A correlação entre ângulo foliar e produção de grão foi levemente negativa para a densidade de plantio mais baixa, tendendo a zero na densi-

dade mais alta. Estes resultados indicaram que altas produções e folhas horizontais são mais correlacionados com baixas densidades populacionais. Quando os híbridos foram agrupados em três classes de orientação de folha (verticais, intermediárias e horizontais), não mostraram resposta diferencial ao aumento da densidade populacional.

Nota-se uma grande discrepância entre estes trabalhos nas correlações entre ângulo foliar e produção obtidas. Segundo TREMBATH & ANGUS (1975) esta discrepância é devida a diferentes graus de sensibilidade ao autossombreamento entre as cultivares avaliadas. MOCK & PEARCE (1975), argumentam ainda que os genótipos avaliados nesses estudos não possuem o tipo correto de orientação de folhas, isto é, folhas rígidas, que são eretas em todo seu comprimento. O uso de baixas densidades populacionais não permitiu a obtenção de índices de área foliar suficientemente alta para que os genótipos com folhas verticais expressassem seu completo potencial de produção. Além disso, a orientação das folhas não é a única característica que limita a produção em altas densidades. PEPPER et alii (1977), acreditam também que os espaçamentos entre linhas que estão sendo usados são muito largos, o que também foi discutido por PEREIRA & ZINSLY (1983). Ademais, conforme observado mais recentemente, o aumento na penetração de luz na cultura do milho tem outros efeitos. OTTMAN & WELCH (1988) promoveram suplementação de luz em milho, através de

lâmpadas fluorescentes, com o objetivo de observar os efeitos na produção, nutrientes e senescência. Verificou-se que o acúmulo de carboidratos na planta aumentou, havendo um acréscimo no acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na ordem de 90, 90 e 30% respectivamente. A produção de grãos aumentou no mesmo nível, de 10,6 para 16,3 toneladas por hectare. Além disso, houve aumento no peso de grãos, grãos por espiga e espigas por planta (prolificidade) na ordem de 11, 14 e 25% respectivamente.

Assim, estes trabalhos sugerem que quando se altera o ângulo foliar, deve-se procurar também alterar o índice de área foliar através do aumento populacional. Assim, não é somente um caracter que está envolvido, mas sim um conjunto de caracteres que devem ser levados em consideração para que se possa obter os resultados esperados.

2.2.5. Outros Caracteres

Basicamente, os caracteres apresentados anteriormente são os mais exaustivamente discutidos na literatura. Contudo, alguns trabalhos registram outros caracteres agronômicos que são correlacionados com a produção de grãos ou mostrando alteração ao longo do melhoramento.

MEGHJI et alii (1984) observaram que o período de enchimento de grãos aumentou ao longo do melhoramento. Os autores verificaram também que as plantas permaneceram verdes durante mais tempo ("stay green") com o melhoramento.

LEITE (1985), avaliando três ciclos de seleção recorrente para precocidade, obteve um ganho de 4,48 dias por ciclo, sem alterações significativas na produção de grãos, quebrando assim a correlação positiva entre ciclo e produção. Sobre este assunto, JOHNSON et alii (1986) também relataram diminuição do número de dias para florescimento e aumento na produção de grãos na população "Tuxpeno Crema I", quando selecionada para redução na altura da planta.

CROSBIE (1982) relatou aumento na eficiência fotossintética, estudando híbridos do "corn belt" americano. Igualmente, LABATE (1984), observou o mesmo para variedades indígenas, variedades pouco melhoradas, variedades melhoradas e híbridos comerciais de milho.

Portanto, a literatura registra estes caracteres, como sendo os principais correlacionados com a produção e mostrando alterações ao longo do melhoramento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Para a realização deste estudo, foram utilizadas variedades de milho indígenas, variedades de milho melhoradas e híbridos comerciais de milho. As sementes das variedades indígenas e das variedades melhoradas foram obtidas no INSTITUTO DE GENÉTICA da ESALQ/USP. As sementes dos híbridos comerciais foram obtidas diretamente das empresas produtoras de sementes.

3.1.1. Variedades Indígenas

Foram utilizadas as seguintes variedades indígenas:

- BOLÍVIA II (Morotí)

Apresenta plantas altas, com florescimento

desuniforme e ampla variabilidade genética. Os grãos apresentam endosperma totalmente amiláceo, de cor amarela clara.

- PAG VI (Morotí Guapí PAG VI-A)

Apresenta plantas altas, de florescimento desuniforme e com ampla variabilidade genética. Os grãos são de cor amarela, tendo endosperma totalmente amiláceo.

PATERNIANI & GOODMAN (1977) consideram como raças indígenas ou variedades indígenas somente aquelas que tenham sido aparentemente cultivadas pelos indígenas. Dessa maneira, provavelmente estas raças foram mantidas aproximadamente no mesmo estado desde os tempos pré-colombianos, uma vez que esses milhos não sofreram grandes alterações pela influência dos colonizadores que chegaram após 1492.

3.1.2. Variedades Melhoradas

PATERNIANI et alii (1977) classificaram uma série de populações e variedades desenvolvidas pelo Instituto de Genética da ESALQ/USP. Para o presente estudo foram escolhidas algumas destas variedades, sendo as seguintes:

- ESALQ VF-1

Originalmente denominado de Flint Composto. Obtido através da combinação de populações introduzidas do CIMMYT e apresentando germoplasma de grãos duros, de cor branca e de cor laranja, representativos de raças de Cuba, Colômbia e América Central. Também foram incluídas amostras de milho cateto. Caracteriza-se por apresentar plantas relativamente altas e de boa produtividade, espigas saudáveis e grãos duros de cor laranja (PATERNIANI, 1980b).

- ESALQ VD-2

Originalmente denominado de Dentado Composto. Obtido a partir da combinação de populações introduzidas do CIMMYT e representando germoplasmas de grãos dentados brancos e amarelos, predominando a raça tuxpeno. Caracteriza-se por apresentar plantas altas e de boa produtividade, espigas saudáveis, relativamente grossas com grãos amarelos dentados, largos e compridos (PATERNIANI, 1980b).

- PIRANZO VF-1

Trata-se da versão braquítica da população ESALQ VF-1, sendo o parental doador uma linhagem braquítica originária do México. É representado por germoplasmas de milho de Cuba e da Colômbia, tendo grãos duros de cor

laranja (PATERNIANI, 1980a; POZAR, 1981).

- PIRANÃO VD-2

Trata-se da versão braquítica da população ESALQ VD-2, sendo o parental doador uma linhagem originária do México. É representado essencialmente por germoplasma tuxpeno, de grãos dentados amarelos (PATERNIANI, 1980a; POZAR, 1981).

- ESALQ VF-7

Obtido através da combinação de populações provenientes da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia e Brasil) de germoplasma cateto, de grãos duros e de cor branca e de cor laranja. Caracteriza-se por apresentar plantas de porte médio, boa produtividade, espigas saudáveis e grãos duros, porém segregando para cor branca e cor laranja.

- ESALQ VD-8

Obtido a partir da combinação de populações provenientes da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia e Brasil) de germoplasma tuxpeno, de grãos dentados e de cor branca e de cor amarela. Caracteriza-se por apresentar plantas de porte relativamente médio, boa

produtividade, espigas saudáveis e grãos dentados, porém segregando para cor branca e cor amarela.

3.1.3. Híbridos Comerciais

AG 352 B

Híbrido duplo, braquítico, que nas condições deste estudo apresentou 1,59m de altura de planta e 0,75m de altura de espiga, com florescimento aos 71 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por SEMENTES AGROCERES S/A.

AG 401

Híbrido duplo, que nas condições deste estudo apresentou 2,01m de altura de planta e 1,18m de altura de espiga, com florescimento aos 71 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por SEMENTES AGROCERES S/A.

XL 560

Híbrido duplo, que nas condições deste estudo apresentou 2,11m de altura de planta e 1,14m de altura de espiga, com florescimento aos 67 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por BRASKALB AGROPECUÁRIA BRASILEIRA LTDA.

XL 678

Híbrido duplo, que nas condições deste estudo

apresentou 2,03m de altura de planta e 1,18m de altura de espiga, com florescimento aos 71 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por BRASKALB AGROPECUÁRIA BRASILEIRA LTDA.

GO 1049

Híbrido duplo, que nas condições deste estudo apresentou 2,17m de altura de planta e 1,42m de altura de espiga, florescimento aos 73 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por SEMENTES REIS DE OURO LTDA.

C 606

Híbrido duplo, que nas condições deste estudo apresentou 1,78m de altura de planta e 0,90m de altura de espiga, florescimento aos 64 dias após a semeadura e grãos flinte. Produzido por SEMENTES CARGILL S/A.

AG 7071

Híbrido simples, que nas condições deste estudo apresentou 2,22m de altura de planta e 1,31m de altura de espiga, florescimento aos 71 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por SEMENTES AGROCERES S/A.

AG 8671

Híbrido simples, que nas condições deste

estudo apresentou 2,08m de altura de planta e 1,05m de altura de espiga, florescimento aos 64 dias após a semeadura e grãos meio-dente. Produzido por SEMENTES AGROCERES S/A.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Caracteres Avaliados

No ano agrícola de 1986/87, em 16/11/86, foi instalado no município de Piracicaba-SP, um ensaio envolvendo os 16 tratamentos do presente estudo. O espaçamento utilizado foi de 0,90m entre linhas e 0,20m entre plantas. Foi recomendada a adubação de 300 kg/ha da fórmula 4-14-8 na semeadura e 350 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura aos 40 dias após a semeadura. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com duas repetições, sendo as parcelas constituídas de 4 linhas de 5 metros, contudo, apenas das duas linhas centrais foram tomados os dados deste estudo, a fim de evitar competição entre as parcelas. A população utilizada foi de 55.555 plantas/ha, sendo que para se assegurar isso foi feito desbaste. Para fins de avaliação, os caracteres estudados foram divididos em dois tipos:

a) Caracteres de Produção

Englobam a produção de grãos e os caracteres avaliados após a colheita, ou seja, peso de 100 grãos, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento do grão e número de grãos por espiga.

b) Caracteres Agronômicos

Considerou-se como sendo aqueles avaliados desde a germinação, até a colheita, sendo estes a uniformidade e velocidade de germinação, número de dias para o florescimento masculino, diâmetro da região do colo, diâmetro do colmo na altura da espiga, porcentagem de plantas com raízes adventícias aéreas, índice de "bonecas", número de ramificações do pendão, número total de folhas, número de folhas acima da espiga, porcentagem de folhas acima da espiga, área foliar, ângulo foliar, eficiência de produção, acamamento, prolificidade, altura da planta, altura da espiga e relação entre altura da espiga e altura da planta.

A uniformidade e velocidade de germinação foi avaliada 15 dias após a semeadura, através de notas de 1 a 5 (1=péssimo e 5=ótimo).

O número de dias para o florescimento foi determinado quando 50% da parcela estava em antese.

Os caracteres diâmetro da região do colo, diâmetro do colmo na altura da espiga, número de ramificações do pendão, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e porcentagem de folhas acima da espiga foram determinados durante a antese, tendo sido medidos em 5 plantas por parcela, que estavam em competição completa.

A porcentagem de plantas com raízes adventícias aéreas foi determinada durante a antese pela contagem do número de plantas com raízes adventícias.

Entendeu-se como índice de "bonecas" como o número de inflorescências femininas por planta e estas, após polinizadas, podem dar origem as espigas, se não forem abortadas. O índice de "bonecas" foi avaliado durante a antese, através da contagem do número de inflorescências femininas na parcela e divisão pelo número de plantas da parcela.

Já o caracter prolificidade representa as "bonecas" que foram polinizadas e desenvolveram espiga. Assim, a prolificidade foi avaliada através da contagem do número total de espigas e subsequente divisão pelo número total de plantas.

O ângulo foliar também foi medido durante a antese, representando o ângulo formado entre a folha e o colmo. Tal caracter foi medido em 5 plantas, por parcela,

que estavam em competição completa, utilizando-se a folha média e a folha mais comprida e tirando-se a média.

A área foliar foi medida durante a antese segundo a metodologia proposta por FRANCIS et alii (1969). Assim, inicialmente, na primeira repetição, foram medidos o comprimento e a largura de todas as folhas de cinco plantas em competição completa por parcela. Para se obter o valor da área foliar de cada parcela, na primeira repetição, multiplicou-se o comprimento de cada folha por sua largura, fazendo-se no final o somatório por parcela. Tal somatório foi multiplicado pela constante 0,75, sendo este o valor da área foliar na primeira repetição. Para a segunda repetição, o procedimento foi mais simples. Apenas anotou-se o comprimento e a largura da folha média e da folha mais comprida de cinco plantas também em competição completa. Para a obtenção da área foliar na segunda repetição, foi feito um índice para cada tratamento. Tal índice foi a relação entre o somatório da multiplicação do comprimento pela largura pela constante 0,75 da folha média na segunda repetição, pelo somatório da multiplicação do comprimento pela largura pela constante 0,75 da folha mais comprida na segunda repetição. Tal índice pode ser representado da seguinte maneira:

$$I = \frac{\text{Somatório (Comp} \times \text{Larg} \times 0,75 \text{ da folha média) na 2a. rep.}}{\text{Som. (Comp} \times \text{Larg} \times 0,75 \text{ da folha mais comprida) na 2a. rep.}}$$

$$\text{Som. (Comp} \times \text{Larg} \times 0,75 \text{ da folha mais comprida) na 2a. rep.}$$

Assim, após obtido este índice para cada tratamento, bastou-se multiplicá-lo pelo valor da área foliar dos respectivos tratamentos da primeira repetição para encontrar o valor da área foliar dos tratamentos na segunda repetição.

A produção de grãos foi medida apenas nas duas linhas centrais de cada parcela. A produção foi corrigida para 15,5% de umidade. Não se necessitou de correção para estande.

A eficiência de produção foi obtida simplesmente pela divisão do valor da produção pela área foliar, indicando assim a produção de grão por unidade de área foliar.

O acamamento foi medido durante a colheita, pela contagem do número de plantas acamadas e divisão pelo número total de plantas.

A altura da planta e da espiga foram avaliadas em cinco plantas em competição completa por parcela. Entendeu-se como altura da planta, a altura do solo até a inserção da folha bandeira e altura da espiga, a altura da inserção do primeira espiga.

Todas as parcelas colhidas foram levadas para

laboratório onde foram avaliados os caracteres peso de 100 grãos, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento do grão e número de grãos. Tais caracteres foram avaliados em 10 espigas coletadas ao acaso por parcela.

3.2.2. Análise Estatística

Com a coleta de todos os dados referentes aos caracteres estudados, promoveu-se a análise estatística. Inicialmente fez-se a análise de variância individual, para cada um dos caracteres estudados. Neste caso, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Na análise de variância, dividiu-se os tratamentos em grupos (variedades indígenas, variedades melhoradas e híbridos comerciais), sendo comparados pelo Teste F, nos níveis de 5% e 1% de probabilidade.

Além da análise de variância, todos os caracteres estudados foram correlacionados entre si. Tais correlações foram comparadas, para verificar sua significância, aos níveis de 10% e 1% de probabilidade.

Alguns dos caracteres estudados envolveram contagens e porcentagens. Para sua análise estatística foram transformados, uma vez que não apresentaram

distribuição normal e uniformidade de variâncias. Tais transformações foram feitas segundo recomendado por SNEDECOR & COCHRAN (1980). Assim, os caracteres uniformidade e velocidade de germinação e número de folhas acima da espiga receberam a transformação x . Os caracteres porcentagem de acamamento e porcentagem de plantas com raízes adventícias aéreas tiveram a transformação arco seno x . Os demais caracteres não necessitaram de transformação, uma vez que apresentaram distribuição normal e uniformidade de variâncias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados referentes a produção e caracteres de produção e a tabela 2 os resultados referentes aos caracteres agronômicos. Observa-se que o coeficiente de variação apresentou a amplitude de 2,06% a 15,28%. Segundo GOMES (1985), para os ensaios agrícolas de campo, pode-se considerar como baixos os coeficientes de variação inferiores a 10%, médios quando entre 10 e 20% e altos quando superiores a 20%. Portanto, estes valores indicam uma boa precisão experimental. Comparando isso, com as tabelas 1 e 2 nota-se que dos 27 caracteres estudados, apenas 5 tiveram coeficiente de variação maior que 10%, indicando assim uma boa precisão experimental e também confiabilidade nas discussões e conclusões que serão apresentadas.

4.1. Alterações ao longo do período estudado

Esta discussão será baseada na tabela 3, que mostra a significância do Teste F para tratamentos e para os desdobramentos dos tratamentos em variedades indígenas, variedades melhoradas, híbridos comerciais e grupos. Além da tabela 3, serão utilizadas as figuras 1 a 27 que ilustram a evolução de cada um dos caracteres estudados. Para estes gráficos, considerou-se o grupo das variedades indígenas como sendo o padrão de 100% e os demais grupos, isto é, variedades melhoradas e híbridos comerciais, foram calculados em relação às variedades indígenas, conforme utilizado por CROSBIE (1982).

4.1.1. Caracteres de Produção

A tabela 3 indica que a produção de grãos apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Porém, quando se desdobrou os tratamentos em variedades indígenas, variedades melhoradas e híbridos comerciais, as diferenças encontradas dentro dos grupos não foram significativas. Entretanto, as diferenças entre os grupos foram altamente significativas. Portanto houve aumento de produção com o melhoramento genético do milho. Este aumento de produção com o melhoramento genético, está de acordo com o observado por RUSSEL (1985b), MEGHJI et alii (1984), MOLL & KAMPRATH (1977) e GARDNER (1977).

Isto indica que, para a produção de grãos, as alterações ao longo do melhoramento foram marcantes e significativas. Isto pode ser observado na figura 1. Ela indica que a produção de grãos foi um dos caracteres que apresentaram a maior variação porcentual ao longo do melhoramento. Isto ocorreu basicamente por dois motivos. Em primeiro lugar, a totalidade dos programas de melhoramento que levaram a obtenção das variedades melhoradas e híbridos comerciais, tinham como objetivo principal exatamente o aumento na produção de grãos. De modo que o observado, com relação a evolução da produção de grãos é um reflexo do que ocorreu no melhoramento. Em segundo lugar, a produção de grãos é influenciada por uma grande quantidade de caracteres agrônômicos. Pelo que será considerado mais adiante, vários caracteres apresentam correlação significativa e forte com a produção. Assim, o somatório das alterações ocorridas em outros caracteres, acabou tendo grande reflexo na produção. Em última análise, este efeito somatório é um dos responsáveis pelo comportamento da produção ao longo do melhoramento.

Isto é ratificado, analisando o que acontece com os demais caracteres de produção. A tabela 3 mostra que todos os demais caracteres de produção, ou seja, peso de 100 grãos, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de fileiras de grãos, número de

grãos por fileira, comprimento do grão e número de grãos apresentaram diferenças significativas entre tratamentos e entre grupos. E as figuras 3 a 10 indicam que no geral estes caracteres de produção apresentaram aumento ao longo do período estudado, refletindo assim tal efeito somatório.

4.1.2. Uniformidade e Velocidade de Germinação

A tabela 3 indica que tanto para tratamentos, como para os devidos desdobramentos, não se observaram diferenças significativas para este caracter, ou seja, não houve evolução significativa para este caracter ao longo do período estudado. Contudo, a figura 11 mostra que ocorreu evolução porcentual, para a uniformidade e velocidade de germinação, ao longo do melhoramento. Por exemplo, as variedades melhoradas e os híbridos comerciais, apresentaram aumento de aproximadamente 30% e 40% respectivamente.

É claro que deve-se fazer uma ressalva com respeito a idade das sementes. No presente trabalho, os tratamentos avaliados não apresentaram a mesma idade de sementes, podendo isto ter influenciado nas avaliações. Contudo, deve-se levar em consideração que também estes resultados indicam uma tendência de maior vigor de germinação por parte dos materiais mais melhorados. Esta tendência ocorre, pois o melhoramento conduz a maior uniformidade e a

avaliação da uniformidade e velocidade de germinação foi feita visualmente, através de notas. Portanto, deu-se notas maiores às parcelas que germinaram mais uniformemente, refletindo esta tendência.

4.1.3. Número de Dias Para o Florescimento

A tabela 3 mostra que para este caracter, só não ocorreram diferenças significativas dentro do grupo das variedades indígenas. Portanto, o melhoramento genético conduziu a uma variação no número de dias para o florescimento.

É que no caso particular dos materiais tropicais, como os que foram utilizados neste estudo, tanto as variedades melhoradas como os híbridos comerciais apresentam variação quanto ao número de dias para o florescimento. Nos trópicos ocorrem grandes variações climáticas, sendo que os programas de melhoramento obtêm materiais de ciclo precoce, médio ou tardio, dependendo da região e dos objetivos. No caso do Brasil, em certas regiões e dependendo da época de plantio, é bem comum a ocorrência de veranicos durante a cultura do milho, especialmente durante a antese. Assim, os melhoristas tem observado que materiais precoces, florescendo mais cedo, podem escapar deste período crítico.

Portanto, no caso do Brasil e demais países de clima tropical, o melhoramento obteve materiais de ciclos diferentes. No clima temperado, como nos Estados Unidos, estas diferenças no ciclo dos híbridos de milho do "corn belt" praticamente não ocorrem, devido a ter-se um clima extremamente uniforme e com isso períodos fixos de semeadura e colheita, devido a ocorrência de inverno rigoroso, com neve.

Além disso, observa-se que ao longo do período estudado, o número de dias para o florescimento diminuiu, conforme mostra a figura 12. Certamente isto tem relação com o período de enchimento de grãos, porque com a diminuição do número de dias para o florescimento, aumentou o período de enchimento de grãos, uma vez que todos os materiais foram colhidos numa mesma época. Este período é de grande importância para a produção, porque é durante ele que os produtos fotossintetizados são translocados para a espiga. Além disso, as variedades indígenas apresentaram um período de florescimento desuniforme e tardio, o que não ocorreu com as variedades melhoradas e híbridos comerciais. Também, alguns autores correlacionam o aumento do período de enchimento dos grãos com uma maior profundidade ou comprimento dos grãos (MEGHJI et alii, 1984). Na figura 9 vê-se que o comprimento dos grãos aumentou ao longo do melhoramento, ratificando o fato do melhoramento ter conduzido a um aumento no período de enchimento dos grãos.

4.1.4 Acamamento, Altura da Planta, Altura da Espiga e Relação Altura da Espiga/Altura da Planta

Dentre os caracteres estudados, o acamamento foi um dos que demonstrou maior redução porcentual, segundo a tabela 3 e a figura 13. Houve redução de aproximadamente 65% e 85% para variedades melhoradas e híbridos comerciais, respectivamente. Portanto o melhoramento genético conduziu a obtenção de variedade melhoradas e híbridos de milho mais resistentes ao acamamento.

Esta observação pode ser explicada pelo que ocorreu com a altura da planta, altura da espiga e a relação AE/AP. Estes também mostraram redução, porém numa taxa menor que o acamamento, segundo as figuras 24, 25 e 26. Isto está de acordo com o que já foi observado da altura da planta e altura da espiga serem correlacionadas positivamente com o acamamento (PATERNIANI & RISSI, 1976; RISSI et alii, 1976; PATERNIANI, 1980a). Portanto, tendo o melhoramento reduzido a altura da planta e a altura da espiga, ocorreu um reflexo extremamente significativo na resistência ao acamamento.

Esta alteração do acamamento ao longo do período estudado é de grande interesse, uma vez que com a

própria evolução da tecnologia empregada na agricultura, surgiram máquinas para realizar a colheita, sendo que estas requeriam que as cultivares de milho não acamassem.

4.1.5. Eficiência de Produção

A eficiência de produção foi o caracter que apresentou o maior aumento ao longo do período estudado, entre variedades indígenas, variedades melhoradas e híbridos comerciais. Por exemplo, a tabela 3 mostra a ocorrência de diferenças significativas entre os grupos e observa-se na figura 2 que a eficiência de produção foi o caracter agrônômico que apresentou a maior evolução porcentual, na faixa dos 180%.

Estas observações estão de acordo com o relatado por LABATE (1984) e CROSBIE (1982), que observaram aumento da eficiência fotossintética ao longo do melhoramento. No presente estudo, a eficiência de produção está confundida com itens tais como a eficiência fotossintética e a eficiência de absorção e translocação de nutrientes. Mas é interessante notar que realmente o melhoramento conduziu a obtenção de variedades melhoradas e híbridos mais eficientes.

MOTTO & MOLL (1983), em sua revisão,

consideram que a prolificidade é um caracter importante para o aumento da eficiência de produção, devido a existência de mais de um dreno na planta. Na figura 18, observa-se que a prolificidade apresentou uma grande evolução ao longo do melhoramento, contribuindo para o aumento na eficiência de produção.

Outro caracter que contribuiu para o aumento na eficiência de produção foi a área foliar. No presente estudo, a eficiência foi medida em gramas de produção/cm² de área foliar. Assim, a eficiência é inversamente proporcional a área foliar. Observa-se na figura 23, que os atuais híbridos de milho apresentam menor área foliar que as variedades indígenas e as variedades melhoradas. Esta observação já tem sido utilizada pelos melhoristas de milho, pois há uma tendência de se recomendar o aumento da densidade populacional para os modernos híbridos de milho. Pelo que foi considerado por PEPPER et alii (1977) este aumento, conjugado com híbridos com folhas mais eretas, propicia aumento no índice de área foliar e a cultura pode alcançar o índice de área foliar ótimo, que é definido com sendo a área foliar da cultura por m² que conduz a maior produção. Convém não confundir aumento do índice de área foliar com aumento de área foliar. Conforme será visto a seguir, não se recomenda o aumento da área foliar por planta, mas sim a obtenção de plantas com menor área foliar que suportem maior densidade populacional e

consequentemente um melhor índice de área foliar. Desta forma, o índice de área foliar propiciaria o melhor aproveitamento da energia luminosa, utilizada na fotossíntese.

4.1.6. índice de "Bonecas" e Prolificidade

As figuras 17 e 18 ilustram muito bem a evolução que estes caracteres tiveram ao longo do melhoramento. Igualmente a tabela 3 mostra que a prolificidade apresentou diferenças significativas apenas entre os grupos. Estas observações mostram que o melhoramento aumentou o número de espigas por planta e está de acordo com o relatado por MOLL & KAMPRATH (1977), GARDNER (1977) e MARECK & GARDNER (1979). Assim os híbridos comerciais apresentaram-se mais prolíficos que as variedades melhoradas e que as variedades indígenas.

Além disso, outras considerações podem ser feitas. O índice de "bonecas" nada mais é do que o número de inflorescências femininas por planta e estas, após polinizadas, podem dar origem as espigas, se não forem abortadas. Assim, a prolificidade é consequência direta do índice de "bonecas". Porém, quando se comparam as figuras 17 e 18 nota-se que elas são diferentes. A evolução porcentual da prolificidade foi bem maior que a do índice de "bonecas".

Isto reflete que os materiais mais melhorados abortaram menor número de "bonecas".

Vários estudos demonstraram que a absorção de nitrogênio desempenha papel importante para impedir o aborto de "bonecas" e aumentar a prolificidade (CASSNOFF, 1984; ANDERSON et alii, 1984). Portanto, como a prolificidade apresentou uma evolução porcentual bem maior que o índice de bonecas, isto demonstra que os híbridos atuais são mais eficientes na absorção e/ou utilização do nitrogênio. E, na revisão de MOTTO & MOLL (1983) argumentou-se que materiais mais prolíficos apresentam um maior volume radicular sendo mais eficientes na absorção de nitrogênio.

Portanto, o melhoramento genético conduziu a obtenção de variedades e híbridos de milho mais eficientes na absorção e/ou translocação de nitrogênio, com reflexo na prolificidade dos materiais melhorados.

4.1.7. Número de Ramificações do Pendão

Este caracter mostrou diminuição com o melhoramento genético, com diferenças significativas, segundo a tabela 3 e a figura 19. É interessante que outros trabalhos já haviam verificado que após sucessivos ciclos de melhora-

mento para produção de grãos, o número de ramificações do pendão diminuiu (MEGHJI et alii, 1984; SOUZA JR et alii, 1985).

Especialmente no trabalho de SOUZA JR et alii (1985), observou-se diminuição no número de ramificações do pendão e aumento na prolificidade. No presente trabalho, também se observou esta correlação, a qual será discutida mais adiante.

4.1.8. Área Foliar e Ângulo Foliar

A variação apresentada para o caracter área foliar foi realmente interessante. A figura 23 mostra que as variedades melhoradas apresentaram o pico da área foliar, diminuindo nos híbridos comerciais. Observando-se a figura 24, nota-se que basicamente o mesmo aconteceu também para a altura de planta. Assim, os caracteres área foliar e altura da planta, que visualmente determinam uma planta mais vigorosa, foram maiores nas variedades melhoradas. Isto indica que a princípio, o melhoramento objetivou a obtenção de variedades sobretudo de porte vigoroso, contudo, nos últimos anos, esta tendência tem se modificado. Observa-se que os atuais híbridos de milho tem menor área foliar e altura de planta, ou seja, tem um tipo de planta menos vigoroso em relação às variedades melhoradas,

contudo suportam uma maior densidade populacional.

Outro caracter correlacionado com esta idéia é o ângulo foliar, isto é, o ângulo que as folhas fazem com o colmo. A figura 27 mostra que este caracter apresentou redução, ou seja, ao longo do melhoramento as plantas foram tendo suas folhas mais eretas. Isto está de acordo com o observado por MEGHJI et alii (1984), para os híbridos do "corn belt" americano.

Estes dois caracteres em conjunto, ângulo foliar e área foliar, juntamente com a eficiência de produção e altura de planta, tem sido utilizados nas recomendações de plantio. Observa-se que atualmente ocorre a tendência de se recomendar uma maior densidade populacional para milho. O presente estudo justifica esta recomendação, pois comparativamente com os materiais mais antigos, os atuais híbridos de milho tem menor ângulo foliar, menor área foliar, menor altura de planta e são mais eficientes, características que são importantes no aumento populacional. Além disso, conforme já visto, são mais prolíficos e de acordo com BUREN et alii (1974), maior prolificidade reduz a ocorrência de plantas estéreis ("barreness"), muito comum em plantios mais densos.

4.1.9. Outros Caracteres

Outros caracteres estudados apresentaram variações ao longo do melhoramento. Por exemplo, o diâmetro da região do colo e o diâmetro do colmo na altura da espiga (figuras 14 e 15, respectivamente) apresentaram uma pequena variação. Especialmente o diâmetro da região do colo, tendeu a diminuir ao longo do período estudado, devendo ter ocorrido em função da diminuição da altura da planta, altura da espiga, área foliar, enfim, os caracteres que condicionam o porte da planta.

Já o índice de raízes adventícias aéreas variou bem (figura 16), diminuindo para variedades melhoradas e aumentando nos híbridos comerciais. Assim, numa primeira fase o melhoramento parece não ter considerado este carácter, contudo para os híbridos comerciais, a sua própria metodologia de síntese favoreceu a maior ocorrência de raízes adventícias aéreas. Basicamente, as linhagens que dão origem aos híbridos são sintetizadas pelo método do pedigree, isto é, a cada ciclo são plantadas e cada um de seus caracteres são observados. Portanto, com estas observações pode-se seleccionar linhagens que quando cruzadas dão híbridos com maior índice de raízes adventícias aéreas.

O número total de folhas (figura 20) indica que este carácter aumentou até as variedades melhoradas,

praticamente alcançando um patamar após isto. Já a variação observada ao longo do período estudado no número de folhas acima da espiga (figura 21) foi muito pequena, cerca de 6% para as variedades melhoradas e 8% para os híbridos comerciais, não sendo significativa, pelo que indica a tabela 3. Sofrendo tais reflexos, a porcentagem de folhas acima da espiga diminuiu ao longo do período estudado (figura 22). Certamente que esta observação está de acordo com o notado para os outros caracteres, ou seja, de redução dos caracteres de porte da planta ao longo do período estudado, permitindo assim aumento na densidade populacional. Apesar da variação para número de folhas acima da espiga ter sido pequena, isto está de acordo com o considerado por Hoyt & Bradfield (1962)*, Allison & Watson (1966)+ e Lemon & Wright (1969)#, citados por MAGALHÃES E SILVA (1987). Estes autores mostraram que 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são produzidos pelas folhas localizadas no terço superior da planta, 30% pelas folhas do terço médio e 20% pelas folhas distribuídas na parte mais basal do colmo. Além disso, verificaram que a maior taxa de fotossíntese ocorre onde se concentra a maior densidade da área foliar. Desta forma, esta variação do número de folhas acima da espiga, apesar de pequena, indica que as folhas

* HOYT, P. & BRADFIELD, R. *Agronomy Journal* 54: 523, 1962.

+ ALLISON, J.C.S. & WATSON, D.J. *Ann. Bot.* 30: 365, 1966.

LEMON L. & WRIGHT J.R. *Crop Science* 9: 451, 1969.

acima da espiga, sendo as folhas mais altas, contribuíram para o aumento da produção de grãos ao longo do melhoramento do milho.

4.2. Correlações entre os caracteres estudados e formulação de um ideotipo

Esta discussão será baseada no quadro 1, que mostra a significância das correlações entre os caracteres de produção, no quadro 2 que mostra a significância das correlações entre os caracteres agronômicos e no quadro 3 onde se apresentam as correlações entre os caracteres de produção e os caracteres agronômicos estudados.

4.2.1 Caracteres de Produção

O principal caracter de produção, sem dúvida é a produção de grãos. O quadro 1 mostra que a produção correlacionou-se significativamente e positivamente com todos os demais caracteres de produção. Assim, um aumento em quaisquer de tais caracteres implica em aumento na produção de grãos, para as condições deste estudo. Isto é um tanto evidente, pois pelo que já foi considerado, a produção é função do número de grãos e do peso de grãos. Portanto, sendo os demais caracteres de produção função do

número ou do peso de grãos, é um tanto lógico que tenha-se observado correlações tão significativas entre a produção e os demais caracteres de produção.

O quadro 1 evidencia também que a maioria dos demais caracteres de produção se correlacionaram entre si, observando-se correlações positivas e significativas entre a maioria deles. Para estes, pode ser dada a mesma explicação, ou seja, devido a um ser função do outro.

Observa-se, no quadro 3, que a produção e/ou os demais caracteres de produção correlacionaram-se positivamente com a uniformidade e velocidade de germinação, índice de "bonecas", prolificidade, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e eficiência de produção e negativamente com o número de dias para o florescimento, acamamento, número de ramificações do pendão, relação altura da espiga/altura da planta e ângulo foliar. A seguir, estas correlações serão discutidas detalhadamente.

4.2.2. Uniformidade e Velocidade de Germinação

Para o presente estudo, a uniformidade e velocidade de germinação correlacionou-se positivamente e significativamente com a produção, peso de 100 grãos, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira, comprimento do grão e número de grãos, conforme

mostra o quadro 3. Estes resultados concordam com os obtidos por KARAVAEV (1982). O autor, além de relatar tais correlações, sugeriu o uso de caracteres de "seedling" para seleção, sendo um deles a uniformidade e velocidade de germinação.

No presente estudo, o único dos caracteres de "seedling" estudados foi a uniformidade e velocidade de germinação. Como observou-se correlação entre a uniformidade e velocidade de germinação e a produção, sem se pensar muito pode-se concluir que tal caracter pode ser utilizado para seleção. Contudo, uma ressalva deve ser feita. No presente estudo, compararam-se materiais bem contrastantes, ou seja, de diferentes fases do melhoramento e não houve controle da idade das sementes. No entanto, problemas poderão surgir quando comparam-se materiais mais homogêneos para fins de seleção. Neste caso, tal tipo de seleção precoce pode ter baixa eficiência. Por exemplo, se fosse utilizado apenas a uniformidade e velocidade de germinação como parâmetro seletivo, a tabela 3 indica que não se realizaria nenhuma seleção, pois os tratamentos não apresentaram diferenças significativas. Assim, o vigor de germinação pode ser usado, mas em conjunto com outros caracteres agronômicos.

Por outro lado, em regiões em que a semeadura ocorre em condições frias, como por exemplo na região sul

do Brasil, este caracter de uniformidade e velocidade de germinação é importante, uma vez que influi no ciclo da cultura. Assim, materiais com germinação mais rápida e uniforme levam vantagem sobre outros que não apresentem esta rapidez. Portanto, provavelmente não se conseguiu detectar diferenças significativas entre os tratamentos para este caracter pois o estudo foi realizado em Piracicaba e durante o verão, ou seja, numa região e numa época quente. Portanto, se este estudo fosse conduzido num ambiente que favorecesse melhor a seleção de materiais mais rápidos para a germinação, provavelmente teriam-se encontrado diferenças significativas.

4.2.3. Número de Dias Para o Florescimento

O quadro 3 mostra que o número de dias para o florescimento correlacionou-se negativamente com a produção de grãos e com todos os demais caracteres de produção. Contudo, até algum tempo atrás sempre se observavam correlações positivas entre a produção e o número de dias para o florescimento, nos estudos que eram conduzidos.

Todavia, LEITE (1985) observou a quebra da correlação positiva entre a produção e o número de dias para o florescimento e JOHNSON et alii (1986) também relataram a quebra de tal correlação. O presente estudo reflete

o que foi observado nestes dois trabalhos, ou seja, que ao longo do período estudado ocorreu a quebra da correlação positiva entre produção e número de dias para o florescimento.

O quadro 2 indica ainda que o número de dias para o florescimento correlacionou-se positivamente com o acamamento, diâmetro da região do colo, número de ramificações do pendão e relação altura da espiga/altura da planta e negativamente com o vigor de germinação, índice de "bonecas", prolificidade, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e eficiência de produção.

Estas correlações apoiam a tendência atual no melhoramento de milho de redução do número de dias para o florescimento e aumento no período de enchimento de grãos ("stay green"), especialmente porque este caracter correlacionou-se negativamente com a prolificidade e eficiência de produção, que são caracteres agronômicos de grande importância. É de especial interesse a correlação negativa observada entre número de dias para o florescimento e comprimento do grão. Pelo que já foi considerado, ao longo do período estudado, houve aumento no período de enchimento dos grãos, o que concorda com MEGHJI et alii (1984). Assim, para a formulação de ideotipo deve-se propor aumento no período de enchimento de grãos, via redução do número de dias para o florescimento.

4.2.4. Acamamento

Segundo o quadro 3, o acamamento apresentou correlação negativa com a produção de grãos e com os demais caracteres de produção, com exceção do número de fileiras de grãos. Tal correlação entre acamamento e produção já era conhecida a muito tempo (PATERNIANI, 1978a; PATERNIANI, 1980a).

No entanto, o que foi observado de novidade foram algumas correlações interessantes entre o acamamento e os demais caracteres agronômicos estudados. O quadro 2 mostra que o acamamento apresentou correlação positiva e estatisticamente significativa com o número de ramificações do pendão, ângulo foliar, altura da espiga e relação altura da espiga/altura da planta. Assim, plantas com pendões grandes, com folhas muito abertas e com espigas muito altas tenderão a apresentar uma maior porcentagem de acamamento.

Por outro lado, o acamamento correlacionou-se negativamente com a prolificidade e com a eficiência de produção. Pelo que será considerado mais adiante, estes dois caracteres são extremamente importantes para a formulação de um ideotipo e já se considerou que ao longo do período estudado estes dois caracteres tiveram as maiores

variações percentuais.

Desta forma, para a formulação de um ideótipo, as plantas de milho deverão apresentar redução no acamamento através da redução do número de ramificações do pendão, folhas mais eretas, altura de espiga mais baixa, maior prolificidade e maior eficiência de produção.

4.2.5. Altura da Planta, Altura da Espiga e Relação Altura da Espiga/Altura da Planta

Dentre estes três caracteres, apenas a relação entre altura da espiga e altura da planta, que reflete a posição relativa da espiga na planta, apresentou correlação com a produção. O quadro 3 mostra que esta correlação foi negativa e significativa também com outros caracteres de produção. Assim, os resultados deste estudo permitem concluir que dentre estes três caracteres, o mais interessante é a posição relativa da espiga na planta.

Pode-se dizer que uma planta de milho é pouco "equilibrada" e "aerodinâmica". Ora, uma planta de milho pode ser descrita como uma haste que numa determinada posição apresenta uma espiga. Assim, um grande peso está concentrado numa parte desta haste. Portanto, por uma ques-

tão de "equilíbrio", quaisquer ventos ou chuvas mais fortes poderão ocasionar mais facilmente o acamamento em plantas cuja posição relativa da espiga seja mais alta. Por outro lado, plantas com posição relativa mais baixa serão mais tolerantes ao acamamento. Estes fatos refletem o que é apresentado no quadro 2, pois observa-se correlação positiva entre a relação altura da espiga/altura da planta e o acamamento.

Outra observação interessante é que a relação altura da espiga/altura da planta correlacionou-se negativamente com a prolificidade. Assim, plantas prolíficas apresentam a posição relativa da espiga mais baixa. Isto mostra, mais uma vez, como a prolificidade é um caracter importante, desta vez por sua influência na relação altura da espiga/altura da planta e como já vimos, no acamamento.

Assim, para a formulação de um ideotipo, o presente estudo propõe a obtenção de plantas com a posição relativa da espiga na planta mais baixa.

4.2.6. Eficiência de Produção e Área Foliar

Dentre os caracteres estudados, juntamente com a prolificidade, a eficiência de produção foi o caracter que apresentou a mais alta correlação com a produção e

com todos os demais caracteres de produção, pelo que mostra o quadro 3.

No presente estudo, a eficiência foi medida em gramas de produção por centímetro quadrado de área foliar. Assim, a eficiência tem influência marcante da área foliar, sendo isto ratificado no quadro 2, onde se observa correlação negativa entre a eficiência de produção e a área foliar.

Atualmente nota-se uma tendência de se aumentar a densidade populacional em milho. Assim, do ponto de vista do ideotipo, deve-se procurar plantas com porte foliar mais reduzido para além de serem mais eficientes, facilitar tal aumento de densidade populacional. O que se deve procurar, não é o aumento da área foliar por planta mas sim o aumento no índice de área foliar da cultura. A diferença entre estes dois caracteres é que o presente estudo mostrou que a área foliar correlacionou-se negativamente com a produção de grãos, enquanto que pode-se alterar o índice de área foliar, através de uma maior densidade populacional, sem alterar a área foliar por planta. Por exemplo, o presente estudo permite estimar um índice de área foliar de 3,50 para as variedades indígenas, 3,66 para as variedades melhoradas e 3,43 para os híbridos comerciais. Observando o trabalho de PEPPER et alii (1977), nota-se que o aumento no índice de área foliar produz

melhores resultados em plantas com folhas mais eretas. Pelo que já foi visto, ao longo do melhoramento os materiais foram tendo as folhas mais eretas, justificando assim o aumento na densidade populacional, com reflexos no índice de área foliar.

Ademais, o quadro 2 revela que a eficiência de produção correlacionou-se positivamente com a prolificidade e negativamente com o acamamento, número de dias para o florescimento, número de ramificações do pendão e relação altura da espiga/altura da planta. Estes resultados concordam com os relatados por MOTTO & MOLL (1983) que obtiveram correlações entre eficiência, prolificidade e volume radicular (acamamento). Especialmente a correlação entre eficiência e prolificidade é de grande importância. No trabalho acima citado, relatou-se que plantas prolíficas são mais eficientes na absorção e translocação de Nitrogênio.

Principalmente sob condições tropicais, em que o nitrogênio é facilmente perdido por lixiviação, a obtenção de materiais mais eficientes é uma das formas de se contornar o problema. Assim, para a formulação de um ideotipo tal caracter é muito importante e tal aumento de eficiência pode ser conseguido através do aumento na prolificidade.

4.2.7. índice de "Bonecas" e Prolificidade

Ambos caracteres mostraram correlação significativa e positiva com a produção. Contudo, a prolificidade é mais importante pois apresentou correlação com todos os caracteres de produção, segundo o quadro 3. Além disso, a prolificidade correlacionou-se com caracteres agronômicos muito importantes, como o acamamento, número de ramificações do pendão, relação altura da espiga/altura da planta e eficiência de produção, segundo o quadro 2.

Especialmente nos trópicos onde se tem grandes problemas com na cultura do milho com o acamamento e perda de nitrogênio por lixiviação, as correlações observadas da prolificidade com tais caracteres agronômicos são de grande importância e colocam a prolificidade numa posição de destaque.

Alguns trabalhos originários de clima temperado (MOTTO & MOLL, 1983; UNDERSANDER, 1987; RUSSEL, 1985a; MULAMBA, 1983; WILLMAN et alii, 1987) revelam a utilização da prolificidade em programas de melhoramento e sua aplicação na seleção. Estes trabalhos relatam índices de prolificidade na faixa de 1,50 a 1,60 para os materiais temperados. No presente estudo, os maiores valores de prolificidade ficaram em 1,13 (tabela 2). Isto demonstra muito bem o grande potencial que os materiais tropicais tem para aumen-

to de prolificidade.

Assim, um dos caracteres mais importantes na formulação de um ideotipo para os trópicos é a prolificidade. Isto ocorre pela sua facilidade de observação e por já existirem métodos de melhoramento específicos para o seu aumento. Portanto, a prolificidade foi o caracter agrônômico estudado mais importante e devendo ser considerada para a formulação de ideotipo.

4.2.8. Número de Ramificações do Pendão

Este caracter apresentou correlação negativa com a produção de grãos e com todos os caracteres de produção (quadro 3). Observa-se também que o número de ramificações do pendão correlacionou-se positivamente com o acamamento e negativamente com a prolificidade (quadro 2). Portanto, devido a existência destas correlações, o presente estudo indica que materiais de alta produção tendem a ter menor número de ramificações do pendão.

Da mesma forma que a prolificidade, alguns trabalhos de clima temperado indicam um menor número de ramificações para esses materiais, quando comparados com materiais tropicais. Por exemplo MEGHJI et alii (1984),

relatam que na média, os híbridos simples americanos apresentam 10,6 ramificações. Os resultados do presente estudo indicam que os híbridos estudados apresentaram em média 17,2 ramificações (tabela 2). Assim, há um grande potencial para redução do número de ramificações do pendão em materiais tropicais. Portanto, a formulação de um ideotipo deve levar em consideração um menor número de ramificações do pendão.

Este caracter número de ramificações do pendão foi demonstrado por GERALDI et alii (1985) como sendo de melhor avaliação e uso do que o tamanho do pendão. Isto se deu porque os resultados desse trabalho indicaram que o número de ramificações do pendão apresentou maior herdabilidade que o tamanho do pendão e com métodos simples de seleção consegue-se progresso.

4.2.9. Ângulo Foliar

O ângulo foliar não apresentou correlação significativa com a produção de grãos, contudo mostrou correlação significativa com alguns caracteres de produção, como o número de grãos por fileira, comprimento do grão e número de grãos (quadro 3). Isto indica que embora o presente estudo não tenha detectado a ocorrência de correlação significativa entre o ângulo foliar e a produção, esta correlação deve existir, conforme observado por HICKS &

STUKER (1972). Observa-se que esta correlação é negativa. Assim, foi observado que materiais com menores ângulos foliares, isto é, de folhas mais eretas, tem a tendência de apresentarem maior produção. Observou-se também que o ângulo foliar correlacionou-se positivamente e significativamente com o acamamento e número de ramificações do pendão (quadro 2). Desta forma, este caracter correlacionou-se com outros caracteres agronômicos importantes.

MEGHJI et alii (1984), relataram que os híbridos americanos tem em média 32,1 graus de ângulo foliar. Os dados do presente estudo permitem estimar que os híbridos estudados tiveram em média 32,8 graus de ângulo foliar. Assim, diferente de caracteres como a prolificidade e o número de ramificações do pendão, o ângulo foliar já se apresenta num bom nível. Esta pode ser a justificativa de porque, a nível comercial, não se conseguir híbridos com menor ângulo foliar e que sejam significativamente mais produtivos. Contudo, tomando por base as idéias de MOCK & PEARCE (1975), PEPPER (1977) e PEREIRA & ZINSLY (1983), deve-se combinar ângulo foliar com maior densidade populacional, sendo esta a tendência atual de várias recomendações de plantio. Assim, para a proposição de ideotipo para milho, deve-se levar em consideração que as plantas devem apresentar folhas mais eretas.

4.2.10 Outros Caracteres

O diâmetro da região do colo apresentou correlação negativa com a produção e com os caracteres de produção (quadro 3). Certamente que isto aconteceu devido a ter se correlacionado negativamente com a prolificidade e positivamente com o acamamento e número de ramificações do pendão (quadro 2). Esta observação é contrária ao que se imaginava no início deste estudo, ou seja, que os tratamentos com diâmetros do colo maiores seriam mais resistentes ao acamamento. Contudo, o diâmetro da região do colo correlacionou-se negativamente com o índice de plantas com raízes adventícias aéreas. Assim, parece ocorrer uma compensação. Mesmo que uma planta tenha um colmo mais fino, as raízes adventícias aéreas auxiliaram a sua sustentação, dando uma certa resistência ao acamamento.

O número total de folhas e o número de folhas acima da espiga também apresentaram correlação positiva com a produção de grãos. Contudo, a figura 20 indica que o número total de folhas, a partir das variedades melhoradas apresentou um patamar. Assim, para a formulação de um ideotipo, embora um maior número de folhas seja interessante, tal caracter alcançou um patamar. No entanto, o mesmo não acontece com o número de folhas acima da espiga. A figura 21 mostra que tem ocorrido um certo aumento neste

caracter. Hoyt & Bradfield (1962)* e Allison & Watson (1966)+, citados por MAGALHÃES E SILVA (1987), verificaram a participação das folhas na produção. Estes autores verificaram que cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são produzidos pelas folhas localizadas no terço superior da planta, 30% representam a contribuição do terço médio e os 20% restantes das folhas mais basais. Segundo Lemon & Wright (1969)#, também citados por MAGALHÃES E SILVA (1987), a maior taxa fotossintética ocorre na região onde se concentra a maior densidade da área foliar. Portanto, estes trabalhos indicam que para a produção de grãos, as folhas mais importantes são as folhas superiores, por sua grande contribuição na fotossíntese. Neste sentido, consegue-se explicar o porque do aumento que se tem observado para o número de folhas acima da espiga e sua correlação com a produção de grãos. Portanto, na formulação de um ideotipo, as plantas devem ter um maior número de folhas acima da espiga. Também, uma planta com mais folhas acima da espiga tem reduzida a posição relativa da espiga e, pelo que já foi considerado, tal caracter é importante para a redução do acamamento. Assim, esta deve ser a origem da correlação negativa observada entre o número de folhas acima da espiga e o acamamento.

* HOYT, P. & BRADFIELD, R. *Agronomy Journal* 54: 523, 1962.

+ ALLISON, J.C.S. & WATSON, D.J. *Ann. Bot.* 30: 365, 1966.

LEMON L. & WRIGHT J.R. *Crop Science* 9: 451, 1969.

Os demais caracteres estudados como o diâmetro do colmo na altura da espiga e a porcentagem de folhas acima da espiga não apresentaram correlações significativa com a produção de grãos. Portanto, não serão levados em consideração na formulação do ideotipo de milho.

5. CONCLUSÕES

- O melhoramento genético conduziu a alterações na produção de grãos, eficiência de produção, prolificidade, acamamento, altura da planta, altura da espiga, relação entre altura da espiga e altura da planta, número de ramificações do pendão, área foliar, ângulo foliar, número de dias para o florescimento, porcentagem de plantas com raízes adventícias aéreas e índice de "bonecas".

- A produção e/ou os caracteres de produção correlacionaram-se positivamente com a uniformidade e velocidade de germinação, índice de "bonecas", prolificidade, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e eficiência de produção e negativamente com o número de dias para o florescimento, acamamento, número de ramificações do pendão, relação altura da espiga/altura da planta e ângulo foliar.

- Pode-se propor um ideotipo para milho. Idealizando uma planta mais precoce e que ao mesmo tempo apresente um maior período de enchimento de grãos. A planta deverá ser mais prolífica, com menor área foliar, com folhas mais eretas, a fim de aumentar a eficiência de produção, permitir aumento na densidade populacional, visando alcançar o índice de área foliar ótimo para a cultura. Além disso, deve apresentar a relação entre a altura da espiga e altura da planta na faixa de 0,45 a 0,50, isto é, ter a posição relativa da espiga na planta mais baixa. Também apresentar pendão com menor número de ramificações e ter um maior número de folhas acima da espiga, na faixa de 8 a 9, a fim de reduzir o acamamento, permitir aumento na densidade populacional e também diminuir a relação entre altura da espiga e altura da planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, E. L.; KAMPRATH, E. J.; MOLL, R. H. Nitrogen effects on accumulation, remobilization and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. *Agronomy Journal*, Madison, 76(3): 397-404, maio/jun., 1984.

ANDERSON, I.C. Plant characteristics that affect yield. In.: PROC. ANN. HYBRID CORN AND SORGHUM IND. RES. CONF., 12., Chicago, 1967. *Proceedings*. Washington, American Seed Trade Association, 1967, p. 71-73.

ARIYANAYAGAN, R.P.; MOORE, C.L.; CARANGAL, V.R. Selection for leaf angle in maize and its effect on grain yield and others characters. *Crop Science*, Madison, 14(4): 551-556, jul/ago, 1974.

BRUCE, R.R.; SANFORD, J.O.; MYHRE, D.L. Soil water and nitrogen influence on growth and fruting of a

cytoplasmic male-sterile corn hybrid and its fertile counterpart. **Agronomy Journal**, Madison, **58**(6): 631-634, nov/dez, 1966.

BUREN, L.L.; MOCK, J.J.; ANDERSON, J.O. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. **Crop Science**, Madison, **14**(3): 426-429, maio/jun, 1974.

CASNOFF, D.M. Nitrogen. Its effect on the expression of prolificacy and its utilization by prolific and non-prolific genotypes of maize. **Dissertation Abstracts International**, B (Sciences and Engineering), Michigan, **449**: 2621B-2622B, set, 1984.

COLLINS, W.K.; RUSSEL, W.A.; EBERHART, S.A. Performance of two-ear type of Corn Belt maize. **Crop Science**, Madison, **5**(1): 113-116, jan/fev, 1965.

CROSBIE, T.M. Changes on physiological traits associated with long-term breeding efforts to improve grain yield of maize. In: PROCEEDINGS OF THE 37th ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 37., Chicago, 1982. **Proceedings**. Washington, American Seed Trade Association, 1982. p. 206-223.

DUVICK, D.N. Yield and others agronomic characteristics of

cytoplasmically pollen sterile corn hybrids, compared to their normal counterparts. **Agronomy Journal**, Madison, **50**(3): 121-125, março, 1958.

EBERHART, S.A.; DEBELA, S.; HALLAUER, A.R. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCB1 maize populations and half-sib selection in BSSS. **Crop Science**, Madison, **13**: 451-456, set./out., 1973.

FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, **9**(5): 537-539, set/out, 1969.

GARDNER, C.O. Quantitative genetic studies and population improvement in maize and sorghum. In: POLLAK, E.; KEMPTHORNE, O.; BAILEY JR, T.B., ed. **Breeding**. Ames, The Iowa State University Press, 1977. p. 475-489.

GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOVSKY, R. Estimatives of genetic parameters for tassel characters in maize (*Zea mays* L) and breeding perspectives. **Maydica**, Bergamo, **30**(1): 1-14, jan/mar, 1985.

GOMES, F.P. Coeficiente de Variação. In: LIVRARIA NOBEL S/A (ed). **Curso de Estatística Experimental**, 11. São Paulo, Livraria Nobel S/A, 1985. p. 7.

GOODMAN, M.M. Estimatives of genetic variance in adapted

- and exotic population of maize. *Crop Science*, Madison, 5(1): 87-90, jan/fev, 1965.
- GROGAN, C.O. Detasselip response in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 48(6): 247-249, jun., 1956.
- HICKS, D.R. & STUCKER, R.G. Plant density effect on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orientation. *Agronomy Journal*, Madison, 64(4): 484-487, jul/ago, 1972.
- HUNTER, R.B.; DAYNARD, T.B.; HUME, D.K.; TANNER, J.W.; CURTIS, J.D.S.; KANNENBERG, L.W. Effect of tassel removal on grain yield of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, 9(4): 405-406, jul/ago, 1969.
- JOHNSON, E.C.; FISCHER, K.S.; EDMEADES, G.O.; PALMER, A.F.E. Recorrent selection for reduced plant height in Lowland tropical maize. *Crop Science*, Madison, 26(2): 252-260, mar/abr, 1986.
- JOSEPHSON, L.M. & KINGER, H.C. Effects of male-sterile cytoplasm on yield and others agronomic characteristics of corn inbred and hybrids. *Crop Science*, Madison, 2(1): 41-43, jan/fev, 1962.
- KARAVAEV, G.P. Directional selection of high-yielding inbred maize lines under irrigation. *Byullten'*

Vessoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov
Nauchno-issledovstelskogo Instituta Rasteniievodstva
Imeni N.I. Vavilova, Leningrad, 124: 14-18, 1982. Apud
Plant Breeding Abstracts, Cambridge, 55(12): 944, nov,
1985. (Resumo)

LABATE, C.A. Determinação da taxa fotossintética em
variedades e híbridos de milho (*Zea mays* L). Piracicaba,
1984. 55p (Mestrado - Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"/USP).

LEITE, P.J.S. Respostas Correlacionadas a Seleção
Divergente para florescimento em um composto de milho
(*Zea mays* L). Piracicaba, 1985. 55p (Mestrado - Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

LONNQUIST, J.H.; COTA, O.A.; GARDNER, C.O. Effect of mass
selection and thermal neutron irradiation on genetic
variance in a variety of corn (*Zea mays* L). Crop
Science, Madison, 6(4): 330-332, jul/ago, 1966.

LONNQUIST, J.H. Mass selection for prolificacy in corn. Der
Zuchter (TAG), Berlin, 37: 185-188, 1967.

MAGALHÃES, C.M. & SILVA W.J. Determinantes genético-
fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIANI,
E. & VIÉGAS, G.P., ed. Melhoramento e Produção do Milho.
2a. edição. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap. 11,

p. 427.

MARANDU, W.Y.F. Evaluations of changes in adapted x exotic maize populations improved by adaptive mass. **Dissertation Abstracts International B (Sciences and Engineering)**, Michigan, **45(7)**: 1972B, julho, 1985.

MARECK, J.H. & GARDNER, C.O. Response to mass selection in maize and stability of resulting populations. **Crop Science**, Madison, **19(6)**: 779-783, nov/dez, 1979.

MEGHJI, M.R.; DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J.; SPRAGUE, G.F. Inbreeding depression, inbred and hybrid grain yield and other traits of maize genotypes representing three eras. **Crop Science**, Madison, **24(3)**: 545-549, maio/jun, 1984.

MOCK, J.J. & SCHUVETZ, J.H. Inheritance of tassel branch number in maize. **Crop Science**, Madison, **14(6)**: 885-888, nov/dez, 1974.

MOCK J.J. & PEARCE, R.B. An ideotype of maize. **Euphytica**, Wageningen, **24(3)**: 613-623, set/dez, 1975.

MOLL, R.H. & KAMPRATH, E.J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. **Agronomy Journal**, Madison, **69(1)**: 81-84, jan/fev, 1977.

MOTTO, M. & MOLL, R.H. Prolificacy in maize: a review.
Maydica, Bergamo, 28(1): 53-76, jan/mar, 1983.

MULAMBA, N.N.; HALLAUER, A.R.; SMITH, O.S. Recurrent selection for grain yield in a maize population. *Crop Science*, Madison, 23(3): 536-540, maio/jun, 1983.

MULEBA, N.; HART, T.G.; PAULSEN, G.M. Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L) yield under tropical and temperate conditions. *Tropical Agriculture*, 60: 3-10, 1983.

OTTOMAN, M.J. & WELCH, L.F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients and yield of field-grown corn. *Agronomy Journal*, Madison, 80(4): 619-626, jun/ago, 1988.

PATERNIANI, E. & GOODMAN, M.M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Cidade do México, CIMMYT, 1977. 95p.

PATERNIANI, E. & RISSI, R. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos nas populações de Piranão-A e Piranão-B. *Relatório Científico do IGEN*, Piracicaba, 10: 167-170, 1976.

PATERNIANI, E.; ZINSLEY, J.R.; MIRANDA FILHO, J.B. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de

Genética. Relatório Científico do IGEN, Piracicaba, 11: 108-114, 1977.

PATERNIANI, E. & VENCovsky, R. Reciprocal recurrent selection based on half-sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L). *Maydica*, Bergamo, 23(4): 209-219, out/dez, 1978.

PATERNIANI, E. Avaliação de cultivares de milho de plantas baixas. Relatório Científico do IGEN, Piracicaba, 12: 162-167, 1978a.

PATERNIANI, E. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize. *Maydica*, Bergamo, 23(1): 29-34, jan/mar, 1978b.

PATERNIANI, E. Avaliação de cultivares de milho braquíticos. Relatório Científico do IGEN, Piracicaba, 14: 61-68, 1980a.

PATERNIANI, E. Cruzamentos intervarietais de milhos de ciclo e porte normais. Relatório Científico do IGEN, Piracicaba, 14: 84-96, 1980b.

PENDLENTON, J.W.; SMITH, G.E.; WINTER, S.R.; JOHNSTON, T.J. Field investigations of the relationships of leaf angle in corn (*Zea mays* L) to grain field and apparent

- photosynthesis. *Agronomy Journal*, Madison, 60(4):422-424, jul/ago, 1968.
- PEPPER, G.E.; PEARCE, R.B.; MOCK, J.J. Leaf orientation and yield of maize. *Crop Science*, Madison, 17(6): 883-886, nov/dez, 1977.
- PEREIRA, R.S.B. & ZINSLY, J.R. Introdução do gene liguleless no cultivar Piranão VD-2 (*Zea mays* L). In: III CBICCA. 3., Florianópolis, 1983. III Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias. Florianópolis, CNPQ, UFSC, 1983. p.78.
- POZAR G. Interação da arquitetura da planta e espaçamento na produtividade do milho (*Zea mays* L). Piracicaba, 1981. 75p (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- RISSI, R.; VIEGAS, G.P.; PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Comportamento de híbridos de milho (*Zea mays* L) de porte baixo, em duas densidades de plantio e em quatro locais. *Relatório Científico do IGEN*, Piracicaba, 10: 186-196, 1976.
- ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E.; HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agronomy Journal*, Madison, 43(6): 282-287, junho, 1951.

ROGERS, J.S. & EDWARDSON, J.R. The utilization of cytoplasmic male-sterile inbred in the production of corn hybrids. *Agronomy Journal*, Madison, **44**(1): 8-13, janeiro, 1952.

RUSSEL, W.A. Testcrosses of one and two ears types of corn belt maize inbreds. I. Performance at four plant stand densities. *Crop Science*, Madison, **8**(3): 244-247, maio/jun, 1968.

RUSSEL, W.A. & EBERHART, S.A. Testcrosses of one and two ear types of corn belt maize inbreds. II. Stability of permacence on different environments. *Crop Science*, Madison, **8**(3): 248-251, maio/jun, 1968.

RUSSEL, W.A. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding. *Maydica*, Bergamo, **29**(4): 248-251, out/dez, 1984.

RUSSEL, W.A. Evaluation for plant, ear and grain traits of maize cultivars representing seven eras of breeding. *Maydica*, Bergamo, **30**(1): 85-96, jan/mar, 1985a.

RUSSEL, W.A. Comparison of the hybrid performance of maize inbred lines developed from the original and improved cycles of BSSS. *Maydica*, Bergamo, **30**(4): 407-419,

out/dez, 1985b..

SANFORD, J.O.; GROGAN, C.O.; JORDAN, H.V.; SARCELLA, P.A.

Influence of male-sterility on nitrogen utilization in corn (*Zea mays* L). *Agronomy Journal*, Madison, **57**(6): 580-583, nov/dez, 1965..

SEGOVIA, V.S. & PATERNIANI, E. Evaluacion de la selección massal con control biparental para prolificidad em maiz (*Zea mays* L). *Agronomía Tropical*, Maracay, **33**(1/6): 367-382, jan/jun, 1986..

SINGH, M.; KHEHRA, A.S.; DHILLON, B.S. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. *Crop Science*, Madison, **26**(2): 275-278, mar/abr, 1986..

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Failures in the assumption. In: The Iowa State University (ed). *Statistical Methods*, 7th edition. Ames, Science Press, 1980, p. 282-295.

SOUZA JR., C.L.; GERALDI, I.O.; ZINSLY, J.R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L). *Maydica*, Bergamo, **30**(4): 321-328, out/dez, 1985..

SOUZA JR., C.L. Reciprocal recurrent selection with half-sib progenies obtained alternately from non-inbred (S0)

and inbred (S1) plants in maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, 32(1): 19-31, jan/mar, 1987.

STUBER, C.W.; MOLL, R.H.; HANSON, W.D. Genetic variances and inter-relationships of six traits in a hybrid population of *Zea mays* L. *Crop Science*, Madison, 6(5): 455-458, set/out, 1966.

TREMBATH, B.R. & ANGUS, J.F. Leaf inclination and crop production. *Field Crop Abstracts*, Hurley, 28(5): 231-244, maio, 1975.

UNDERSANDER, D.J. Yield and yield component response of maize to water stress in hybrid with different sources of stress tolerance. *Maydica*, Bergamo, 32(1): 49-60, jan/ mar, 1987.

WHIGHAM, D.K.; WOOLLEY, D.G. Effect of leaf orientation, leaf area and plant densities on corn production. *Agronomy Journal*, Madison, 66(4): 482-486, jul/ago, 1974.

WILLMAN, M.R.; BELOW, F.E.; LAMBERT, R.J.; HOWEY, A.E.; MIES, D.W. Plants traits related to productivity in maize. I. Genetic variability, environmental variation and correlation with grain yield and stalk lodging. *Crop Science*, Madison, 27(6): 1116-1121, nov/dez, 1987.

APÊNDICE

Identificação dos tratamentos

- 1 - BOLÍVIA II
- 2 - PAG VI-A
- 3 - ESALQ VF-1
- 4 - ESALQ VD-2
- 5 - PIRANZO VF 1
- 6 - PIRANZO VD 2
- 7 - ESALQ VF-7
- 8 - ESALQ VD-8
- 9 - AG 8671
- 10 - C 606
- 11 - XL 560
- 12 - AG 7071
- 13 - AG 401
- 14 - AG 352 B
- 15 - GO 1049
- 16 - XL 678

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	- Porcentagem de Acamamento
AE	- Altura da Espiga (m)
AF	- Ângulo Foliar (graus)
AR	- Área Foliar (cm ²)
AP	- Altura da Planta (m)
CE	- Comprimento da Espiga (mm)
CG	- Comprimento dos Grãos (mm)
DC	- Diâmetro Superior do Colmo (mm)
DE	- Diâmetro da Espiga (mm)
DF	- Número de Dias Para o Florescimento
DI	- Diâmetro da Região do Colo (mm)
DS	- Diâmetro do Sabugo (mm)
EF	- Eficiência de Produção (g/cm ² de AF)
FA	- Número de Folhas Acima da Espiga
(i)	- Relação entre AE/AP
IB	- índice de "bonecas"
NF	- Número de Fileiras de Grãos
NG	- Número de Grãos por Espiga
NGF	- Número de Grãos por Fileira
NT	- Número Total de Folhas
PC	- Peso de 100 grãos (g)
P	- Produção de Grãos (ton/ha)
PRO	- índice de Prolificidade
PFA	- Porcentagem de Folhas Acima da Espiga
RA	- Porcentagem de Plantas com Raízes Adventícias
RP	- Número de Ramificações do Pendão
VG	- Uniformidade e Velocidade de Germinação (nota)

Tabela 1 - Resultados referentes a produção e caracteres de produção. Ano agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições, realizado no município de Piracicaba-SP.

Trat.	P	PC	CE	DE	DS	NF	NGF	CG	NG	
1	2,6731 d	98,0 e	136,50 fg	35,65 e	26,75 def	12,60 bcde	20,50 e	0,8172 e	258,0 e	
2	3,4625 cd	96,4 e	132,75 g	35,40 e	25,05 f	11,40 e	25,35 de	0,8276 de	289,0 de	
3	7,1146 ab	132,8 d	154,35 cdefg	43,70 bcd	30,65 abc	12,40 bcde	31,55 cd	0,9906 bcd	391,0 de	
4	8,4729 ab	159,0 abc	150,25 efg	47,20 ab	28,90 abcde	13,20 bcd	37,50 abc	1,1401 abc	495,0 abc	
5	6,3551 bc	136,2 bcd	164,10 bcde	41,85 d	27,75 bcdef	12,30 cde	32,90 bcd	0,9853 cd	406,0 cd	P - Produção de Grãos (ton/ha)
6	7,5295 ab	161,8 ab	151,85 defg	47,25 ab	28,95 abcde	12,60 bcde	37,75 abc	1,1846 a	475,5 abc	PC - Peso de 100 grãos (g)
7	7,5426 ab	135,5 cd	158,05 bcdef	47,00 ab	31,40 a	13,80 bc	35,15 abc	1,0324 abc	485,0 abc	CE - Comprimento da Espiga (mm)
8	8,2067 ab	139,6 abcd	147,20 efg	47,90 a	31,65 a	14,00 b	31,90 cd	1,0825 abc	445,0 bc	DE - Diâmetro da Espiga (mm)
9	8,4938 ab	161,1 ab	181,05 ab	45,10 abcd	28,70 abcde	12,00 de	38,80 abc	1,0845 abc	465,5 abc	DS - Diâmetro do Sabugo (mm)
10	7,7755 ab	149,5 abcd	177,75 abc	44,95 abcd	30,25 abc	13,00 bcde	40,45 ab	1,1023 abc	526,0 abc	NF - Número de Fileiras de grãos
11	9,6672 a	146,5 abcd	167,60 abcde	47,20 ab	31,15 ab	15,80 a	37,75 abc	1,1085 abc	596,5 a	NGF - Número de Grãos por Fileira
12	7,6839 ab	149,6 abcd	175,00 abcd	45,50 abcd	29,85 abcd	12,60 bcde	36,55 abc	1,0569 abc	461,0 abc	CG - Comprimento dos Grãos (mm)
13	7,9859 ab	136,8 bcd	188,50 a	43,05 cd	27,45 cdef	12,80 bcde	40,55 ab	1,0312 abc	519,5 abc	NG - Número de Grãos por Espiga
14	8,3808 ab	163,2 a	168,15 abcde	46,30 abc	29,10 abcd	13,00 bcde	38,85 abc	1,1520 ab	504,5 abc	VI - Variedades Indígenas
15	7,7619 ab	145,7 abcd	174,95 abcd	43,05 cd	25,55 ef	12,20 cde	40,70 a	1,1282 abc	497,0 abc	VM - Variedades Melhoradas
16	8,6263 ab	151,6 abcd	164,57 abcde	48,25 a	30,20 abcd	14,00 b	39,00 abc	1,1439 abc	546,0 ab	HC - Híbridos Comerciais
CVZ	11,03	4,56	3,65	2,19	2,96	3,12	5,72	3,86	7,28	
dms	3,2835	26,1	23,93	3,93	3,46	1,64	8,18	0,1646	135,5	
VI	3,0678	97,2	134,62	35,52	25,90	12,00	22,92	0,8224	273,5	
VH	7,5365	144,1	154,30	45,82	29,88	13,10	34,46	1,0693	449,6	
HC	8,2963	150,5	174,70	45,42	29,03	13,20	39,08	1,1009	514,5	

Tabela 2 - Resultados referentes aos caracteres agrônômicos, Ano Agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições, realizado no município de Piracicaba-SP.

Trat.	VG	DF	AC	DI	DC	RA	IB	RP	NT	FA	PFA	AR	AP	AE	i	AF	PRO	EF
1	1,73 a	84,0 a	52,75 a	22,10 a	1,43 a	33,41 bcd	1,1549 ef	39,80 a	12,40 e	2,53 a	51,62 a	6121,5229 cdef	2,11 abc	1,37 ab	0,65 a	37,34 abcdefg	0,6837 c	0,87231 e
2	1,57 a	84,0 a	43,13 ab	23,70 a	1,49 a	25,07 cde	1,1690 ef	39,50 a	12,70 de	2,47 a	48,03 ab	6476,7979 cdef	2,12 abc	1,29 abcd	0,61 abc	42,00 ab	0,7250 bc	1,08078 de
3	2,12 a	71,0 bc	35,96 bc	20,10 a	1,38 a	31,70 bcd	1,2651 cdef	24,90 b	14,10 abc	2,51 a	44,70 ab	5413,0322 efg	2,23 a	1,28 abcd	0,58 abcd	42,75 a	1,0732 a	2,63875 ab
4	2,00 a	71,0 bc	31,23 cd	20,60 a	1,41 a	40,00 abc	1,2500 def	20,90 bcd	15,00 ab	2,63 a	46,01 ab	8132,9771 ab	2,33 a	1,37 ab	0,59 abcd	40,42 abc	0,9304 ab	2,08352 bcde
5	1,21 a	75,0 bc	23,45 defg	21,60 a	1,52 a	6,54 f	1,3478 bcde	17,80 bcdef	14,17 abc	2,49 a	43,78 ab	7088,6060 bcd	1,64 de	0,80 ab	0,49 cd	31,42 bcdefg	0,9201 ab	1,79604 cde
6	2,12 a	71,0 bc	21,28 efgh	21,90 a	1,49 a	12,61 ef	1,3348 bcde	12,00 f	14,34 abc	2,51 a	43,99 ab	7190,0288 bc	1,83 bcde	1,00 efg	0,54 abcd	28,34 efg	1,0039 a	2,0971 abcde
7	1,87 a	64,0 d	23,63 def	19,85 a	1,58 a	23,82 cde	1,3071 cdef	17,90 bcdef	13,59 cde	2,63 a	50,82 ab	5601,9951 efg	1,95 abcde	1,07 bcdef	0,55 abcd	26,92 fg	0,9256 ab	2,70062 abc
8	1,87 a	64,0 d	24,81 de	20,30 a	1,39 a	34,62 bcd	1,3350 bcde	22,40 bc	14,42 abc	2,63 a	47,81 ab	6104,2642 cdef	2,10 abc	1,19 abcde	0,56 abcd	37,75 abcdef	1,0128 a	2,69269 abc
9	1,87 a	64,0 d	11,25 i	20,20 a	1,48 a	54,77 a	1,5249 ab	16,40 cdef	13,75 bcd	2,65 a	50,93 ab	4647,0820 g	2,08 abc	1,05 def	0,50 bcd	38,92 abcde	1,0116 a	3,66625 a
10	2,00 a	64,0 d	14,84 fghi	20,40 a	1,63 a	10,20 def	1,4437 bcd	19,40 bcde	13,59 cde	2,53 a	47,11 ab	5718,0591 efg	1,78 cde	0,90 fgh	0,49 cd	28,75 defg	1,0598 a	2,72000 abc
11	2,12 a	67,5 cd	13,90 ghi	21,40 a	1,47 a	31,50 bcd	1,6968 a	12,00 ef	13,67 cde	2,57 a	48,22 ab	5800,6548 defg	2,11 abc	1,14 bcdef	0,54 abcd	39,58 abcd	1,1106 a	3,35452 ab
12	2,00 a	71,0 bc	13,34 hi	19,60 a	1,43 a	48,05 ab	1,1136 f	17,10 cdef	14,00 abc	2,65 a	50,01 ab	6702,2471 cde	2,22 a	1,31 abc	0,59 abcd	35,34 abcdefg	0,9324 ab	2,29293 abcd
13	2,00 a	71,0 bc	21,75 defgh	19,30 a	1,29 a	41,40 abc	1,5428 ab	10,30 bcdef	14,33 abc	2,49 a	43,27 b	5289,8721 fg	2,01 abcd	1,18 abcde	0,59 abcd	33,75 abcdefg	1,0775 a	3,01140 abc
14	1,87 a	71,0 bc	12,34 hi	21,80 a	1,54 a	8,73 ef	1,2332 def	13,90 def	14,17 abc	2,59 a	47,28 ab	6567,3462 cdef	1,59 e	0,75 h	0,47 d	29,00 defg	0,9828 a	2,54975 abc
15	2,00 a	73,0 bc	28,60 cde	20,80 a	1,33 a	35,52 bcd	1,4702 bc	22,10 bc	14,59 abc	2,53 a	43,87 ab	8572,1035 a	2,17 ab	1,42 a	0,63 ab	30,92 cdefg	1,0143 a	1,81512 cde
16	2,00 a	71,0 bc	12,15 hi	20,85 a	1,48 a	19,48 de	1,2968 cdef	21,20 bcd	15,09 a	2,72 a	49,05 ab	6180,7622 cdef	2,03 abc	1,18 abcde	0,58 abcd	26,17 g	1,1299 a	2,82430 abc
CVX	15,28	2,06	9,92	7,28	5,96	15,03	3,89	8,66	2,25	2,47	4,34	5,28	4,55	4,94	5,43	7,97	10,22	14,27
des	1,16	5,93	9,64	6,16	0,35	17,71	0,2108	7,39	1,28	0,26	8,29	1355,7991	0,38	0,24	0,13	11,07	0,2262	1,37700
VI	1,65	84,0	47,94	22,92	1,45	29,24	1,1620	39,70	12,60	2,50	49,82	6299,1600	2,11	1,33	0,64	39,67	0,7043	0,97756
VM	1,86	69,3	26,73	20,73	1,46	25,01	1,3014	19,50	14,30	2,57	46,18	6588,4830	2,14	1,22	0,57	34,60	0,9892	2,33439
HC	1,94	69,1	16,02	20,54	1,45	32,20	1,4152	17,70	14,10	2,59	47,47	6184,7660	2,05	1,16	0,56	32,80	1,0398	2,77943

VG - Uniformidade e Velocidade de Germinação (nota)

DF - Número de Dias para o Florescimento

AC - Porcentagem de Acamamento

DI - Diâmetro da região do colo (mm)

DC - Diâmetro superior do colmo (mm)

RA - Porcentagem de Plantas com Raízes Adventícias Aéreas

IB - índice de "Bonecas"

RP - Número de Ramificações do Pendão

NT - Número Total de Folhas

FA - Número de Folhas Acima da Espiga

PFA - Porcentagem de Folhas Acima da Espiga

AR - Área Foliar (cm²)

AP - Altura da Planta (m)

AE - Altura da Espiga (m)

i - Relação Altura da espiga/Altura da planta

AF - Ângulo Foliar (graus)

PRO - índice de Prolifidade

EF - Eficiência de Produção

Tabela 3 - Significância do teste F para tratamentos e desdobramentos. Ano agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições, realizado no município de Piracicaba-SP.

TRATAMENTOS	VAR.IND.	VAR.MELH.	HIB.COM.	GRUPOS	
P	**	ns	ns	ns	**
EF	**	ns	ns	**	**
PC	**	ns	**	*	**
CE	**	ns	ns	*	**
DE	**	ns	**	**	**
DS	**	ns	**	**	**
NF	**	**	**	**	**
NGF	**	*	*	ns	**
CG	**	ns	**	ns	**
NG	**	ns	*	*	**
VG	ns	ns	ns	ns	ns
DF	**	ns	**	**	**
AC	**	**	**	**	**
DI	ns	ns	ns	ns	*
DC	ns	ns	ns	*	ns
RA	**	ns	**	**	**
IB	**	ns	ns	**	**
PRO	**	ns	ns	ns	**
RP	**	ns	**	**	**
NT	**	ns	*	**	**
FA	**	ns	ns	*	ns
PFA	ns	ns	*	*	*
AR	**	ns	**	**	*
AP	**	ns	**	*	ns
AE	**	ns	**	**	**
i	**	ns	ns	**	**
AF	**	ns	**	**	**

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Quadro 1 - Significância das correlações entre a produção e os caracteres de produção. Ano agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições realizado no município de Piracicaba-SP.

	P	PC	CE	DE	DS	NF	NGF	CG	NG
P		并	并	并	并	并	并	并	并
PC		并	并	并	并	ns	并	并	并
CE		并	并	并	ns	ns	并	并	并
DE		并	并	并	并	并	并	并	并
DS		并	并	ns	并	并	并	ns	并
NF		并	ns	ns	并	并	并	ns	并
NGF		并	并	并	并	ns	ns	并	并
CG		并	并	并	并	并	ns	并	并
NG		并	并	并	并	并	并	并	并

* - Correlação positiva e significativa ao nível de 10% de probabilidade.

** - Correlação positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade.

P - Produção de Grãos (ton/ha)

PC - Peso de 100 grãos (g)

CE - Comprimento da Espiga (cm)

DE - Diâmetro da Espiga (mm)

DS - Diâmetro do Sabugo (mm)

NF - Número de Fileiras de grãos

NGF - Número de Grãos por Fileira

CG - Comprimento dos Grãos (mm)

NG - Número de Grãos por Espiga

Quadro 2 - Significância das correlações entre os caracteres agronômicos. Ano agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições realizado no município de Piracicaba-SP.

	VG	DF	AC	DI	DC	RA	IB	PRO	RP	NT	FA	PFA	AR	AP	AE	i	AF	EF
VG	** #	ns #	ns ns ns	** ns ns ns	ns ns ns ns ns ns	*												
DF	#	** ** ** ** ns ns	#	## ** #	#	ns ns ns ns	*	ns ##										
AC	ns ** ** *	ns ns	#	## ** #	#	ns ns ns	*	** *	##									
DI	#	** *	** ns	#	ns	#	*	#	ns	ns ns ns ns ns ns	##							
DC	ns ns ns ns	** #	ns	ns ns ns ns	ns ns	#	#	#	ns ns									
RA	ns ns ns	#	#	** ns	ns ns ns ns	ns ns	** ** **	*	ns									
IB	ns #	#	ns ns ns	**	** #	ns ns	ns ns ns ns ns ns	**										
PRO	** ## ## ##	#	ns ns	**	** ## ** ns	#	ns ns ns	#	ns **									
RP	ns ** ** *	ns ns	#	## ** #	ns	ns ns ns	*	** *	##									
NT	ns #	#	#	ns ns ns	** #	** *	#	ns ns ns ns ns ns										
FA	ns #	#	ns ns ns ns	ns ns	*	** *	ns ns ns ns ns ns	*										
PFA	ns ns ns ns ns ns ns	#	ns #	*	** #	ns ns ns ns ns												
AR	ns ns ns ns ns ns ns	ns ns ns ns	#	** ns ns ns ns	#													
AP	ns ns ns ns	#	** ns	ns ns ns ns	ns ns	** ** ** ** ns												
AE	ns ns *	ns #	** ns	ns *	ns ns	ns ns	** ** ** *	ns										
i	ns *	** ns #	ns ns	#	** ns ns	ns ns	** ** ** ns	#										
AF	ns ns *	ns ns *	ns	ns *	ns ns	ns ns	** *	ns ** ns										
EF	*	## ## ## ##	ns ns	**	** ## ns *	#	ns #	ns ns	#	ns **								

* - Correlação positiva e significativa ao nível de 10% de probabilidade.

** - Correlação positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade.

- Correlação negativa e significativa ao nível de 10% de probabilidade.

- Correlação negativa e significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 3 - Significância das correlações entre produção e caracteres de produção com os caracteres agromômicos. Ano agrícola 1986/87. Blocos ao acaso com duas repetições realizado no município de Piracicaba-SP.

	P	PC	CE	DE	DS	NF	NGF	CG	NG
VG	*	*	ns	*	*	ns	*	*	*
DF	##	##	#	##	##	#	##	##	##
AC	##	##	##	##	#	ns	##	##	##
DI	#	#	##	#	#	ns	#	ns	#
DC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IB	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns	**
PRO	**	**	**	**	*	*	**	**	**
RP	##	##	##	##	#	#	##	##	##
NT	**	**	ns	**	ns	ns	**	**	**
FA	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*
PFA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AR	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AE	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
i	#	#	ns	#	#	ns	#	#	#
AF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	#	#
EF	**	**	**	**	**	*	**	*	**

* - Correlação positiva e significativa ao nível de 10% de probabilidade.

** - Correlação positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade.

- Correlação negativa e significativa ao nível de 10% de probabilidade.

- Correlação negativa e significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Figura 1 - Evolução Porcentual da Produção de Grãos

Figura 2 - Evolução Porcentual da Eficiência de Produção

Figura 3 - Evolução Porcentual do Peso de 100 Grãos

Figura 4 - Evolução Porcentual do Comprimento de Espigas

Figura 5 - Evolução Porcentual do Diâmetro de Espigas

Figura 6 - Evolução Porcentual do Diâmetro do Sabugo

Figura 7 - Evol. Porcent. do Número de Fileiras de Grãos

Figura 8 - Evol. Porc. do Número de Grãos por Fileira

Figura 9 - Evolução Percentual do Comprimento do Grão

Figura 10 - Evol. Percentual do Número de Grãos por Espiga

Figura 11 - Ev. Porc. da Uniformidade e Vel. de Germinação

Figura 12 - Ev. Por. do Num. de Dias para o Florescimento

Figura 13 - Evolução Porcentual do Acamamento

Figura 14 - Evolução Porc. do Diâmetro da Região do Colo

Figura 15 - Evolução Porc. do Diâmetro Superior do Colmo

Figura 16 - Ev. Porc. da Porcentagem de Raízes Adventícias Aéreas

Figura 17 - Evolução Porcentual do índice de "Bonecas"

Figura 18 - Evolução Porcentual da Prolificidade

Figura 19 - Evol. Porc. do Número de Ramificações do Pendão

Figura 20 - Evolução Percentual do Número Total de Folhas

Figura 21 - Evol. Porc. do Número de Folhas Acima da Espiga

Figura 22 - Evol. da Porcent. de Folhas Acima da Espiga

Figura 23 - Evolução Porcentual da Área Foliar

Figura 24 - Evolução Porcentual da Altura da Planta

Figura 25 - Evolução Porcentual da Altura da Espiga

Figura 26 - Evolução Porcentual da Relação AE/AP

Figura 27 - Evolução Percentual do Ângulo Foliar