MELHORAMENTO DO MILHO (*Zea mays* L.) PARA ADAPTAÇÃO ÀS
CONDIÇÕES DE INVERNO DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL

ELEUSIO CURVÊLO FREIRE

ORIENTADOR: PROF. DR. ERNESTO PATERNIANI

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

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
MAIO, 1985

À minha esposa,
aos meus filhos
e aos meus pais
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossos agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, e de maneira especial, às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pela amizade e valiosa orientação, durante todas as fases deste trabalho;

- Profs. Drs. José Branco de Miranda Filho, Natal Antonio Vello e Humberto de Campos, pelas sugestões nas análises estatístico-genéticas;

- Pesquisadores Drs. Cláudio de Souza Junior e Antonio Carlos de Oliveira, do CNPMS-EMBRAPA, pelas sugestões na análise estatística;

- Sr. Trajano de Oliveira Filho, pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório;

- CENA e Departamento de Estatística da ESALQ, pelas facilidades de uso dos computadores eletrônicos;

- Professores do Departamento de Genética da ESALQ/USP, pelos ensinamentos;

- Instituto de Genética pelas facilidades concedidas;

- EMBRAPA pela oportunidade de realização do curso e auxílio financeiro;

- Chefia e Pesquisadores do CNP-Algodão, pelo incentivo e amizade;

- Colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e intercambio de ideias e conhecimentos.

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Melhoramento de populações de milho	4
2.1.1. Eficiência dos métodos de melhoramen to populacional	4
2.1.2. Correlação envolvendo produção e ca- racteres da planta de milho	9
2.1.3. Melhoramento do "milho verde"	11
2.2. Efeitos do clima sobre a planta de milho ..	13
2.3. Melhoramento do milho para condições de in- verno	17
2.3.1. Metodologia de avaliação da adapta- ção ao frio	17
2.3.2. Adaptação genética do milho ao frio.	21
2.3.3. Melhoramento do milho para adaptação ao frio	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. Material	36
3.2. Métodos	37
3.2.1. Obtenção das populações selecionadas para adaptação ao inverno	37
3.2.2. Avaliação das populações seleciona- das para adaptação ao inverno	38

página

3.2.3. Efeitos da coloração das plantas sobre a produção e seus componentes, na população ESALQ VD2 SI82	46
3.2.4. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (SEDFMI), na população ESALQ VD2 SI82	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1. Avaliações das populações selecionadas para adaptação ao inverno	57
4.1.1. Produção de espigas e seus componentes	57
4.1.2. "Stand" final, tombamento e número de ramificações do pendão	67
4.1.3. Alturas da planta, da espiga e índice AE/AP	72
4.1.4. Colorações das plantas e dos sabugos	74
4.1.5. Florescimento masculino e feminino	77
4.1.6. Percentagem de plantas e espigas doentes, e de plantas improdutivas..	80
4.2. Efeitos da coloração das plantas sobre a produção e seus componentes, na população ESALQ VD2 SI82	84
4.2.1. Produção e seus componentes	84
4.2.2. Caracteres morfológicos e fenológicos	86
4.2.3. Outras características avaliadas	88
4.2.4. Correlações fenotípicas à nível de médias de plantas	90

4.3. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, na população ESALQ VD2 SI82	91
4.3.1. Avaliação das famílias de meios irmãos	91
4.3.2. Estimação dos parâmetros genéticos..	95
5. CONCLUSÕES	99
6. LITERATURA CITADA	102
7. APÊNDICE	123

CURRICULUM VITAE

ELEUSIO CURVÊLO FREIRE, filho de Licínio da Silva Curvêlo e Maria do Carmo Curvêlo, nasceu em Esperança, Estado da Paraíba, em 29 de setembro de 1949.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica em 11 de dezembro de 1971, pela Escola de Agronomia da U.F.Pb., e obteve o título de Mestre em Agronomia, em 19 de outubro de 1976, pelo Centro de Ciências Agrárias da U.F.Ce.

Trabalhou como Extensionista Local, na Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural da Paraíba-ANCAR-PB, em 1972. A partir de novembro de 1972, tem se dedicado a pesquisas com a cultura do algodoeiro, a princípio no ex-Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Leste, em Cruz das Almas-BA., e até os dias atuais, no Centro Nacional de Pesquisas do Algodão da EMBRAPA, em Campina Grande-PB.

Iniciou o curso de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em março de 1983.

MELHORAMENTO DO MILHO (*Zea mays* L.) PARA
ADAPTAÇÃO ÀS CONDIÇÕES DE INVERNO
DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL

Aluno: ELEUSIO CURVÊLO FREIRE

Orientador: Prof. DR. ERNESTO PATERNIANI

RESUMO

O programa de melhoramento do milho, para adaptação as condições típicas de inverno da região Centro-Sul do Brasil, vem sendo desenvolvido no Departamento de Genética da ESALQ/USP, com o objetivo principal de obter populações de porte normal e braquítico, adequadas à exploração sob a forma de "milho verde". As populações melhoradas, também poderão ser utilizadas para a produção de forragens, álcool, ou como cultura de cereal, alternativa para o trigo, em condições de inverno.

As populações adaptadas ao inverno, foram obtidas a partir da incorporação do caráter planta colorida de antocianina (genes A-B-P⁺-), nas populações ESALQ VD2 e Piratão VD2, que são materiais de base genética ampla e adaptados aos cultivos de verão. As populações resultantes, foram melhoradas por seleção massal e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, usando-se a produtividade, como critério de seleção, nas plantas sobreviventes à atuação da seleção natural, em condições de inverno.

Para avaliar os resultados deste programa, fo

ram conduzidos os seguintes ensaios: cinco experimentos "split-block", em plantios de inverno e verão, em Piracicaba e Anhembi-SP, para avaliação das populações originais e melhoradas, em condições de inverno e verão; cinco experimentos latice triplo 10 x 10, no inverno de 1983, em Piracicaba-SP, para avaliação de progênies de meios irmãos e posterior seleção das superiores. No intuito de identificar alguma vantagem seletiva entre as diferentes tonalidades de plantas para as condições de inverno, foram efetuadas observações, durante os invernos de 1983 e 1984, em Piracicaba-SP, em 300 plantas individuais (150 a cada ano), selecionadas antes do florescimento, na população ESALQ VD2 SI82.

A seleção massal para produtividade, foi eficiente na melhoria da produção de espigas e adaptação das populações Piranão VD2 SI e ESALQ VD2 SI, às condições de inverno. Todas as características consideradas nas avaliações visuais, foram efetivamente modificadas pelos ciclos de seleção massal, incluindo, a cor dos grãos, número de fileiras/espiga, número de grãos/fileira, tombamento, cor das plantas e dos sabugos.

O caráter planta colorida de antocianina melhorou a adaptação das populações às condições de inverno e, não induziu a nenhum efeito detrimental nos caracteres avaliados nesta pesquisa. Dentre as tonalidades de cores, a roxa pareceu ser a mais vantajosa e, a roxa intensa a menos adequada aos objetivos do programa.

O método da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, com uso de sementes remanescentes, foi eficiente na melhoria da produção de espigas, na população ESALQ VD2 SI82, em condições de inverno, resultando num progresso médio por ciclo de 3,9%. O coeficiente de variação

genético, para esta população, foi estimado em 10,3%, indicando a existência de suficiente variabilidade genética, para permitir progressos subsequentes, através do uso contínuo deste método.

MAIZE (*Zea mays* L.) IMPROVEMENT FOR WINTER
ADAPTATION IN CENTRAL-SOUTH BRAZIL

Author:- ELEUSIO CURVÊLO FREIRE

Adviser:- ERNESTO PATERNIANI

SUMMARY

A maize improvement program for winter cropping in Central-South Brazil. has been conducted at the Departement of Genetics of the ESALQ/USP. The main goal of the program is the development of normal as well as brachytic populations suitable to be grown in the winter for "green corn" consumption. Additionally, the improved populations could be used for forage, for alcohol production from the stalk juice and as an alternative crop for wheat, during the winter season.

Initially, the anthocyanin colored plant character (A-B-P1-genes) was introduced into the ESALQ VD2 and Piranão VD2 populations, which possess broad genetic basis and are well adapted to summer cropping. The derived populations have been subjected to cycles of mass selection and so one cycle of selection among and within half-sib family, for yield during winter seasons.

The original (ESALQ VD2 and Piranão VD2) and selected populations for winter adaptations (ESALQ VD2 Winter Selections and Piranão VD2 Winter Selections) were

evaluated in five randomized split-block yield trials, with eight replications, carried out both during summer and winter seasons in two locations (Piracicaba and Anhembi, S. Paulo). Five hundred half-sib families obtained from ESALQ VD2 WS 82 were evaluated in five 10 x 10 triple lattice yield trials during the 1983 winter season in Piracicaba. During the winter seasons of 1983 and 1984 in Piracicaba, 150 plants each year were recorded according to their plant color (from green to purple) and evaluated for yield and other characters.

Mass selection for yield was effective in improving ear production and adaptation of Piranão VD2 WS and ESALQ VD2 WS populations to winter cropping. Grain color, number of rows/ears, number of kernels/row, lodging resistance, plant color and cob color were also improved through mass selection.

The anthocyanin colored plant character was effective in improving winter adaptation in the populations studied, with no detrimental effects on the other characteristics under evaluation. Dilute purple plant color was found to be the most favorable color, for winter adaptation, being the purple color plant less effective.

A predicted gain of 3,9% is anticipated by selecting the best 21,6% half-sib families and the 10% best plants within each family in ESALQ VD2 WS 82 population. Genetic coefficient of variation for this population was estimated to be 10,3%, suggesting the existence of enough variability to permit further genetic gains through the use of this type of selection.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da resistência genética das culturas de cereais e de forrageiras perenes ao frio, objetiva reduzir as perdas de "stand", devido a geadas e, também a expansão dessas lavouras, para novas áreas nas regiões mais frias do hemisfério norte.

São poucos, os programas que conseguiram aumentar significativamente a tolerância das culturas a baixas temperaturas. Podem ser apontados, como exemplos de sucesso, o melhoramento das culturas de trigo, cevada, aveia e alfafa, para adaptação às condições de inverno, na América do Norte e Europa (MARSHALL, 1982).

Existem grandes áreas do mundo, onde o melhoramento do milho, para tolerância ao frio é considerado como prioritário. Entre essas, podem ser apontados os Estados Unidos - EUA (nordeste de Wisconsin e Nova York), Canadá (nordeste de Ontário e Manitoba), Nova Zelândia, Centro e Nordeste da Europa (NEAL, 1949; PESEV, 1970 e EAGLES e BROOKING, 1981).

Nas condições da região Centro-Sul do Brasil, o milho é geralmente plantado em setembro a outubro sendo colhido a partir de abril. Esse período, coincide com a época do ano de maior fotoperíodo e mais elevadas precipitações e temperaturas (VIEGAS, 1978).

Entretanto, existem muitas lavouras plantadas fora dessa época normal, especialmente para a comercialização de "milho verde", ou como cultura alternativa de inverno, em substituição ao trigo, devido aos baixos custos de produção do milho (SAWAZAKI *et alii*, 1979; COUTO *et alii*, 1984). Estima-se que exista atualmente uma tendência de aumento desses plantios, devido a boa rentabilidade da exploração do "milho verde" (ISHIMURA *et alii*, 1984). Assim como, se espera aumento no consumo de milho, para uso direto na alimentação humana, especialmente pelas classes de renda mais baixas, devido à retirada dos subsídios governamentais para o trigo no Brasil (CIMMYT, 1984).

Como não existem ainda, materiais adaptados para esse cultivo e, em especial para as condições de inverno, os agricultores se utilizam dos híbridos e/ou populações normalmente desenvolvidas para os plantios de primavera-verão (SAWAZAKI *et alii*, 1979 e OLIVEIRA *et alii*, 1983).

Considerando as diferenças climáticas, entre as estações de verão e inverno, no Centro-Sul do Brasil, se estima que para um cultivo bem sucedido de milho no inverno, será necessária a obtenção de variedades adaptadas às condições ambientais menos favoráveis, em relação aos cultivos de verão, como sejam: fotoperíodo mais curto (menos duas horas), temperaturas mínimas mais baixas, radiação solar menor e precipitações menos abundantes.

Em ambientes de baixas temperaturas, especialmente aqueles de grandes altitudes, do México e Peru, tem sido observado que as populações de milho nativas, apresentam altas frequências de plantas coloridas. Essa constatação, levou à hipótese de que a coloração escura das plantas, seria vantajosa para os milhos cultivados em temperaturas baixas ou condições de "stress" (GREENBLATT, 1968; COE, 1979; HARDACRE e EAGLES, 1980).

A partir dessas evidências, o Departamento de Genética da ESALQ/USP iniciou um programa visando a incorporação do caráter planta colorida, nas populações ESALQ VD 2 e Piranão VD 2, para em seguida, efetuar o melhoramento dessas populações, objetivando sua adaptação às condições de inverno de parte da região Centro-Sul do Brasil.

O presente trabalho, visa realizar a primeira avaliação geral nesse programa. Os seus objetivos específicos são:

- avaliar a adaptação das populações ESALQ VD 2 e Piranão VD 2 melhoradas por seleção massal, para condições de inverno;
- comparar o comportamento das populações selecionadas no inverno com as adaptadas ao verão, em plantios de inverno e de verão;
- comparar o comportamento de plantas coloridas, com o de plantas verdes no inverno;
- estimar o progresso esperado pelo método da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, quando aplicado na população ESALQ VD 2-SI82, em condições de inverno.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Melhoramento de populações de milho

2.1.1. Eficiência dos métodos de melhoramento populacional

A seleção massal e a seleção espiga por fileira, eram os únicos métodos de melhoramento utilizados na cultura do milho, no início deste século. Esses métodos, foram eficientes para a adaptação de novas variedades a diferentes locais e também para o melhoramento de vários caracteres pouco influenciados pelo ambiente (RICHEY, 1922). Porém, os resultados obtidos até a segunda década deste século, indicavam que os mesmos eram ineficientes, para a melhoria da produtividade do milho (KIESSELBACH, 1922).

Com o advento do método do milho híbrido, a partir da sugestão de produção de híbridos duplos, formulada por JONES (1918), durante as décadas seguintes, os trabalhos dos melhoristas convergiram para o campo do milho híbrido,

devido ao seu grande sucesso comercial. Muito embora esse método tenha alcançado resultados surpreendentes no início, os resultados subsequentes não foram muito promissores (LONNQUIST, 1961).

A utilização de métodos estatístico-genéticos, para estudo de vários caracteres, inclusive produção de grãos, possibilitou a detecção de considerável quantidade de variabilidade genética aditiva (ROBINSON *et alii*, 1955). Estes autores, então sugeriram o reexame dos métodos de melhoramento de populações, inclusive, como um meio de se conseguir elevação na produtividade dos híbridos a serem obtidos a partir dessas populações melhoradas.

Posteriormente, se chegou a constatação de que a ineficiência dos métodos de melhoramento de população mais simples, se devia a deficiências na técnica e, não à perda da variabilidade genética, como tinha sido sugerido por HULL (1945 e 1952). Surgiram então, modificações nos métodos tradicionais, além de novos métodos de melhoramento de populações, como os seguintes:

- Seleção recorrente para capacidade geral de combinação - SR-CGC (JENKINS, 1940);
- Seleção recorrente para capacidade específica de combinação - SR-CEC (HULL, 1945);
- Seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos - SEDFIG (HARLAND, 1946);
- Seleção recorrente recíproca - SRR (COMSTOCK *et alii*, 1949);
- Seleção recorrente fenotípica - SRF (SPRAGUE e BRIMHALL, 1950);
- Seleção entre e dentro de famílias endógamas - SEDFS₁ (LONNQUIST e RUMBAUG, 1958);

- Seleção massal estratificada - SME (GARDNER, 1961);
- Seleção espiga por fileira modificada (LONNQUIST, 1964); posteriormente denominado de Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos - SEDFMI (PATERNIANI, 1967);
- Seleção recorrente recíproca com famílias de irmãos germânos - SRR c/ FIG (HALLAUER, 1967 e LONNQUIST e WILLIAMS, 1967);
- Métodos de seleção recorrente combinados (LONNQUIST, 1967);
- Seleção recorrente recíproca com uso de famílias de meios irmãos - SRR c/ FMI (PATERNIANI e VENCOVSKY, 1977);
- SRR c/ FMI, obtidas de plantas prolíficas (PATERNIANI e VENCOVSKY, 1978).

A eficiência absoluta de alguns desses métodos, medida através de progresso médio por ciclo, com relação à melhoria da produção de grãos de milho, está apresentada na Tabela 1, no Apêndice. Nessa Tabela, pode ser observado, que todos os métodos relacionados, apresentaram uma boa eficiência absoluta, porém nada se pode inferir, a partir desses resultados, sobre a eficiência relativa dos mesmos.

Um método de melhoramento é considerado mais eficiente que outro, quando tem capacidade de mostrar progressos maiores ou iguais, em menor espaço de tempo e, dispendio inferior de recursos e esforços (VALOIS, 1982).

Dentro desse enfoque, a eficiência relativa de diversos métodos de melhoramento intra e interpopulacionais, tem sido analisada, por alguns autores, usando populações brasileiras de milho, como segue:

A comparação da SEDFMI com a SME, efetuada por ZINSLY (1969), demonstrou que apesar da SEDFMI ser mais trabalhosa, ela foi duas vezes mais eficiente que a SME.

Baseando-se na relação entre os progressos esperados, Vencovsky (1975), citado por SOUZA Jr. (1983), comparou a SRR c/ FIG com a SRR c/ FMI obtidas de plantas prolíficas, e estimou que o progresso esperado na SRR c/ FMI foi 13,7% superior a SRR c/FIG mantendo o mesmo tamanho efetivo e, com a mesma intensidade de seleção, o progresso na SRR c/ FMI foi 11,6% inferior a SRR c/FIG.

A análise da eficiência da SEDFMI, em relação a SEDFIG, utilizando as estimativas medias das variâncias aditivas de diversas populações e, uma mesma população submetida aos dois métodos de seleção, foi estudada por RAMALHO (1977). Este autor concluiu que, de uma maneira geral, a SEDFIG foi superior a SEDFMI, quando a intensidade de seleção era baixa e, as condições experimentais ruins (coeficiente de variação elevado). Quando em condições opostas a estas, a SEDFMI era mais eficiente.

A determinação da eficiência da SEDFIG em relação a SEDPS₁, efetuada por VALOIS (1982) comprovou que o método mais eficiente, na media de dois locais, foi a SEDFIG, com um progresso de 4,8%, em relação a media da população original. A SEDPS₁ apesar de demonstrar superioridade, através de comparações pelo progresso esperado, coeficiente de herdabilidade e facilidade de execução, apresentou um progresso observado negativo, o que foi explicado, como sendo devido a uma única geração de recombinação das progênes S₁.

A eficiência relativa entre os processos de SRR e o melhoramento intrapopulacional, envolvendo FMI e FIG, para o melhoramento do híbrido intrapopulacional, foi estudada por SOUZA Jr. (1983). Este autor, concluiu que quando existe possibilidades de efetuar plantios de inverno (diminuindo o tempo para completar um ciclo), a melhor opção se-

ria a SRR c/ FMI obtidas de plantas prolíficas. Porém, quando os métodos são conduzidos apenas através de plantios na estação normal de cultivo, a opção mais indicada será a seleção intrapopulacional simultânea, nas duas populações, através da SEDFIG.

Independentemente destas informações recentes da literatura, muitos pesquisadores tem preferido utilizar no melhoramento de suas populações, os métodos mais simples e eficientes. Neste sentido, WEBEL e LONNQUIST (1967) e PATERNIANI (1968) recomendam inicialmente o uso da seleção massal por algumas gerações, até a ocorrência de alguma redução na variância genética aditiva. Quando então, se faria necessária uma maior precisão nas mensurações genotípicas e se justificaria a utilização da SEDFMI.

Apesar da ampla variabilidade apresentada pelos compostos, usados no melhoramento de milho, muitas vezes o melhoramento de populações para condições ambientais específicas, somente é possível, após a introdução e adaptação de genes, que confirmam à população o comportamento fisiológico desejado.

Neste sentido, PATERNIANI e RISSI (1976), utilizaram uma metodologia, para incorporação de genes maiores em populações de milho, que é considerada como padrão, no Departamento de Genética da ESALQ (BANDEL, 1978). Esse esquema consistiu em se cruzar uma linhagem doadora do gene recessivo, com uma população de base genética ampla, para posteriormente se selecionar dentro da população, os genótipos que melhor se adaptem ao novo gene introduzido. Para isso, as gerações F_2 e seguintes, são conduzidas através de seleção massal por 3 a 4 gerações, após as quais, a população é melhorada por mais 3 ciclos de SEDFMI. Ao fim desta sequên-

cia, já se teria a nova população com o gene incorporado e apresentando um alto nível de produtividade.

Esquemas semelhantes foram utilizados na incorporação dos genes braquíticos, ceroso, opaco e para coroa da bainha (A_B_P₂) nas populações de milho do Instituto de Genética da ESALQ.

A SEDFMI tem sido o esquema mais utilizado no melhoramento das populações de milho do IGEN da ESALQ, devido a sua eficiência, facilidade de condução e baixo custo por ciclo. Na Tabela 2, no Apêndice, é apresentado um levantamento dos ciclos de seleção, já realizados em populações brasileiras de milho, de porte normal e grãos dentados, oriundos da fonte Tuxpeño. Porém, deve ser ressaltado, que todos os resultados desta Tabela, foram obtidos através de ensaios conduzidos na estação normal de cultivo, inexistindo assim relatos na literatura brasileira, de uso desse método, no melhoramento de populações, em condições de inverno.

2.1.2. Correlações envolvendo produção e caracteres da planta de milho

O estudo das correlações genéticas, em populações submetidas à seleção, é muito importante, porque indica como a seleção para um caráter pode alterar outros indiretamente. (FALCONER, 1981).

Em milho de porte normal, vários autores constataram a existência de correlações genéticas entre diversos caracteres da planta e da espiga (ROBINSON *et alii* 1951, QUEIROZ, 1968). Nestes trabalhos, são comuns as correlações positivas da produção com o número de espigas por planta, al

tura da planta, altura da espiga, número de fileiras de grãos, nº de grãos/fileira e peso de 100 sementes.

Correlações genéticas positivas, foram encontradas, também entre a altura da planta e da espiga (CRISOSTOMO, 1978; LORDELO e MIRANDA FILHO, 1981). Porém, entre a produção e o número de ramificações do pendão, as correlações genéticas, sempre foram negativas (GERALDI, 1978; LORDELO e MIRANDA FILHO, 1981). Em milhos braquíticos, também já foram detectadas correlações genéticas semelhantes às anteriores, por RISSI (1980).

Entre o número de ramificações do pendão e o índice AE/AP, PATERNIANI (1981) encontrou correlação fenotípica positiva, enquanto que LORDELO e MIRANDA FILHO (1981) não encontraram correlações significativas entre esses caracteres.

Se a literatura é farta, em estudos de correlações em populações de milho, conduzidas na época normal de cultivo, é igualmente escassa em estudos dessas correlações, em plantios efetuados na estação de inverno. Apenas no trabalho de SAWAZAKI *et alii* (1979) foram obtidas correlações fenotípicas, positivas e significativas, entre a altura da espiga e o nº de plantas acamadas e AE e "stand" final.

Alguns estudos tem procurado medir o grau de relacionamento dos parâmetros climáticos, com a produção e seus componentes, em plantios de milho efetuados em condições de inverno. MENEZES *et alii* (1976) constataram, na baixada fluminense, correlações positivas entre a temperatura média e o nº de espigas e a produção, nos milhos Doce IPEACS e Seleção 47. JONG *et alii* (1982) determinaram, usando seis híbridos duplos, plantados durante 41 meses sucessivos, no Ha

vai, que a produtividade média do milho e os componentes da produção apresentaram correlações altas e significativas com a radiação média mensal e a temperatura média, vigente durante o período de crescimento da cultura,

2.1.3. Melhoramento do "milho verde"

Do volume total de milho produzido no Brasil (22 milhões de toneladas), 80% são utilizados como fonte energética, na produção de rações de animais (suínos e aves) (SÃO PAULO, 1982).

Em acréscimo à produção de grãos secos, existe uma parte da produção brasileira, não bem quantificada, que é utilizada diretamente para consumo humano, tanto sob a forma de "milho verde", como de produtos industrializados (pamonhas, sorvetes, curau, etc.). A Figura 1, no Apêndice, apresenta um gráfico da variação, na quantidade e preço do "milho verde", comercializado no terminal do CEAGESP, em São Paulo, no período de 1977 a 1981. Extrapolando estas estimativas para todo o país, pode-se estimar o consumo de "milho verde", apenas nos grandes centros consumidores, em pelo menos o triplo dessa quantidade, o que resultaria numa demanda anual de aproximadamente 69.000 t.

Para atender a este mercado consumidor, os agricultores das principais regiões produtoras (baixada fluminense - RJ e Vale do Ribeira - SP), tem utilizado em suas lavouras, os mesmos híbridos recomendados para a produção de grãos no verão. Entretanto, deve ser considerado, que as características desejadas para o milho a ser consumido na forma verde, nem sempre são levadas em conta, na produção das sementes híbridas, atualmente disponíveis no mercado.

Entre as características desejáveis para o milho a ser comercializado na forma verde, arrolam-se as seguintes:

- variedades que produzam espigas bem granadas, bem formadas e de bom aspecto, desde que a comercialização é feita na base de espigas individuais; sendo também interessante que os grãos permaneçam no "ponto leitoso" por maior espaço de tempo, o que é uma característica de milhos dentados, razão porque, variedades de grãos dentados tem sido superiores aos híbridos que, no geral, são semi-dentados (IKUTA e PATERNIANI, 1970);
- cultivares adaptadas para cultivo nas condições do inverno da região Centro-Sul (IKUTA e PATERNIANI, 1970 e MENEZES *et alii*, 1976);
- cultivares geneticamente mais homogêneas, de espigas baixas (SAWAZAKI *et alii*, 1979), e de grãos do tipo doce (MENEZES *et alii*, 1976).

Para identificar cultivares que correspondam aos critérios desejados, alguns autores tem efetuado testes de competição de variedades e híbridos, em diversas épocas de plantio. Nestas pesquisas, o destaque tem sido para os materiais de grãos dentados e amarelos, como as variedades Centralmex, ESALQ VD 2 e ESALQ VD 2-sacarino (IKUTA e PATERNIANI, 1970; PATERNIANI e IKUTA, 1978; SILVA e PATERNIANI, 1981), e os híbridos Cargill 742, Ag 162, C-521, IAC Phoenix x Opaco-266 e IAC Phoenix x 1312 (SAWAZAKI *et alii*, 1979, OLIVEIRA *et alii*, 1983; ISHIMURA *et alii*, 1984; COUTO *et alii*, 1984).

Porém, se para a produção de "milho verde", na estação normal de cultivo (primavera-verão), existem diver-

sas variedades e híbridos disponíveis no mercado, não se pode dizer o mesmo, quando o objetivo é obter bons rendimentos, a partir de plantios desenvolvidos durante os meses de inverno. Nestas condições, a literatura tem revelado que, o cultivo das variedades e híbridos, desenvolvidos para a estação de verão, sofrem reduções na produtividade (-58%), na % de espigas de boas características comerciais (-60%), no índice de espigas/planta (-38%) (IKUTA e PATERNIANI, 1970). Além de apresentarem maiores percentagens de tombamento e de plantas doentes (FIGUEIREDO, 1970; COUTO *et alii*, 1984 e ISHIMURA *et alii*, 1984).

Visando obter uma variedade de grãos dentados e amarelos, para exploração sob a forma de "milho verde", PATERNIANI e IKUTA (1978), conduziram um programa de seleção massal, inicialmente com a variedade Centralmex. Posteriormente, esta pesquisa foi continuada com as populações ESALQ VD-2 e Pirão VD-2, nas quais se incorporaram genes, que supostamente conferem uma melhor adaptação às condições de inverno e, através do melhoramento destas novas populações, por ciclos de seleção conduzidos exclusivamente na época do inverno, em Piracicaba-SP.

2.2. Efeitos do clima sobre a planta de milho

O milho é cultivado, em altitudes de 0 a 3.600 m, desde a latitude de 56° a 58°N, na Suécia e Rússia, até 38° e 42°S na Argentina e Nova Zelândia, podendo por isto ser classificada, como uma cultura de adaptação ampla (BERGER, 1962). Porém, normalmente, não são efetuados plantios comerciais em regiões onde a temperatura média do verão fica abaixo de 19°C, durante o dia e de 13°C durante a noite. (SHAW,

1977 e MALAVOLTA e DANTAS, 1978).

As temperaturas consideradas críticas para o milho, são as seguintes: abaixo de $12,8^{\circ}\text{C}$ ocorre uma apreciável redução na produção; a temperatura mínima para manutenção gira em torno de $9\text{ a }10^{\circ}\text{C}$; temperaturas inferiores a $-1,6^{\circ}\text{C}$ danificam a planta e abaixo de $-4,4^{\circ}\text{C}$ provocam sua morte (BERGER, 1962).

Analizando os principais efeitos das condições climáticas, sobre os vários períodos de desenvolvimento da planta de milho, SHAW (1977) concluiu que o período da floração, compreendendo o pendoamento, espigamento e polinização, é o mais crítico, em relação aos efeitos do clima. O "stress" de frio nesta fase, pode reduzir o número de grãos/espiga, assim como, temperaturas acima de 32°C levam ao abortamento de grãos. O tempo para ocorrer o espigamento e pendoamento, é também dependente do clima. Assim, uma cultivar que atinge a maturação em 115 dias, leva 74 dias do plantio ao pendoamento, com uma temperatura média de 20°C , mas somente 54 dias, com uma temperatura próxima de 23°C .

Diversos autores, tem demonstrado que o comprimento desse período é altamente correlacionado com a temperatura (unidades de calor) (MUNDSTOCK, 1970 e VIEGAS, 1978), mas que a umidade do solo, também deve ser considerada como importante. RUNGE (1968) verificou que os maiores efeitos das temperaturas e precipitações, sobre a produção de milho, ocorrem no período de 25 dias antes, até 15 dias, após a antese.

Também, no período do plantio à emergência, o desenvolvimento da plântula é afetado diretamente pela temperatura do solo e indiretamente pela temperatura do ar. Nor-

malmente, o milho germina bem em temperaturas acima de 10°C , mas sofre uma pronunciada diminuição na germinação, em temperaturas abaixo de 10°C (SHAW, 1977). De acordo com Wallace e Bressman (1937), citados por SHAW (1977), o milho normalmente emerge em 8a10 dias, em uma temperatura média de 16°C a 18°C , mas demora de 18a20 dias em 10°C a 13°C . Se o solo estiver úmido, numa temperatura de 21°C , a emergência ocorrerá em 5a6 dias.

Nesse período, o frio e as condições de solos encharcados, favorecem o desenvolvimento de patógenos, como os do gênero *Pythium* e outros fungos do solo (SHAW, 1977).

Diversos autores tem estudado os efeitos de temperaturas baixas, sobre plantas jovens de milho (estádios de 3a6 folhas), tendo sido constatadas respostas diferenciadas, em função dos genótipos avaliados. Entretanto, os principais efeitos detectados, devido a simulação de temperaturas de 10°C a 18°C , por 7 a 30 dias, após o plantio, foram: redução da taxa de emergência e crescimento de "seedlings"; aumento da suscetibilidade a doenças viróticas e fúngicas; crescimento lento do sistema radicular e da parte aérea da planta; reduções no número de folhas, da taxa fotossintética, do teor de clorofila e da respiração das plantas; redução da taxa de enchimento das sementes em até 90%; morte prematura das plantas e retardamento na acumulação de amido nas sementes. O frio, não afetou os teores de fósforo, de ácidos nucleicos e a síntese e qualidade das proteínas produzidas (ERYCSON, 1959; DUNCAN e HESKETH, 1968; JONES *et alii*, 1981; BLONDON *et alii*, 1980; EAGLES e BROOKING, 1981; LANDI e CROSBIE, 1982 e BRAKKE e SAMSON, 1981).

As temperaturas noturnas baixas, tem efeitos semelhantes as temperaturas diurnas baixas, quanto ao retar-

damento da emergência, redução da fotossíntese e das taxas de crescimento de "seedlings" e taxa de assimilação líquida (GRZESIAK *et alii*, 1981). Com relação aos efeitos do fotoperíodo (número de horas de luz/dia) sobre a planta de milho, foram efetuados estudos, tanto sob condições de campo, como de laboratório.

Ensaaios conduzidos em câmaras de crescimento, avaliando os efeitos de vários fotoperíodos (12 a 24 horas), em diversas temperaturas permitiram a constatação de que os fotoperíodos mais longos provocam retardamento no início do florescimento, devido a aumentos no crescimento vegetativo, no número de folhas e no comprimento do caule (CANEL, 1938; HUNTER *et alii*, 1974; BREUER *et alii*, 1976 e ROOD e MAJOR, 1980). Por outro lado, tem sido detectadas interações entre temperatura x fotoperíodo, para o comprimento do período de enchimento de grãos, nº de grãos e produção de grãos. Também, fotoperíodos longos (20 horas) e temperaturas frias (20°C) produzem o mais alto peso final/planta (HUNTER *et alii*, 1977). Elevação de temperatura (20 para 25°C) e redução de fotoperíodo (15 para 10 horas) resultam em encurtamento nos períodos de germinação e iniciação da espiga e decréscimo na área foliar total/planta,

Pesquisas efetuadas em condições de campo, em três localidades dos EUA, de mesma latitude e elevação, mas com fotoperíodos e temperaturas diferentes, comprovaram que a maior produção de grãos/ha foi obtida onde ocorreu a mais alta insolação diária, a mais alta temperatura diurna e a segunda mais baixa temperatura noturna (Davis). A produção mais baixa, foi obtida em Lexington, onde ocorreu a mais baixa insolação diária, moderadamente alta temperatura diurna e a mais alta temperatura noturna (DUNCAN *et alii*, 1973).

A radiação solar é outro parâmetro climático de grande importância, para a produção do milho. A baixa radiação solar, vigente no inverno no Havai, foi a principal causa da redução de 70% na produção de grãos de milho, entre os plantios de inverno vs. verão, a despeito das boas temperaturas vigentes durante todo o ano (22 a 26°C). Os valores médios de 400 cal/cm²/dia, comuns no inverno do Havai, são bastante inferiores as 600 cal/cm²/dia, encontrados no "corn belt", onde são obtidas altas produtividades. Pesquisas de campo, comprovaram que a radiação média diária, no período de enchimento de grãos, explicou mais que 50% da variação na produção de grãos e de todos os componentes da produção, exceto peso de 100 sementes e nº de fileiras/espiga (JONG *et alii*, 1982).

Os aspectos fisiológicos e bioquímicos dos danos de frio em milho, foram revistos por FREIRE (1984). O principal efeito do frio, ocorre a nível das membranas vegetais (plasmalema, membranas das mitocôndrias e cloroplastos), devido à solidificação dos lipídeos, contração e rompimento das membranas. A desorganização da ultraestrutura das membranas dos cloroplastos e mitocôndrias resulta em cloroses, baixa produção de clorofila, distúrbios na respiração, quebra de proteínas, perda da semi-permeabilidade, esgotamento, murcha e até morte dos tecidos e da planta.

2.3. Melhoramento do milho para condições de inverno

2.3.1. Metodologias de avaliação da adaptação ao frio

Existe uma série de metodologias, utilizadas

para avaliação da adaptação ao inverno (temperaturas frias acima do ponto de congelamento da água), tanto em condições de campo (método direto), como em condições artificiais (métodos indiretos), as quais, vem sendo amplamente utilizadas em cereais e pastagens de inverno.

Um resumo das técnicas descritas por DEXTER (1956), LEVITT (1972) e STEPONKUS (1978) é apresentado a seguir:

a. Testes de Campo

Consistem em se cultivar as variedades, nas condições de inverno normais da região, para a qual se deseja obter genótipos mais adaptados. O uso desse teste com sucesso, depende da observação dos seguintes requisitos: deve haver um período de adaptação da planta, antes da mesma ser submetida ao frio; um grau de severidade média, é essencial para a discriminação dos genótipos; devem ser efetuados testes de avaliação, por pelo menos três anos, devido as variações sazonais que ocorrem de um ano para o outro, incluindo os aspectos climáticos, pragas, doenças, etc...

As principais desvantagens desse método são: consome muito tempo (pode ser realizada, apenas uma avaliação por ano) e, para serem representativos, necessitam ser repetidos por diversos anos; não existe controle do grau de "stress" e dos diversos fatores que atuam conjuntamente sobre a planta no inverno (pragas, doenças, chuvas de granizo, geadas, recuperação das plantas danificadas, efeitos de fertilizantes, etc.).

A avaliação da adaptação é feita em função do grau diferencial de dano, entre os genótipos. Os principais critérios de avaliação utilizados são: % de "stand" so-

brevivente ou não danificado, produção de matéria seca/área, % de tecido morto em árvores, turgidez ou firmeza dos tecidos, manchas de tecidos com células vivas, grau de dano baseado na aparência das plantas (notas).

b. Testes indiretos

Os principais testes indiretos, obtidos através da simulação de "stress" de frio em condições de câmara de crescimento ou laboratório são:

- uso de equipamento de refrigeração na substituição do "stress" de campo;
- uso do método da condutividade elétrica na mensuração do dano;
- teste de tolerância ao inverno, utilizando sementes ou "seedlings" de poucos dias de idade;
- estimativa da tolerância ao inverno sem uso do "stress" de frio..

Cada um destes métodos indiretos apresentam vantagens e desvantagens, quando comparados entre si, ou com os testes de campo, como discutido por DEXTER (1956). Porém, STEPONKUS (1978) enfatizou que, o desenvolvimento de técnicas rápidas de avaliação de plantas, levou ao surgimento desses métodos indiretos de determinação da tolerância ao frio. Tais métodos, tem utilizado largamente os resultados de correlações empíricas, entre alguns caracteres morfológicos das sementes ou dos "seedlings", de umas poucas variedades, e a adaptação ao frio dessas variedades. Com este objetivo, tem sido estudadas, as relações da adaptação ao inverno com o ta

tamanho das células, o hábito de crescimento, a pressão osmótica da seiva das células, o teor de água e açúcar nos tecidos, os colóides hidrófilos do protoplasma e outras características. Porém, STEPONKUS (1978), considera que nenhum resultado encontrado, tem seguramente valor prático, como um meio de detecção da adaptação ao inverno, entre cultivares ou progênes.

Neste sentido, (LEVITT (1972) defendeu que o único método confiável de determinação da adaptação ao frio, consistiria em se submeter a planta ao "stress" de frio, avaliar o nível de dano e, posteriormente, efetuar testes de viabilidade, com o material considerado resistente.

Esses testes de viabilidade, consistiriam em medir a recuperação do crescimento ou desenvolvimento do vegetal, durante um período de tempo limitado (3 semanas ou mais), após o retorno às condições normais de temperatura. Esse método, porém, apresentaria ainda como problemas, a necessidade de definição da idade da planta, o tipo de "stress" a ser imposto, o tipo de tecido a usar e a análise de viabilidade.

Em complementação, as ideias de LEVITT (1972), STEPONKUS (1978), sugeriu que nos estudos de viabilidade, além da determinação da % de sobrevivência, deve ser avaliada a capacidade produtiva das plantas sobreviventes, o que, de uma maneira geral, não vem sendo observado, até então.

2.3.2. Adaptação genética do milho ao frio

2.3.2.1. Testes de frio

São raras, as pesquisas efetuadas visando a avaliação e/ou o melhoramento de populações de milho, para adaptação ao frio ou ao inverno, em condições de campo. Por outro lado, os chamados "testes de frio", em condições de laboratório, passaram a ser de uso geral, desde que NEAL (1949) sugeriu que deveria haver correlação entre os testes de germinação do milho, no frio em laboratório e, a adaptação ao frio no campo.

Essas correlações, determinadas por HASSELL e SINGLETON (1949), resultaram nos coeficientes de 0,55 para o milho doce e 0,62 para o milho normal, ambos com significância estatística.

Posteriormente, RINKE (1953) aperfeiçou os "testes de frio", sugeridos por NEAL (1949) e, padronizou o teste de germinação no frio, usado em Minnessota. Esse teste, passou a ser constituído dos seguintes componentes: uso do solo de campo não esterilizado; água no ponto de saturação; alternância de temperaturas (2 dias a 26°C + 6 a 10 dias a 8°C + 4 dias a 25°C); uso de sementes tratadas com fungicidas. Testes semelhantes, tem sido descritos e utilizados por ULLSTRUP (1977) e BURRIS e NAVRATIL (1979).

Os testes de frio usados, para seleção do milho, visando a adaptação ao frio, nos Estados Unidos - EUA, apresentam variações quanto aos tipos de substratos utilizados para a germinação. A comparação de alguns desses testes, por BURRIS e NAVRATIL (1979), demonstrou: que para a

maioria das linhagens usadas no estudo, as respostas aos testes de frio, são devidas ao "stress" de temperatura, com pouco efeito do solo ou substrato; que alguns testes de frio não dão uma predição segura, para avaliação precoce da emergência no campo, sendo seus resultados bastante variáveis e que alguns destes testes, apresentaram baixa correlação com a germinação do campo.

Diversos autores, tem sugerido outros tipos de testes, para avaliação da adaptação do milho ao frio, baseando-se na constatação de que as variedades de milho, apresentam respostas diferenciadas a certos parâmetros, quando submetidas ao frio, ou ao inverno, sob temperaturas acima do ponto de congelamento da água. Os parâmetros essenciais considerados como critérios de seleção, nesses testes, são os seguintes:

- recuperação da taxa de alongação das raízes em 20°C, após tratamento prolongado de frio (CLARKSON e GERLOFF, 1969);
- taxa de crescimento da parte aérea, após períodos de resfriamento de 17°C/5°C (dia/noite) (CASTLEBERRY *et alii*, 1978);
- razão dos valores do peso seco da parte aérea, de plantios efetuados na época normal, pelos valores obtidos em plantios tardios (90 dias após) (MIEDENA, 1979);
- capacidade para fotossintetizar e crescer a 13°C, após esgotamento das reservas do endosperma (HARDACRE e EAGLES, 1980);
- notas para emergência, área foliar e peso seco, em uma única data de amostragem, após emergência no campo, sob condições de frio (SHELDRIK, 1982);
- uso da taxa de respiração e da quebra de amino-ácidos, como critérios fisiológicos, para avaliação (GAO, 1984).

Existe também, quem defenda que a avaliação da adaptação ao frio deve ser efetuada por um teste com múltiplos parâmetros, como: germinação em temperatura baixa; crescimento de tecidos de calus em temperaturas baixas; eficiência de crescimento de "seedlings" no frio; análise de ácidos graxos dos tecidos e grau de dano no frio (ZEMETRA, 1983).

Poucos autores, no entanto, tem procurado correlacionar os resultados de avaliações de genótipos, em condições de inverno no campo, com os parâmetros usados nos testes de frio, sob condições controladas. LEE e ESTES (1982) ao efetuarem tal comparação com 20 híbridos, constataram que a produção de matéria seca na maturidade, não foi correlacionada com o crescimento inicial dos "seedlings". SEMUGURUKA *et alii* (1981), não encontraram correlações genéticas significativas entre a tolerância ao frio e ao calor, com a produção, o que é um indício de que estes fatores são herdados independentemente.

Resultados semelhantes aos obtidos por LEE e ESTES (1982) e SEMUGURUKA *et alii* (1981), vieram demonstrar que, se os testes de frio apresentam boas correlações com a tolerância ao frio no campo, quando medida através de parâmetros como % de emergência, índice de emergência e vigor, não necessariamente possuem correlações estreitas com a produtividade, que é o parâmetro chave do ponto de vista dos agricultores e melhoristas. Assim, os testes de frio, aliados a avaliação da produtividade no campo, os quais vem sendo pouco utilizados, devem merecer uma atenção maior dos pesquisadores dessa área (STEPONKUS, 1978 e MCCONNEL e GARDNER, 1979a, b).

2.3.2.2. Herança da adaptação ao frio

A maioria dos trabalhos sobre a herança da adaptação ao frio, envolvendo, principalmente as culturas tolerantes ao inverno, tais como o trigo, cevada, aveia, etc., foram efetuados no campo. Para diversas culturas, foi encontrada que a adaptação ao frio, é controlada poligênicamente, com um componente principal da variabilidade, devido a efeitos gênicos aditivos. Tais, são os casos do trigo, cevada, aveia, alfafa, etc. (GROGAN, 1970 e MARSHALL, 1982).

Muitos dos estudos encontrados na literatura, com o milho, porém são resultantes dos normalmente chamados "testes de frio", ou de variações destes. Assim, a genética da adaptação ao frio em milho, vem sendo mensurada, através da herança da % de germinação, índice de emergência em dias e, peso seco dos "seedlings", em testes de germinação no laboratório, sob condições de frio artificiais. A maioria dos testes de frio, tem detectado diferenças marcantes entre os genótipos de milho, com relação aqueles parâmetros, e a outros, usados com menor frequência (% de clorofila, taxa de crescimento da raiz e da parte aérea, etc.),

Alguns autores, tem encontrado efeitos maternos significativos, associados principalmente com a % de emergência (PINNEL, 1949; ROSSMAN, 1949 e PESEV, 1970). Outros, como Schaaf (1954) e Wortman (1951), citados por GROGAN (1970), constataram que tanto o citoplasma, como o núcleo, atuavam no controle da resistência ao frio. Recentemente, diversos trabalhos tem revelado efeitos maternos para % de emergência e efeitos genéticos para % de emergência e índice de emergência (EAGLES e HARDACRE, 1979; MARYAN e JONES, 1983a e GROGAN, 1970). PINNEL (1949), por sua vez, explicou os altos "stands" obtidos nos testes de frio, com os

cruzamentos de híbridos simples x linhagens endôgamas e, a boa correlação com os cruzamentos recíprocos, com base na ação de genes complementares.

Desde os primeiros trabalhos, autores como HASKEL e SINGLETON (1949) levantaram a hipótese de que a adaptação ao frio em milho, era poligênica, baseando-se em estudos; sob condições de temperaturas controladas, com híbridos e suas linhagens. Posteriormente, diversas pesquisas, vieram confirmar esta hipótese (GROGAN, 1970; MCCONNEL, 1979; MCCONNEL e GARDNER, 1979b e EAGLES, 1982).

A partir da comprovação do controle poligênico, da adaptação ao frio, procurou-se avaliar o tipo de ação gênica predominante. GROGAN (1970), MARYAN e JONES (1983b), e KEIM e GARDNER (1984), encontraram que um modelo aditivo-dominante era mais adequado, para explicar o controle genético. Enquanto que, MCCONNEL (1970) e MCCONNEL e GARDNER (1979b) encontraram que o vigor dos "seedlings" era predominantemente condicionado pelos efeitos aditivos e dominantes, porém, a % de germinação no laboratório e a % de emergência no campo, eram controlados tanto por esses efeitos, quanto pelos efeitos epistáticos. Verificaram ainda que, entre os efeitos epistáticos individuais, os do tipo dominante x dominante, foram frequentemente mais significativos que os aditivo x aditivo ou aditivo x dominante.

Ao determinarem o tipo de ação predominante, em linhagens oriundas de Cambridge e dos EUA, MARYAN e JONES (1983b), encontraram que o modelo aditivo x dominante, foi adequado para o material de Cambridge, mas foi inadequado para os cruzamentos envolvendo materiais dos EUA. Este fato, poderia ser uma indicação da presença de interação genótipos x locais, ou de epistasia, com ou sem ligação. Por fim, al-

guns autores, estudando cruzamentos do tipo alta x baixa adaptação, tem detectado heterose positiva para % de emergência (ROSSMAN, 1949 e GROGAN, 1970).

Com relação à herdabilidade, MARSHALL (1982) tem reportado, em outras culturas, valores variando de 56 a 87%, em plantas naturalmente adaptadas ao inverno, apesar de serem normalmente esperados valores inferiores, devido à complexidade de interações genótipo x ambiente, relacionadas com a herdabilidade da resistência ao inverno.

Para o milho, FREIRE (1984) efetuou uma ampla revisão sobre o assunto, tendo encontrado valores de herdabilidades, para os caracteres relacionados com a adaptação ao frio, variando de 0,38 a 0,85, para % de emergência; 0,20 a 0,87 para índice de emergência e de 0,41 a 0,98 para peso seco dos "seedlings". Estes valores são considerados, como suficientemente elevados, para justificar a realização de programas eficientes de melhoramento.

2.3.2.3. Caracteres correlacionados com a adaptação ao frio

A identificação de alguma característica da planta de milho, facilmente observável e que estivesse correlacionada com a tolerância ao frio, ou adaptação ao inverno, facilitaria marcadamente o trabalho dos melhoristas.

A maioria dos caracteres morfo-fisiológicos e ambientais, apontados como correlacionados com a adaptação ao frio, em outras culturas, também apresentaram respostas idênticas no milho, como sejam: resistência a pragas e doenças, estágio de crescimento, fertilidade do solo, maturidade das sementes, caracteres do endosperma, umidade das sementes,

etc.. Além desses, especificamente para o milho, são apontados que: os milhos opacos são 35% menos tolerantes que seus análogos normais (GUPTA e KOVACS, 1975); a precocidade também está correlacionada com a tolerância ao frio (LEE e ESTES, 1982); que os milhos de endospermas duros, são também mais tolerantes ao frio que os de endospermas dentados (BLONDON *et alii*, 1981); que os híbridos e populações são mais tolerantes que as linhagens respectivas (WILLING, 1981 e HAMILTON *et alii*, 1983).

Apesar de ter sido encontrada variabilidade, para a adaptação ao frio, entre os milhos oriundos do "corn belt" dos EUA, existem inúmeras pesquisas mostrando que os níveis mais elevados de tolerância, estão associados com genomas originários de terras altas do México e Peru, incluindo o Pool 5, *Zea diploperennis*, raças San Jerônimo, Huancavelicano e Confite Puñeño (EAGLES e HARDACRE, 1979; MIEDENA, 1979; HARDACRE e EAGLES, 1980 e EAGLES *et alii*, 1983).

Diversos autores, tem apontado que a adaptação ao frio, está correlacionada com a coloração de antocianina nas plantas de milho. O controle genético dessa tonalidade das plantas, foi inicialmente descrito por BRINK (1934) e posteriormente, revisto com mais detalhes por BRIGGS (1966) e COE e NEUFFER (1977). O comportamento desses genótipos coloridos, frente aos milhos comerciais, tem sido analisado, sob diferentes enfoques. A avaliação efetuada por BRINK (1934), da produtividade, % de umidade e % de plantas improdutivas, das plantas coloridas, é apresentada na Tabela 3, no Apêndice. BRAWN (1968) incorporou o caráter planta colorida de antocianina* em várias linhagens, com o intuito de

* A denominação planta colorida de antocianina será utilizada neste trabalho para designar plantas de diversas tonalidades de cores, exceto as verdes.

obter híbridos duplos, de níveis de precocidade superiores. COE (1979) sintetizou uma população com genes para cor roxo intenso, na aleurona e na planta, a qual vem sendo avaliada, para tolerância a "stress" de frio, em diversas etapas de seu desenvolvimento.

As populações de milho, de terras altas do Peru, avaliadas por GREENBLATT (1968), apresentavam uma frequência de 96% de plantas coloridas, quando as temperaturas do ar eram baixas. No entanto, quando as temperaturas do ar não eram limitantes, esta frequência caía para 65%. Este autor, efetuou medições de temperatura, em diversas posições das plantas de milho, constatando que as plantas coloridas tinham uma temperatura de 0,5 a 3,5^oC, mais elevada que as verdes. Baseado nestes dados, sugeriu então que os genes B_P1, foram selecionados naturalmente, devido à sua propriedade de atuarem como um mecanismo de regulação de calor, na planta de milho.

No Canadá, BRAUN (1968) também constatou que as plantas de cor roxo intenso são de 1 a 2^oC mais quentes, durante todo o dia, que aquelas de coloração vermelho sol diluído (A_bbp1p1) típicas dos híbridos comerciais daquele País. Este autor, levantou então a hipótese, de que o maior aquecimento dessas plantas, em condições frias, poderia ser importante no apressamento da maturidade.

Posteriormente, CHONG e BRAUN (1969) procuraram quantificar melhor as diferenças de temperaturas, em várias horas do dia e da noite, entre plantas de linhas isogênicas, das tonalidades roxo intenso e vermelho sol diluído. Constataram que o aumento da temperatura das plantas roxo intenso, sobre as vermelho sol diluído, como média para o dia todo, variou de 1,2 a 1,8^oC, em 1,0 e 0,5 cm de profundidade nos tecidos do caule. Por outro lado, essas diferenças

de temperaturas, foram maiores durante as manhãs e em dias nublados, indicando que os tipos roxos esquentavam mais rapidamente e mantinham melhor sua temperatura. As avaliações de produção, no entanto, não detectaram diferenças estatísticas entre os dois tipos de plantas.

Outra hipótese, para o estabelecimento da coloração escura, em populações de milho normalmente submetidas a baixas temperaturas, foi formulada por HARDACRE e EAGLES (1980). Estes autores, opinaram que a coloração escura, poderia ser devida a evolução de algum mecanismo, ligado a cor roxa, destinado a reduzir o dano induzido pela luz, nos sistemas fotossintéticos, a baixas temperaturas.

2.3.3. Melhoramento do milho para adaptação ao frio

Nas décadas de setenta e oitenta, existiam programas de melhoramento de milho, para adaptação ao frio, sendo desenvolvidos em diversas companhias de sementes (Dekalb, PAG, Pioneer) e universidades dos EUA (Iowa, Missouri e Nebraska), além de no, MacDonald College do Canadá, D.S. I.R. da Nova Zelândia, Estações Experimentais da Europa e no Departamento de Genética da ESALQ/USP, no Brasil, segundo levantamento efetuado por FREIRE (1984).

Os programas de melhoramento para adaptação ao frio, no milho, buscam objetivos distintos em cada uma das regiões, onde os mesmos são considerados como prioritários. Na região do "corn belt" dos EUA, buscam-se genótipos tolerantes ao frio, que possam ser plantados mais cedo, em solos ainda frios. Com isto, se procura coincidir a fase de enchimento de grãos com o período de insolação máxima, para se obter maior eficiência fotossintética e produtividade (MOCK, 1977).

Nas demais regiões do mundo (Europa, Canadá e Nova Zelândia), o objetivo da tolerância ao frio, é permitir a adaptação do milho a regiões, onde o período de verão é muito curto. Nessas condições, é necessário se efetuar o plantio em solos bastante úmidos, frios e com alta infecção de fungos, além de se exigir um nível de precocidade, superior aos padrões atualmente encontrados, nas populações em uso (BRAWN, 1968 e EAGLES, 1982).

Nos programas de melhoramento conduzidos nos EUA e Nova Zelândia, geralmente, se procura avaliar em testes de frio, em condições de laboratório, ou através de plantios cedo, no campo, a diversidade genética de materiais locais e exóticos, quanto a % de emergência, índice de emergência e peso seco de "seedlings". Estes programas, tem conseguido progressos na melhoria dessas características, porém os materiais selecionados, ao serem avaliados em plantios cedo, no campo, não superam as testemunhas, em produtividade (MOCK e BAKRI, 1976, MCCONNEL e GARDNER, 1979a, b).

A comparação de métodos de seleção, em condições de laboratório e através de plantios cedo no campo, efetuada por MOCK e EBERHART (1972), possibilitou aos autores, sugerirem que um único sistema genético condicionava a tolerância ao frio, em ambas as condições. E que através de processos de predição, a seleção em campo pareceu ser mais eficiente que a de laboratório. Em contrapartida, outros autores defendem que a seleção em laboratório é mais efetiva (MCCONNEL e GARDNER, 1979a).

Porém, se é inegável que a seleção em laboratório permite progressos maiores por unidade de tempo, para os poucos parâmetros considerados na seleção, não existe garantia de que esta metodologia melhore a adaptação aos múltiplos fatores e interações, observados entre a planta e o cul

tivo em campo, no inverno, inclusive, devido ao fenômeno da interação genótipo x ambiente (DEXTER, 1956; STEPONKUS, 1978).

As correlações obtidas entre os parâmetros avaliados nos testes de frio e em condições de campo, são contraditórias. O mesmo, pode ser dito com relação às correlações entre esses parâmetros e a produtividade ou peso de grãos (MOCK e EBERHART, 1972; MOCK e BAKRI, 1976; CASTELON, 1979; MCCONNEL e GARDNER, 1979a; EAGLES e HARDACRE, 1979 e MUNOZ OROZCO *et alii*, 1983). Existe uma certa concordância entre os autores, apenas com relação à correlação positiva entre o peso seco dos "seedlings" aos 42 dias após o plantio e a produtividade (MOCK e MCNEIL, 1979 e CROSBIE *et alii*, 1980).

O uso de índices de seleção, envolvendo vários parâmetros indicadores de tolerância ao frio, tem sido sugerido por MOCK e SKRDLA (1978), CROSBIE *et alii* (1980) e ZEMETRA (1983).

Avaliações de coleções nativas e exóticas, sob condições de temperaturas frias ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) em campo, tem sido efetuadas por HARDACRE e EAGLES (1980), EAGLES e HARDACRE (1981) e EAGLES (1982). Nesses testes, tem sido observado que dentre as interações, as de linhagens x anos, foram as mais importantes. Estes resultados, sugerem que dados de apenas um ano e um local, não são suficientes para a identificação de linhagens adaptadas ao frio (MOCK, 1979; MOCK e MCNEIL, 1979).

Independentemente da instituição de origem, ou dos objetivos específicos de seus programas de melhoramento, a maioria dos autores, concorda que a seleção recorrente seria o método mais adequado para o melhoramento do milho, visando a adaptação ao frio (ROSSMAN, 1949; GROGAN, 1970,

MOCK e EBERHART, 1972; MOCK e BAKRI, 1976; MCCONNEL e GARDNER, 1979a, b e KEIM e GARDNER, 1984). Porém, para uso deste método, deve-se partir de uma população de variabilidade ampla, a qual quando avaliada, tivesse apresentado um elevado grau de tolerância ao frio. Essa, é a situação do programa de melhoramento aplicado na população Pool 5, oriunda do CIMMYT, a qual vem sendo conduzida, através de seleção recorrente, com uso de famílias de meios irmãos, irmãos germanos e S_1 , por EAGLES e HARDACRE (1979) e EAGLES *et alii* (1983).

Outros autores, tem preferido usar a seleção massal, durante 344 ciclos, antes de passarem a adotar a seleção recorrente, com uso de progênies (MOSELY, 1982).

Porém, se com qualquer dos métodos recomendados, foi possível se conseguir melhoramento nas características relacionadas com o frio, não se obteve entretanto, melhoria na produtividade, talvez porque esse não tenha sido o objetivo principal dos programas (MOCK e BAKRI, 1976; MCCONNEL e GARDNER, 1979a, b e MOSELY, 1982). Alguns autores, inclusive tem detectado redução na produção, simultaneamente com o aumento da tolerância ao frio (LANDI e CONTI, 1983).

Mais recentemente, entretanto, tem-se procurado avaliar melhor os efeitos sobre a produtividade, do uso da seleção massal e da seleção recorrente, aplicados ao melhoramento de populações usando a tolerância ao frio, como critério principal (EAGLES *et alii*, 1983 e MOSELY *et alii*, 1984).

Uma valiação crítica das técnicas de melhoramento mais eficientes, para adaptação ao inverno, em diversas culturas, foi efetuada por MARSHALL (1982). Este autor concluiu que: a. onível de tolerância ao frio, de muitas culturas de inverno, dependeu da obtenção e seleção de genóti-

pos transgressivos, em relação aos pais, para esta característica: b. o uso de seleção natural aumenta efetivamente a frequência de genótipos tolerantes ao frio, entre as plantas sobreviventes, após cultivo no inverno; porém deve-se atentar para o surgimento de características indesejáveis, como ciclo tardio e modificações na altura das plantas; c. a seleção individual de plantas, é recomendada apenas para o uso na seleção massal, quando as plantas sobreviventes ao inverno são misturadas para formar uma nova população, devido a baixa probabilidade de ganho genético; d. seleção baseada em testes de progênies, são os processos mais eficientes para se avaliar a adaptação ao inverno. Porém, se as avaliações iniciais forem efetuadas num só local, as avaliações dos ciclos subsequentes deverão ter distribuição regional.

O plantio do milho, nas condições do inverno brasileiro, conforme considerado neste trabalho, consiste em seu cultivo durante os meses de abril-outubro. Nessa época, uma parte da região Centro-Sul (Minas Gerais, S. Paulo, Norte e Sudoeste do Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás) se caracteriza por apresentar, em relação a época de plantio normal, um fotoperíodo mais curto, com aproximadamente menos duas horas de luz, radiação solar menor, precipitação menor, com inclusive períodos de seca e, temperaturas mais baixas, principalmente nos meses de maio a setembro.

Em Piracicaba-SP, onde vem sendo conduzida esta pesquisa, pode ocorrer, apesar de com pouca frequência temperaturas próximas a 0°C e geadas nos meses de junho a setembro, embora geralmente, as temperaturas mínimas médias, nesses meses sejam superiores a 6°C (SALATI, 1957).

O melhoramento do milho para cultivo nas condições de inverno, na região Centro-Sul do Brasil, apresenta grandes diferenças, em relação aos programas de melhoramento

do milho, para tolerância ao frio, conduzidos em outras partes do mundo.

Uma das diferenças marcantes, se refere aos tipos e períodos de "stress" a que as plantas serão submetidas. Enquanto nos países do hemisfério norte, o "stress" de temperatura se restringe apenas às fases de germinação e início do crescimento dos "seedlings", nas condições brasileiras, o "stress" de temperatura ocorrerá em diversas etapas das fases vegetativa e reprodutiva da planta, além de vir associado também, a redução do fotoperíodo, da radiação e da precipitação.

Outra grande diferença, está nos objetivos e técnicas de melhoramento empregadas. Nos EUA, Canadá, Europa e Nova Zelândia, seleciona-se em laboratório, a partir de "testes de frio" padronizados, para a obtenção de populações que apresentem uma maior % de emergência e maior peso seco de "seedlings". Enquanto que, no programa brasileiro, todas as fases do melhoramento estão sendo conduzidas em condições de inverno, no campo, para possibilitar uma atuação intensa da seleção natural e a aclimação dos genótipos ao inverno. Além disto, o objetivo primário do programa brasileiro é a obtenção de populações de milho, de grãos dentados e amarelos, de produtividade superior aos híbridos comerciais em distribuição, quando cultivados no inverno. Outras características secundárias como tombamento, resistência a doenças, cor das plantas, sabugos e grãos, também vem sendo consideradas na seleção.

Métodos de seleção, semelhantes em parte, aos utilizados nesta pesquisa, foram usados por: MARSHALL (1966), para o melhoramento da adaptação da aveia ao inverno; por MUÑOZ e GONZALES (1976) para a obtenção de milhos tolerantes a

geadas e; por MOLINA GALAN (1980), para a obtenção de milhos adaptados à seca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As duas populações básicas, usadas nesta pesquisa, foram obtidas da seguinte maneira:

- a. *ESALQ VD 2* - esta população foi derivada do Dentado Composto, sintetizado no Departamento de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", a partir de várias populações de grãos dentados brancos e amarelos, notadamente da raça Tuxpeño, incluindo também germoplasmas da América Central e do Sul (PATERNIANI, 1968).

O programa para obtenção da população de milho *ESALQ VD 2*, foi iniciado em 1965, com o cruzamento entre plantas, de amostras representativas das seguintes populações: *WP₂*, *WP₆*, *WP₉*, *WP₁₀*, *WP₂₇*, *WP₂₉*, *WP₃₂*, *WP₃₇*, Piramex, America Central, Azteca e Maia (LIMA, 1977). O material resultante destes cruzamentos foi submetido a quatro gerações de recombinação em lote isolado de despendoamento, nos anos de 1966, 1967, 1968 e 1969 (LIMA, 1977).

Posteriormente, a população recombinada foi melhorada por seleção massal (1 ciclo) e seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, por 3 ciclos, sempre se procedendo seleção para grãos dentados e amarelos (PATERNIANI *et alii*, 1977).

b. *Piranão VD 2* - representa a versão braquítica da população ESALQ VD 2 (PATERNIANI *et alii*, 1977).

Possui grãos dentados amarelos e resultou em primeiro lugar da seleção para porte médio (1,70 m), a partir da geração F_2 do cruzamento das populações ESALQ VD 2 x *Piranão VD 1*. Posteriormente, foi submetida a quatro ciclos de seleção massal para prolificidade. A população *Piranão VD 1*, doadora do gene br-2, por sua vez foi obtida da geração F_2 do cruzamento Piramex x Tuxpeño br-2. Esses dois materiais são milhos dentados, o primeiro amarelo e o segundo branco, da raça Tuxpeño, originalmente introduzido do CIMMYT (CASTRO, 1983).

3.2. Métodos

3.2.1. Obtenção das populações selecionadas para adaptação ao inverno

As duas populações básicas, foram cruzadas, a partir de 1977, com uma linhagem, da coleção da ESALQ, que apresentava o caráter planta colorida de antocianina (A_B_P $\bar{L}$). A população híbrida resultante, foi submetida a ciclos de seleção natural, através de plantios no campo, na época do inverno, em Piracicaba - SP. Procedeu-se a uma seleção massal nas plantas sobreviventes, que apresentassem

bons caracteres agronômicos (não acamadas, sem doenças e com boa produtividade) e boas características da espiga (bem empalhadas, bem granadas e de grãos dentados de cor amarelo intenso). Nos dois primeiros ciclos, se fez também, seleção para plantas coloridas de antocianina, com sabugos brancos, para evitar o problema de arroxejamento dos grãos, durante o cozimento, em caso do consumo do milho verde "in natura",

Usando estes procedimentos, segundo informações pessoais do Dr. Ernesto Paterniani, foram obtidas as seguintes populações, melhoradas para tolerância ao inverno, nas condições de Piracicaba-SP:

- *ESALQ VD 2 - SI 81* - população selecionada em 1981, após 3 ciclos de seleção natural e massal, em condições de inverno.
- *ESALQ VD 2 - SI 82* - população selecionada em 1982, após 4 ciclos de seleção natural e massal, em condições de inverno.
- *Piranião VD 2 - SI 81* - população selecionada em 1981, após 1 ciclo de seleção natural e massal, em condições de inverno.
- *Piranião VD 2 - SI 82* - população selecionada em 1982, após 2 ciclos de seleção natural e massal, em condições de inverno.

3.2.2. Avaliação das populações selecionadas para adaptação ao inverno

As três populações de porte normal e as três de porte baixo, descritas, foram avaliadas em ensaios conduzidos em cinco ambientes, em Piracicaba - SP (Inverno / 1983,

Inverno/1984 e Verão-83/84) e Anhembi-SP (Verão-83/84 e Inverno-1984).

Em cada local, o ensaio foi desenvolvido no delineamento experimental em faixas (PIMENTEL GOMES, 1966), ou "split-block" (LECLERG *et alii*, 1962 e STEEL e TORRIE, 1980). Os experimentos foram implantados com oito repetições, com as parcelas constituídas por fileiras de 10 m de comprimento e espaçadas de 1 m, entre si. Como as populações de plantas altas e baixas, foram dispostas em faixas separadas, não se usaram bordaduras nas parcelas, mas apenas nas faixas, através de duas fileiras de plantas baixas, quando ao lado das braquíticas e duas fileiras de plantas altas, quando nas faixas de plantas de porte normal (Figura 2, no Apêndice). Nas parcelas, o plantio foi feito em covas espaçadas de 40 cm, semeando-se 2 sementes/cova, o que daria uma densidade de 50.000 plantas/ha. Os ensaios foram conduzidos sem realização das operações de replantio ou desbaste, para permitir uma livre atuação da seleção natural, avaliada através da determinação do "stand" final, por ocasião das colheitas.

As adubações de plantio e cobertura, e o controle das ervas daninhas, foram as normais, para a cultura. Os ensaios conduzidos durante os períodos de inverno, geralmente receberam irrigações de suplementação, durante as fases de germinação, polinização e enchimento de grãos. As anotações de dados foram efetuadas, considerando a parcela como um todo, ou a partir de uma amostra de plantas competitivas, dentro da mesma.

Os caracteres avaliados e a maneira de sua obtenção, foram em parte, semelhantes aos descritos por CASTRO (1983), os quais são apresentados resumidamente a seguir:

- **Número de dias para o florescimento σ** - corresponde ao intervalo de dias, do plantio ao florescimento masculino. Foi anotado por parcela, quando 50% ou mais das plantas estavam com espiguetas liberando pólen. Avaliado em quatro ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84, V-83/84 e Anhembi-V-83/84).
- **Número de dias para o florescimento φ** - é o intervalo de dias, do plantio ao florescimento feminino. Foi avaliado por parcela, quando 50% ou mais de suas plantas já estavam com o estilo-estigma, com pelo menos 2 cm fora da palha. Anotado em três ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84 e V-83/84).
- **Altura da planta** - foi computada em cm, após o florescimento, em cinco plantas competitivas, por parcela, tomadas ao acaso e medidas do solo até o ponto de inserção do limbo da folha mais alta, no caule.
- **Altura da espiga** - anotada em cm, nas mesmas plantas em que se anotou a altura da planta. Corresponde à medição, do ponto de inserção no caule, da espiga mais alta (1ª espiga) ao solo.
- **Índice AE/AP** - foi obtido dividindo-se a altura da espiga pela altura da planta e, indica a posição da primeira espiga em relação ao comprimento da planta.
- **Número de ramificações do pendão** - é o valor do número de todas as ramificações do pendão, contadas em cinco plantas competitivas, e amostradas após o florescimento.
- **Porcentagem de plantas acamadas + quebradas** - refere-se a porcentagem de plantas inclinadas, a ponto de comprometer os trabalhos de colheita mecânica, ou quebradas abaixo das espigas.

- "Stand" final - contagem pouco antes da 1ª colheita, do número total de plantas sobreviventes por parcela.
- Percentagem de plantas roxo intenso - contagem do número de plantas de coloração roxo intenso, por parcela, na fase do florescimento, dividido pelo "stand" total, na mesma época, x 100.
- Percentagem de plantas coloridas de antocianina - contagem do número de plantas de todas as tonalidades de cor (roxo intenso + roxo + vermelho sol + vermelho sol diluído), exceto verde, por parcela, na fase do florescimento, dividido pelo "stand" total, na mesma época, x 100.
- Produção de espigas despalhadas, em kg/ha - o peso em kg/parcela, foi corrigido para 15,5% de umidade e, para "stand" ideal, através da fórmula de ZUBER (1942). Depois, por meio de regra de três, obteve-se a produção de espigas despalhadas em kg/ha.
- Número médio de espigas - obtido dividindo-se o número total de espigas colhidas, pelo "stand" final, por parcela.
- Número de fileitas de grãos/espiga - valor médio, da contagem do número de fileiras, de cinco espigas amostradas ao acaso, por parcela.
- Número de grãos/fileira - valor médio da contagem do nº de grãos/fileira, de cinco espigas amostradas ao acaso, por parcela.
- Peso de 100 sementes - é o peso em g, de 100 sementes amostradas ao acaso por parcela.
- Percentagem de espigas doentes por parcela - foi obtido dividindo-se o número de espigas doentes (carvão ou podri-

dão), pelo número total de espigas colhidas por parcela.

- **Percentagem de plantas improdutivas** -- refere-se ao número de plantas, por parcela, que na fase de grãos maduros, apresentavam-se como "boneças" super-ramificadas, ou eram muito tardias, a ponto de não apresentarem granação, dividido pelo "stand" final x 100. Foi avaliado em quatro ambientes (Piracicaba - V-83/84, Inv/84 e Anhembi - V-83/84 e Inv/84).
- **Percentagem de plantas doentes** -- avaliada por ocasião do florescimento. Refere-se a % de plantas que apresentavam manchas foliares de *Helminthosporium* e/ou viroses, determinada em relação ao "stand", desta mesma época. Computada em apenas dois ambientes (Piracicaba - Inv/83 e V-83/84).
- **Percentagem de espigas com sabugos brancos** -- avaliada após a colheita, e obtida pela divisão do nº de espigas com sabugos brancos, pelo nº total de espigas, x 100.

Além destas características, foram determinados o número de graus efetivos de calor ou unidades de calor (U.C.), necessários para o florescimento masculino e para a colheita, nos três ambientes de Piracicaba (Inv/83, Inv/84 e V-83/84). Para isto, foi utilizada a fórmula desenvolvida por GILMORE e ROGERS (1958), a qual tem sido considerada como o método mais preciso de cálculo das U.C., segundo avaliações efetuadas por BERLATO *et alii* (1974), SHAW (1977) e TOLLENAAR *et alii* (1979).

$$U.C. = \frac{(T. \text{ max.} + T. \text{ min.})}{2} - T_b$$

onde:

$T_{\text{max.}}$ = temperatura máxima em $^{\circ}\text{C}$, com limite máximo de 30°C ;

$T_{\text{min.}}$ = temperatura mínima em $^{\circ}\text{C}$, com limite mínimo de 10°C ;

T_b = temperatura base = 10°C .

As U.C. calculadas, foram comparadas com o número de dias, para o florescimento masculino e o encerramento do ciclo da cultura, além de relacionadas com informações da literatura. Foram obtidos, os parâmetros climáticos de Piracicaba-SP, durante todo o período de condução da pesquisa (Figura 3, no Apêndice), para realização de estudos de correlação, com a produção de milho e seus componentes. Bem como, foram estimados as correlações fenotípicas, a nível de médias, entre todas as características avaliadas nesta pesquisa.

Para efeito de análise, os dados de % foram transformados $\text{arc. sen } \sqrt{\frac{x}{n}}$, substituindo-se os valores de zero por $1/2 n$, conforme sugerido por Bartlett (1947), citado por ALBUQUERQUE (1975). Os dados de contagens de dias e "stands", foram transformados em $\sqrt{x}$, como recomendado por ALBUQUERQUE, (1975).

A análise da variância individual, para cada um dos parâmetros, obedeceu aos procedimentos convencionais sugeridos para os experimentos "split-block", descritos por LECLERG *et alii* (1962) e STEEL e TORRIE (1980).

Para as análises conjuntas dos dados, de cada caráter, considerou-se um modelo misto, com o efeito de repetições dentro de local aleatório e os demais efeitos (ambientes, portes e variedades) fixos. Tal modelo matemático, utilizado por CASTRO (1983) e deduzido por PIEDADE e CAMPOS (1983), foi o seguinte:

$$X_{ikrj} = m + \alpha_i + \gamma_{j/r} + \delta_r + (\alpha\delta)_{ir} + (\alpha\delta\gamma)_{(ir)J} + \beta_k + \\ + (\beta\delta)_{kr} + (\beta\delta\gamma)_{(kr)J} + (\alpha\beta)_{ik} + (\alpha\beta\delta)_{ikr} + e_{(ikr)J}$$

onde:

m = média geral;
 α_i = efeito do porte i ;
 $\gamma_{j/r}$ = efeito do bloco dentro do ambiente r ;
 δ_r = efeito do ambiente r ;
 $(\alpha\delta)_{ir}$ = interação porte x ambiente;
 β_k = efeito da variedade k ;
 $(\beta\delta)_{kr}$ = efeito da interação variedade x ambiente;
 $(\alpha\beta)_{ik}$ = efeito da interação porte x variedade;
 $(\alpha\beta\delta)_{ikr}$ = efeito da interação porte x variedade x ambiente;
 $(\alpha\beta\gamma)_{(ir)J}$; $(\beta\delta\gamma)_{(kr)J}$; $e_{(ikr)J}$ = resíduos a , b , c , respectivamente.

Neste modelo, pela decomposição dos quadrados médios, pode-se chegar à conclusão de que os valores de F para os diferentes efeitos, deveriam ser obtidos como a seguir: o F para o efeito de Ambientes, foi obtido pela divisão de seu quadrado médio pelo de repetição/Ambientes; o F para o efeito de porte e interação porte x ambiente, pela divisão de seus respectivos quadrados médios, pelo do resíduo a; o F para os efeitos de variedades e interação variedades x ambientes, pela divisão de seus respectivos quadrados médios pelo do resíduo b; o F para as interações porte x variedade e porte x variedade x ambiente, pela divisão de seus quadrados médios, pelo do resíduo c (CASTRO, 1983 e PIEDADE e CAMPOS, 1983).

O desdobramento dos efeitos de variedades dentro de cada porte e de variedades dentro de portes dentro de ambientes, envolveu os resíduos b e c. Os valores de F dos efeitos desdobrados, foram obtidos pela divisão dos seus respectivos quadrados médios, por um quadrado médio calculado através da fórmula:

$$\frac{QMb + (p-1) QMc}{p}$$

onde tem-se o quadrado médio do resíduo b (QMb), o quadrado médio do resíduo c (QMc) e o número de portes (p). A comparação de médias, nestes casos, foi obtida através do teste de Duncan a 5% de probabilidade, conforme orientação dada por PIMENTEL GOMES (1966), para comparações de médias de A, em níveis de B, em experimentos com parcelas subdivididas.

A fórmula para o cálculo dos quadrados médios, envolvendo dois resíduos, foi idêntica a utilizada por CASTRO (1983) e apresentada por STEEL e TORRIE (1980) e CAMPOS (1984), para comparações de médias de tratamentos A, dentro de níveis de B, em delineamentos "split-plot", onde dois resíduos são envolvidos à semelhança deste trabalho.

O número de graus de liberdade, para os quadrados médios calculados em dois resíduos, foi obtido pela fórmula de Satterthwaite, conforme sugerido por PIMENTEL GOMES (1966).

O desdobramento dos efeitos de variedades dentro de ambientes, envolveu apenas o resíduo b. As comparações de médias nesse caso, foram efetuadas de maneira semelhante ao descrito por PIMENTEL GOMES (1966), para comparações de médias de B, num mesmo nível de A.

Os testes F, para o contraste Inverno vs Ver-

rão e para o desdobramento dos efeitos de ambientes dentro de portes, envolveram apenas o resíduo a. Para as comparações de médias, foram usadas as fórmulas descritas por PIMENTEL GOMES (1966), para comparações entre tratamentos A.

As análises conjuntas para produção, "stand" final, % de plantas acamadas+quebradas, número médio de ramificações do pendão, % de espigas com sabugos brancos, nº de dias para o florescimento ♀ e % de espigas doentes, apresentaram resíduos a desuniformes (o maior sendo mais que quatro vezes superior ao menor). A análise conjunta nesses casos, foi realizada, tomando-se o cuidado de ajustar os graus de liberdade para o resíduo a, onde a discrepância foi observada, conforme a metodologia proposta por Cochran e, apresentada por PIMENTEL GOMES (1966), para situações semelhantes.

3.2.3. Efeitos da coloração das plantas sobre a produção e seus componentes, na população ESALQ VD 2-SI 82

A população ESALQ VD 2-SI 82, apresentava diversas tonalidades de cores das plantas, a partir dos 45 dias após o plantio, como consequência da presença dos genes A_B_Pℓ, na população de base genética ampla, original. Para avaliar o efeito destas diversas tonalidades de plantas, sobre a produção e seus componentes e, sobre as características fenológicas das plantas de milho, foram etiquetadas nos invernos de 1983 e 1984, antes do florescimento, 30 plantas competitivas de cada uma das seguintes tonalidades de cores: roxo intenso - RI, Roxo - R, vermelho sol - VS, vermelho sol diluído - VSD e verde - V. Para este estudo, foram utilizados campos de observação de 10 x 30 m, plantados ao lado dos ensaios, com a população ESALQ VD 2-SI82.

A identificação e caracterização das plantas de cada uma dessas tonalidades, seguiu estritamente a descrição efetuada por BRINK (1934) e BRIGGS (1966), para as colorações purpura, purpura diluído, vermelho sol, vermelho sol diluído e verde, respectivamente.

Após procedida a identificação destas plantas, foram efetuadas anotações diárias individuais, para determinação do número de dias para os florescimentos σ e φ . Posteriormente, através de observações periódicas, foram avaliadas, para cada planta, as seguintes características: altura da espiga e da planta, nº total de ramificações do pendão, nº de espigas/planta, nº de fileiras de grãos, nº de grãos / fileira, peso de 100 sementes, produção de espigas despalhadas /planta em g, nº de espigas doentes, coloração do sabugo e tombamento.

Na determinação destes parâmetros usou-se os critérios já descritos no item 3.2.2., deste trabalho. Apenas para tombamento, foi usada a escala de notas, aplicada a plantas individuais, descrita a seguir:

Tombamento (nota)	Ângulo formado com a linha vertical
1	0 a 20
2	21 a 40
3	41 a 60
4	61 a 80
5	81 a 90

Na nota 5 foram incluídas, também todas as

plantas quebradas abaixo da espiga.

Para a avaliação da coloração do sabugo, apesar de ser observada uma variação contínua no padrão de cores, foi efetuado um agrupamento das tonalidades em três tipos: branco, rosa e roxo. Destes tipos, apenas a cor roxa, foi considerada indesejável, do ponto de vista do melhoramento, por conferir coloração arroxeada aos grãos, durante o cozimento das espigas, quando para consumo do "milho verde".

Foi procedida uma análise da variância, para os dados obtidos, obedecendo ao modelo apresentado na Tabela 4. Todos os dados foram transformados em $\sqrt{X}$, para permitir o atendimento das pressuposições da análise da variância (ALBUQUERQUE, 1975). Além destas análises, procurou-se determinar as correlações fenotípicas, a nível de plantas individuais, entre as características das plantas de milho.

3.2.4. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (SEDFMI), na população ESALQ VD 2-SI82

3.2.4.1. Metodologia utilizada para a SEDFMI

Após a realização de quatro ciclos de seleção massal, a população ESALQ VD 2-SI82 passou a ser melhorada pelo método da Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos-SEDFMI, com o uso de sementes remanescentes, para permitir uma melhor precisão na mensuração dos efeitos genotípicos, o que deverá levar a progressos maiores, e para a estimação de parâmetros genéticos, como sugerido por WEBEL e LONNQUIST (1967).

O método da SEDFMI, proposto por LONNQUIST (1964), com algumas modificações, no que se refere ao uso de sementes remanescentes, foi conduzido como segue:

No inverno de 1982, foram escolhidas 1.200 plantas, com caracteres agrônômicos desejáveis, em um campo isolado da população ESALQ VD 2-SI82. Destas, após seleção em laboratório, para caracteres da espiga (espigas grandes e bem granadas, sabugos brancos e grãos dentados e amarelos) foram escolhidas 500 plantas, para constituição de ensaios de progênies de meios-irmãos.

Estas progênies foram avaliadas em cinco experimentos "lattice" triplo, 10 x 10, durante o inverno de 1983, em Piracicaba-SP. As repetições foram plantadas intercaladamente, a fim de diminuir a influência da variação do solo. Cada parcela foi constituída por uma fileira de 5 m de comprimento, no espaçamento de 1,0 x 0,4 m, semeando-se duas sementes por cova.

Os ensaios foram conduzidos da maneira usual, anotando-se o "stand" final, produção de espigas despalhadas por parcela e teor de umidade. Utilizaram-se como testemunhas os híbridos IAC 7974 e Ag 162, os quais foram plantados intercaladamente no início, no meio e no fim de cada repetição. As produções das testemunhas, foram usadas apenas, como um padrão do nível de produtividade, para auxiliar a seleção entre progênies.

Foram avaliados também, em apenas duas repetições por experimento, as seguintes características, por parcela: % de plantas coloridas de antocianina e roxo intensas, no florescimento; altura da espiga; tombamento (plantas acamadas + quebradas), antes da colheita; e cor dos sabugos, por ocasião da colheita. A altura da espiga e o tombamento, fo-

ram avaliados através de notas aplicadas a parcela, como um todo, com os critérios descritos na Tabela 5, do Apêndice.

A seleção entre famílias de meios irmãos, não foi truncada, e levou em conta os critérios de produtividade, tombamento, % de sabugo roseo + roxos, nº de plantas sobreviventes ("stand" final) e % de plantas coloridas. Correspondeu a uma intensidade de seleção de 21,6%. As 108 famílias de meios irmãos selecionadas, foram recombinadas, em lote isolado de despendoamento, durante o inverno de 1984, na Estação Experimental de Anhembi-SP. A intensidade de seleção praticada dentro de progênies, foi de 10%, permitindo a obtenção de 500 novas famílias de meios irmãos, que serão avaliadas no inverno de 1985.

3.2.4.2. Análise dos experimentos e estimativa dos parâmetros genéticos

Os experimentos 1 e 2 foram analisados como "lattice" simples, devido a eliminação de uma repetição, motivado por manchas no solo e redução de "stand".

A análise dos experimentos "lattice" simples e triplo, 10 x 10, foi efetuada através de programa elaborado para esse fim, em computador eletrônico.

Os resultados obtidos, para produção de espigas despalhadas, em kg/parcela, foram corrigidos para 15,5% de umidade, empregando-se a fórmula:

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

Nesta fórmula, $P_{15,5\%}$ corresponde ao peso de campo corrigido para 15,5% de umidade, P_c é o peso de campo observado e U corresponde a umidade de campo obtida.

A correção para "stand", foi efetuada; em todas as parcelas com falhas, empregando-se a fórmula desenvolvida por ZUBER (1942):

$$P_{cc} = P_c \frac{T - 0,3 F}{T - F}$$

onde:

P_{cc} = peso corrigido;
 P_c = peso observado;
 T = "stand" ideal da parcela;
 F = nº de plantas perdidas por parcela.

A análise combinada dos experimentos em "lattice" simples (1 e 2) e triplo (3, 4 e 5), foi feita englobando os cinco experimentos em um único agrupamento. Para isto, dividiu-se o somatório das somas de quadrados para tratamentos e para resíduo intrabloco combinados, pelos respectivos somatórios dos graus de liberdade. Esses cálculos, conduziram aos quadrados médios ponderados para famílias de meios irmãos e resíduo intrabloco.

A análise combinada da variância, obedeceu ao modelo apresentado na Tabela 6, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, à nível de totais de parcela (GARDNER, 1963) e a nível de indivíduos (VENCOVSKY, 1969).

A partir destas análises combinadas, foram obtidas estimativas dos parâmetros genéticos, utilizando a metodologia adaptada por PATERNIANI (1968) e já utilizada por diversos outros autores, como TORRES SEGOVIA (1976), CUNHA

(1976), WINKLER (1977), LIMA (1977), GERALDI (1977), SAWAZAKI (1979), entre outros, como segue:

A estimativa da variância genética entre famílias de meios irmãos ($\hat{\sigma}_{p'}^2$), pela fórmula:

$$\hat{\sigma}_{p'}^2 = \frac{Q_2 - Q_1}{r}$$

A variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) foi obtida a partir da variância entre famílias de meios irmãos, como demonstrado por COMSTOCK e ROBINSON (1948), citados por PATERNIANI (1968):

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \hat{\sigma}_{p'}^2 = \frac{4 \hat{\sigma}_{p'}^2}{n^2} = \frac{4 (Q_2 - Q_1)}{n^2 \cdot r}$$

Para se obter estimativas do progresso genético e da herdabilidade se necessita ainda, da variância entre plantas dentro de progênieis ($\hat{\sigma}_d^2$) e da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$). Estes dois componentes, estão englobados no resíduo intrabloco e, uma vez que os dados foram obtidos a nível de totais de parcelas, não se pode obtê-los separadamente. Entretanto, em situações semelhantes, ROBINSON *et alii* (1955), GARDNER (1961), WEBEL e LONNQUIST (1967), PATERNIANI (1968), GERALDI (1977), RAMALHO (1977), SAWAZAKI (1979) e muitos outros pesquisadores, tem usado a relação $\hat{\sigma}_d^2 = 10 \cdot \hat{\sigma}_e^2$.

Nos programas de melhoramento de populações de milho brasileiros, conduzidos no Departamento de Genética da ESALQ, tem sido encontrados os seguintes valores, para a relação $\hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_e^2$:

População	Relação $\hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_e^2$	Referência
Dentado Composto	4a5	QUEIROZ (1969)
ESALQ VD 2	8,4	MIRANDA FILHO <i>et alii</i> (1972)
ESALQ HV 1	10,3	CUNHA (1977)
Dentado Composto Branco	10,0	WINKLER (1977)

Na presente pesquisa, foi usada a relação $\hat{\sigma}_d^2 = 10 \cdot \hat{\sigma}_e^2$ por ser este valor próximo, dos obtidos por WINKLER (1977) e MIRANDA FILHO *et alii* (1972), para população assemelhada. Neste caso, o componente $\hat{\sigma}_d^2$ foi obtido pela expressão, de PATERNIANI (1968):

$$\hat{\sigma}_d^2 = \frac{10 Q_1}{10 \cdot n + n^2}$$

A partir destes dados, foram obtidas as seguintes estimativas:

a. Coeficiente de variação genético (CVg%), pela expressão:

$$CVg\% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{X}} \cdot 100 ,$$

sendo que $\bar{X}$ estima a média geral da população.

b. Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de plantas (h^2), conforme expressão apresentada por VENCOVSKY (1969):

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

c. Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de médias de famílias de meios irmãos ($h_{\bar{x}}^2$):

$$h_{\bar{x}}^2 = \frac{\frac{\hat{\sigma}_p^2}{Q_2}}{\frac{n^2 r}{n^2 r}} = \frac{\left(\frac{1}{4}\right) \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{nr}}$$

d. Relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação do experimento (b_{MI}), pela expressão sugerida por VENCovsky (1978):

$$b_{MI} = \frac{C\hat{V}_g}{C\hat{V}_e}$$

e. O progresso genético esperado ($\hat{GS}$), foi estimado pela seguinte expressão (VENCovsky, 1975):

$$\hat{GS} = \frac{ds \cdot \left(\frac{1}{4}\right) \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{nr}} + \frac{K_2 \cdot \left(\frac{3}{8}\right) \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$$

O primeiro e o segundo membros desta expressão se referem ao progresso genético esperado, devido a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, respectivamente, quando cada ciclo é completado em 2 anos.

O diferencial de seleção (ds) ao nível de plantas, foi obtido pela divisão da diferença entre as médias da amostra selecionada e da população de origem, pelo número de plantas da parcela:

$$ds = \frac{\bar{X}_s - \bar{X}_o}{n}$$

A intensidade de seleção (K_2) é função da proporção de plantas selecionadas, dentro de famílias de meios irmãos. FISHER e YATES (1943) apresentam tabelas que, permitem determinar o valor de K .

O emprego do diferencial de seleção, e não do valor K_1 , determinado pela intensidade de seleção entre famílias de meios irmãos, no cálculo do progresso genético esperado, deveu-se ao fato, de a seleção não ter sido truncada (VENCovsky, 1975). No entanto, o progresso genético esperado, devido a seleção dentro de famílias de meios irmãos, foi superestimado, uma vez que se utilizou o valor K_2 , determinado pela intensidade de seleção, na obtenção desta estimativa. Neste caso, não foi possível usar o diferencial de seleção, por não se dispor da produção de cada planta.

A fim de contornar esta dificuldade, foi utilizada a sugestão de LIMA (1977), que consistiu em se utilizar a expressão:

$$C = \frac{GS_e^{(ds)}}{GS_e^{(K_1)}}$$

onde;

C = proporção entre o progresso genético esperado utilizando-se K_1 e o diferencial de seleção;

$GS_e^{(K_1)}$ = progresso genético esperado devido a seleção entre famílias de meios irmãos obtidos a partir de K_1 .

$GS_e^{(ds)}$ = progresso genético esperado, devido à seleção entre famílias de meios irmãos, obtido a partir de ds .

Multiplicando-se o valor de C pelo progresso genético esperado, devido à seleção dentro de parcelas, e obtido através de K_2 , conseguiu-se evitar a superestimativa desse progresso.

O progresso genético esperado, foi obtido em kg/planta, sendo a seguir transformado em g/planta. Esse progresso, foi expresso também em relação à produção média por planta, da população, correspondendo ao $GS\%$, através da fórmula:

$$GS\% = \frac{GS}{\bar{X}} \cdot 100$$

Foram comparados, ainda o progresso genético esperado, devido à seleção entre famílias de meios irmãos e devido a seleção dentro de famílias de meios irmãos, pela soma dos progressos parciais.

As médias de produção, não ajustadas, das progênies selecionadas e não selecionadas, foram utilizadas, também, para a preparação de tabelas de distribuição de frequências e histogramas.

Para fins de comparação, com as estimativas de parâmetros obtidos nesta pesquisa, foi efetuado um levantamento dos ciclos de SEDFMI, já realizados em populações brasileiras de milho de porte normal e grãos dentados, oriundas da fonte Tuxpeño, o qual é apresentado na Tabela 2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliações das populações selecionadas para adaptação ao inverno

4.1.1. Produção de espigas e seus componentes

Os quadrados médios relativos às análises conjuntas das variâncias e os desdobramentos dos efeitos, para os caracteres produção de espigas despalhadas com 15,5% de umidade, índice de espigas/planta, número de fileiras de grãos/espiga, número de grãos/fileira e peso de 100 sementes, estão apresentados nas Tabelas 7 e 7a, no Apêndice.

Os valores dos coeficientes de variação, indicam uma precisão mediana, para produção de espigas ($\overline{Cv}$ = 15,8%) e índice de espigas/planta ($\overline{Cv}$ = 11,2%) e, alta, para os demais caracteres (Cv = 4,6% a 9,0%), segundo os critérios de PIMENTEL GOMES (1966).

Foram obtidos efeitos significativos, pelo test F, para Ambientes, Portes x Ambientes e para o contraste Inverno vs Verão, em todas as características, com exceção da interação, para número de fileiras/espiga e do contras

te, para número de grãos/fileira. A produção de espigas, o índice de espigas/planta e o número de grãos/fileira, apresentaram significância também para o efeito de Populações.

No desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes, foi observada significância pelo teste F, entre as populações, principalmente no inverno, para todos os caracteres, com exceção do nº de fileiras/espiga, que parece ser a característica mais estável e menos afetada pelos efeitos de Ambientes.

O desdobramento dos efeitos de Ambientes dentro dos portes normal e baixo (Tabela 7a), foi significativo ao nível de 1%, pelo teste F, para todos os caracteres, demonstrando assim, que os ambientes afetaram de maneira idêntica, tanto as populações de porte normal, como as de porte baixo. Porém, um resultado diferente, foi obtido para o desdobramento do efeito de Populações dentro dos portes normal e baixo, onde se observou significância apenas para um dos portes, com exceção do índice de espigas/planta e nº de fileiras/espiga, indicando assim, que as populações poderiam não diferir entre si, em um dos portes e diferir estatisticamente no outro.

Os estudos dos efeitos das populações dentro dos portes dentro dos ambientes, veio confirmar que as populações, tanto de porte normal como braquíticas, diferiram entre si, principalmente nas condições de inverno.

A produção de espigas, por ser o parâmetro de maior importância, recebeu uma maior atenção no estudo de suas interações. Considerando que na fonte de variação Ambientes, estavam incluídos os efeitos de locais, estações (inverno e verão) e anos, foi efetuado um desdobramento da

interação populações x ambientes, constatando-se não significância, para as interações sub-componentes, populações x inverno, dentro dos portes normal e braquítico. Isto significa, que as populações se posicionaram em ordem semelhante, nos três ensaios conduzidos no Inverno, independentemente, do local e ano. Além disso, pode-se considerar que as médias das populações, tanto no inverno como no verão, são representativas do seu comportamento, em cada local e ano.

Os resultados médios da produção de espigas despalhadas, em kg/ha, do Índice de espigas/planta, do número de fileiras/espiga, do número de grãos/fileira e do peso de 100 sementes em g, estão da Tabela 8.

Da análise das comparações de médias, foi evidenciado que no inverno, as populações melhoradas para este ambiente, especialmente a ESALQ VD2 SI82 e Piranão VD2 SI82, foram significativamente mais produtivas que as populações originais, em ambos os portes. Nestas condições, os materiais de porte normal, ESALQ VD2 SI81 e ESALQ VD2 SI82, foram 5,1% e 12,2% mais produtivas que a população ESALQ VD2, e do mesmo modo, os materiais braquíticos, melhorados para condições de inverno, Piranão VD2 SI81 e Piranão VD2 SI82, foram 4,1% e 9,4% superiores a população Piranão VD2. Estas percentagens, podem ser consideradas como estimativas do progresso real obtido, devido aos ciclos de seleção massal/seleção natural, praticados nas populações originais, após a incorporação do caráter planta colorida. As estimativas de progressos menores, obtidas nas populações braquíticas, talvez possam ser explicadas, como sendo devido ao menor número de ciclos de seleção praticados nestas populações (1 e 2 ciclos), em relação às populações de porte normal (3 e 4 ciclos).

Estas estimativas de progresso obtido, podem ser consideradas como uma evidência, de que o método da seleção massal/seleção natural, foi eficiente na melhoria da produtividade e da adaptação ao inverno. Tal resultado, era esperado, devido a que as populações básicas apresentavam alta variabilidade e alguma adaptação ao inverno (LIMA, 1977), RISSI (1980) e PATERNIANI e IKUTA (1978). Além, de já existirem resultados atestando a eficiência da seleção massal/seleção natural, no melhoramento, da aveia e milho para condições de inverno (MARSHALL, 1966 ; MUÑOZ e GONZALES, 1976), e para a adaptação do milho à seca (MOLINA GALAN, 1980).

A comprovação da eficiência da seleção massal/seleção natural, para adaptação ao inverno, utilizando a produtividade das plantas sobreviventes, como critério de seleção, representa assim, uma alternativa para os melhoristas que vem selecionando através de critérios indiretos, sem obterem ganhos de produtividade, como demonstrado nas pesquisas de MCCONNEL e GARDNER (1979a), LANDI e CONTI (1983) e EAGLES *et alii* (1983).

A análise dos efeitos indiretos, dos ciclos de seleção para produtividade, sobre os componentes da produção no inverno, nas populações de porte normais, indicou que as populações melhoradas, tiveram médias um pouco mais elevadas de nº de fileiras/espiga (1,1%), nº de grãos/fileira (1,6%) e peso de 100 sementes (1,8%), porém sem significância estatística. Porém, nas populações braquíticas, melhoradas para adaptação ao inverno, com o aumento da produtividade, ocorreu também elevação do nº de fileiras/espiga (2,5%), nº de grãos/fileira (4,4%) e peso de 100 sementes (6,3%). Nos materiais braquíticos, no entanto, ocorreu uma redução na prolificidade (8,1%), que também, deve ter contribuído, para que não fossem obtidos progressos maiores.

De uma maneira geral, pode ser observada uma tendência no inverno, das populações melhoradas para adaptação ao inverno (VD2 SI81 e VD2 SI82) serem estatisticamente superiores as populações originais (VD2), com relação a produção de espigas (7,7%), nº de fileiras/espiga (1,8%), nº de grãos/fileira (3,0%) e peso de 100 sementes (4,1%). Estas estimativas de ganhos obtidos, atestam que os ciclos de seleção massal, também foram eficientes na modificação indireta dos componentes da produção. A constatação destes progressos, é uma decorrência das correlações fenotípicas positivas, encontradas entre estes caracteres e a produção de espigas (Tabela 20), assim como, devido ao fato de ter sido praticada seleção visual para espigas grandes e bem granadas, em cada ciclo de seleção.

Apenas, com relação ao Índice de Espigas/planta, foi notada uma redução em média de 2,5%, nos valores das populações melhoradas. Esta redução, foi devida principalmente a contribuição negativa das populações braquíticas melhoradas, onde a prolificidade foi diminuída em 10,8%. A redução maior na prolificidade das populações braquíticas, pode ser explicada devido ao fato de a população Piranão VD2, ter passado anteriormente por quatro ciclos de seleção massal para prolificidade, e também porque, a linhagem doadora do caráter planta colorida poderia ter sido de baixa prolificidade.

Considerando a tendência das populações originais apresentaram índices de Espigas/planta superiores aos das populações melhoradas para condições de inverno e, também porque os valores obtidos nesta pesquisa, foram todos inferiores aos conseguidos no inverno por SAWAZAKI *et alii* (1979), para vários híbridos comerciais, cabe a sugestão, de que nos ciclos seguintes de melhoramento, deve ser efetuada

pressão de seleção, no sentido da elevação do Índice de Espigas/planta.

As comparações de médias, em condições de verão, apresentaram respostas diferenciadas para as populações de cada porte, com relação a produção de espigas e aos componentes da produção. Neste sentido, a população ESALQ VD2 SI82 apresentou uma produtividade estatisticamente diferente e 8,8% superior à população original. Em contrapartida, a população braquítica análoga, Piranão VD2 SI82, foi significativamente inferior a população Piranão VD 2, em 13,7%. De uma maneira geral, as populações melhoradas para condições de inverno (VD2 SI81 e VD2 SI82) produziram 3,0% e 1,7% a menos, respectivamente, que as populações originais (VD2), demonstrando assim, que os ciclos de seleção massal, a medida que contribuíram para aumentar a adaptação ao inverno, também foram efetivos, na diminuição da adaptação às condições de verão. No caso específico das populações braquíticas, isto resultou numa verdadeira inversão de comportamentos, fazendo com que a população Piranão VD2 SI82, que foi a mais produtiva no inverno ($\bar{x}$ = 6.249 kg/ha), também fôsse a menos produtiva no verão ($\bar{x}$ = 4.269 kg/ha).

No verão, as populações melhoradas para condições de inverno, apresentaram também valores médios inferiores de índice espigas/planta (5,0%) e peso de 100 sementes (4,0%) e, valores equivalentes de nº de fileiras de grãos, além de valores superiores de nº de grãos/fileira (2,6%), em relação as populações originais. Em função do desequilíbrio destes índices, é que se pode entender a redução média de produção, ocorrida nas populações melhoradas, em condições de verão.

Aliada a superioridade produtiva da ESALQ VD2

SI82, em relação a população original, em condições de verão, foi observado um nível mais elevado de nº de grãos/fi-leira (3,8%). Nesta mesma linha de raciocínio, aliadas a me-nor produtividade da população Piranão VD2 SI82, foram cons-tatadas reduções no Índice de Espigas/planta (6,5%) e do pe-so de 100 sementes (3,1%), enquanto que, os demais componen-tes da produção, apresentaram valores equivalentes aos das populações originais.

A comparação das produtividades das popula-ções, obtidas no inverno e no verão, evidenciou que todas as populações, foram em média 16,4% mais produtivas no inverno, em relação ao verão. Esta maior produtividade no inverno po-de ser explicada, em parte devido ao uso de práticas agrônô-micas diferentes, nas estações de inverno (com irrigação) e verão (sem irrigação). Porém, a análise a nível de cada ti-po de população, demonstrou que as populações originais (VD2) foram 8,2% mais produtivas, enquanto que as melhora-das, VD2 SI81 e VD2 SI82 foram 14,9% e 18,6%, respectivamen-te, mais produtivas no inverno, denotando assim, um efeito positivo das populações melhoradas, em acréscimo aos efeitos da irrigação.

A nível dos portes, pode-se observar que as populações de porte normal foram apenas 6,3% mais produtivas no inverno, em relação ao verão, enquanto que as braquíticas foram 28,7% mais produtivas. A diferença entre estas propor-ções, decorre da tendência, observada na Tabela 8, indicando que as populações de porte baixo, no inverno apresentam mē-dias superiores às de porte normal, ocorrendo um fenômeno in-verso no verão. Porém, estas diferenças praticamente se anu-lam e, no computo geral, não foi possível detectar signifi-cância estatística entre os portes, devido à pequena diferen

ça de suas médias (3,9% a favor de porte normal). Diferenças semelhantes, entre os portes, também foram encontradas por CASTRO (1983), em avaliações apenas em condições de verão.

A Tabela 8, apresenta também informações interessantes, com relação ao aspecto dos efeitos da incorporação dos genes para plantas coloridas de antocianina, nas populações originais. Observou-se que estes genes, não tiveram efeito detrimental sobre a produção e, juntamente com os ciclos de seleção massal/seleção natural, contribuíram efetivamente para a adaptação e maior produtividade das populações melhoradas, às condições de inverno. Porém, estes dados são insuficientes, para apoiar ou rejeitar a hipótese formulada por GREENBLATT (1969) e HARDACRE e EAGLES (1980), de que os genes A-B-Pl- contribuem realmente, para a boa adaptação do milho, às condições de "stress" de frio, uma vez que seus efeitos se confundem com os dos ciclos de seleção praticados. Para concluir sobre esta hipótese, seria necessário, que além das atuais populações, fossem avaliadas também as populações ESALQ VD2 e Piranão VD2, selecionadas para inverno, porém sem a incorporação daqueles genes.

A constatação de que as médias de produtividade alcançadas no inverno, foram significativamente superiores às médias do verão, se contrapõe aos resultados de IKUTA e PATERNIANI (1970), SUTILI *et alii* (1976), que observaram reduções drásticas na produtividade do milho, quando plantado fora da época normal. Porém, como nossas pesquisas, foram conduzidas com irrigação e comparando diversas populações desenvolvidas para condições de inverno, obtivemos resultados não concordantes com os daqueles autores.

De qualquer maneira, estes dados evidenciam que, além do uso de populações melhoradas para adaptação ao inverno, devem ser utilizadas também práticas culturais e agronômicas, que permitam aos genótipos externarem toda a sua potencialidade produtiva. Trabalhos com este objetivo, estão sendo desenvolvidos por COUTO *et alii* (1984) e ISHIMURA *et alii* (1984).

No entanto, a possibilidade de serem obtidas produções no inverno, superiores às médias de verão, não deve ser descartada. Isto porque, existem vários trabalhos de demonstrando que sob condições de temperaturas baixas, ocorre um prolongamento no ciclo da planta de milho, o qual pode levar a uma maior acumulação de matéria seca nos grãos e à maior produtividade, devido ao prolongamento do período do enchimento de grãos (HUNTER *et alii* 1977, e JONES *et alii*, 1981).

A comparação das médias, obtidas no inverno e no verão, para os caracteres componentes da produção, demonstra que, de uma maneira geral, as populações apresentaram índices de Espigas/planta mais elevados no verão que no inverno, concordando com os resultados de IKUTA e PATERNIANI (1970) e COUTO *et alii* (1984). Porém, se para as populações de porte normal esta regra geral foi válida, nas populações de porte baixo ocorreu o inverso, ou seja, os índices de Espigas/planta no inverno foram superiores estatisticamente aos de verão.

Para número de fileiras/espiga e nº de grãos/fileira, as comparações de médias, através do teste de Duncan a 5%, também evidenciaram que no verão foram obtidas médias de nº de fileiras superiores aos valores do inverno. Isto pode ser possivelmente explicado, através da existência

de correlação positiva entre esta característica e a radiação solar e temperatura média, apontadas por JONG *et alii* (1982); apesar destas correlações não terem sido significativas, nesta pesquisa, provavelmente, devido ao pequeno número de estações de cultivo.

Em contrapartida, as médias de peso de 100 sementes no inverno, foram superiores aos valores obtidos no verão, em ambos os portes. Este resultado, apesar de ser discordante dos obtidos por JONG *et alii* (1982), foram encontradas, devido a correlação significativa entre o peso de espigas e o peso de 100 sementes, detectada, neste trabalho e por QUEIROZ (1969), e as correlações negativas encontradas entre o peso de 100 sementes e a radiação média e temperatura mínima, Tabela 21.

As correlações fenotípicas entre a Produção de Espigas, os componentes da produção e as demais características avaliadas neste trabalho, estão na Tabela 20. Observou-se que a produção de espigas, foi positivamente correlacionada com os seguintes caracteres: nº de fileiras, peso de 100 sementes, nº de grãos/fileira, índice de espigas/planta, nº de dias para o florescimento masculino e, negativamente correlacionada com a % de plantas improdutivas. Diversos autores, já tinham reportado correlações positivas entre a produção e seus componentes (ROBINSON *et alii*, 1951 e QUEIROZ, 1969).

As correlações entre a produção de espigas e os parâmetros climáticos médios, para cada estação de cultivo, também foram estimadas, tomando-se por base os valores apresentados na Figura 4. Estas correlações constam da Tabela 21, onde pode ser observado que a produção de espigas, apresentou correlações negativas com a radiação média, tempe

ratura mínima e unidade de calor. Estes resultados, se contrapoem aos obtidos por JONG *et alii* (1982), entretanto, deve ser considerado que os dados daqueles autores, foram melhor estimados, por considerarem 41 estações de plantio. Nesta pesquisa, a redução de produtividade, nos ensaios conduzidos no verão (Figura 4), deve ser devida, em parte, ao uso de práticas agronômicas diferentes, nas estações de inverno (com irrigação) e verão (sem irrigação), ou a um período de enchimento de grãos mais longo no inverno. Esta redução de produtividade no verão, é que explica a inversão de sinais entre as estimativas das correlações obtidas nesta pesquisa e as de JONG *et alii* (1982).

O rendimento médio de grãos, das populações estudadas, em relação à produção de espigas despalhadas, foi avaliado em um ensaio no inverno e outro no verão, obtendo-se as seguintes médias: ESALQ VD2 80,3%, ESALQ VD2 SI81 81,8% e ESALQ VD2 SI82 82,2%, Piranão VD2 79,9%, Piranão VD2 SI81 77,4% e Piranão VD2 SI82 81,0%. Esses dados demonstram que a introdução do caráter planta colorida de antocianina e os ciclos de seleção massal, não alteraram o rendimento de grãos das populações melhoradas, em relação às populações originais.

4.1.2. "Stand " final, tombamento e número de ramificações do pendão

Os resultados das análises das variâncias, para "stand" final, % de tombamento (acamadas + quebradas) e número total de ramificações do pendão encontram-se nas Tabelas 9 e 9a, no Apêndice. Os coeficientes de variação, foram considerados baixos para "stand" final ($\overline{CV} = 5,9\%$), médios para nº de ramificações do pendão ($\overline{CV} = 13,9\%$) e altos para

% de tombamento ($\overline{CV} = 30,0\%$).

As análises conjuntas, efetuadas com o "stand" final, tiveram a finalidade de indicar os possíveis efeitos de atuação da seleção natural sobre as populações, reduzindo a quantidade de plantas sobreviventes ao final do ciclo, nas condições de inverno e verão. Isto, considerando que, foram colocadas 52 sementes por parcela e, todas as populações tinham percentagens de germinação, altas e semelhantes.

As análises, evidenciaram efeitos significativos para ambientes, populações e para a interação de populações x ambientes. Os desdobramentos dos efeitos de populações dentro de portes, populações dentro de ambientes e populações dentro de portes dentro de ambientes, foram todos altamente significativos, o que reflete a ocorrência de redução de "stands" nos vários ambientes, portes e variedades avaliados.

As análises para tombamento, apesar de terem apresentado coeficientes de variação altos, detectaram significâncias estatísticas para os efeitos de portes, ambientes, populações e para a interação portes x ambientes. O desdobramento dos efeitos de Ambientes dentro de portes, foi altamente significativo para ambos os portes (normal e baixo). Considerando que não houve diferença estatística entre as estações (inverno vs verão), para tombamento, pode-se inferir que os ambientes que afetaram esse caráter, foram os locais e anos.

Na análise para número de ramificações do pendão (NR), foi constatada significância, para os efeitos de ambientes, portes e para as interações de portes x ambientes, portes x variedades e ambientes x portes x variedades.

O desdobramento dos efeitos de ambientes dentro de portes e, de populações dentro de portes, foram altamente significativos, para ambos os portes. O desdobramento dos efeitos de populações dentro de portes dentro de ambientes, também apresentou significância estatística, principalmente nos ensaios conduzidos no verão.

As comparações de médias de "stands" finais, pelo teste Duncan a 5%, apresentadas na Tabela 10, demonstraram que houve uma forte pressão de seleção natural, no sentido de redução dos "stands" no inverno. Tal efeito do inverno, já tinha sido descrito, por MARSHALL (1966, 1982), e LEVITT (1972), para outras culturas de inverno, nos EUA. Este efeito, do ponto de vista do melhoramento, é considerado como benéfico, por se estar avaliando uma população de base genética ampla, onde existiam diversas tonalidades de cores de plantas e, por permitir a identificação de genótipos transgressivos para tolerância ao frio (MARSHALL, 1966, 1982).

O número de plantas sobreviventes, no inverno e verão, diferiram significativamente entre si e atingiram 67% e 79% do "stand" ideal, respectivamente.

A pressão de seleção natural, atuou mais a nível das populações originais, que das populações selecionadas para tolerância ao inverno, em todos os ambientes. Os "stands" das populações originais, eram de 59% e 71% no inverno e verão, sendo estatisticamente inferiores, aos das populações adaptadas ao inverno que chegaram a 71% e 75% dos "stands" ideais, nessas mesmas estações. Esses dados permitem concluir que a incorporação do caráter planta colorida de antocianina e os ciclos de seleção massal/seleção natural, contribuíram para a manutenção de "stands" mais eleva-

dos no campo, tanto sob condições de inverno, como de verão.

A correlação negativa entre o "stand" final e o índice de espigas/planta, encontrada neste trabalho (Tabela 20), não tinha sido observada, em outras pesquisas efetuadas em condições de inverno, SAWAZAKI *et alii* (1979). Esta correlação pode ter influenciado na obtenção de prolificidades maiores, em condições de inverno, nas populações braquíticas (Tabela 8).

Nas comparações das médias de % de Tombamento, pelo teste de Duncan a 5% (Tabela 10), foi observado que em condições de inverno, apenas a população Piranão VD2 SI81 diferiu estatisticamente da população original, ocorrendo o mesmo fenômeno, em condições de verão, com a população ESALQ VD2 SI81. Estas duas situações específicas, contribuíram para que no computo geral, apenas a população VD2 SI81, apresentasse uma menor % de tombamento ($\bar{T} = 14,8\%$) que as populações originais, VD2 ($\bar{T} = 18,3\%$), na média dos valores de verão e de inverno.

As percentagens de tombamento, no inverno e verão, foram praticamente equivalentes, com médias de 17,7% e 15,8%. Porém as populações de porte normal tenderam a tombar mais nos ensaios de inverno que no verão, provavelmente devido às maiores velocidades do vento, naquela estação, ou a um menor desenvolvimento do sistema radicular, em condições de frio, como observado por CLARKSON e GERLOFF (1969).

Entre os portes, essas médias foram bastante diferentes, tendo as populações de porte normal apresentado 22,2% de tombamento e as de porte baixo 12,2%, o que representa uma redução de 45% no tombamento, devido ao efeito da diminuição do porte. Esses resultados, concordam com os

apresentados por CASTRO (1983), que obteve uma redução neste caráter, apenas um pouco inferior ao valor ora encontrado. Porém, aquele autor trabalhou com populações e locais, diferentes dos desta pesquisa.

Dentre as correlações observadas, na Tabela 20, entre o Tombamento e as demais características avaliadas nesta pesquisa, merece destaque a correlação positiva com o nº de ramificações do Pendão. Porém, o maior tombamento das plantas de pendões grandes, pode ser devido a correlação positiva entre o nº de ramificações do pendão e as alturas da planta e da espiga.

As comparações de médias, pelo teste de Duncan a 5% (Tabela 10), evidenciaram que o Nº de ramificações do pendão, no inverno foi significativamente inferior ao Nº de ramificações no verão, em ambos os portes. Provavelmente, este comportamento no inverno seja uma reação fisiológica da planta, induzida pela redução de biomassa vegetal, visto que, foi encontrada uma alta correlação positiva entre este caráter e as alturas da espiga e da planta, Tabela 20. Correlações semelhantes, também foram obtidas por PATERNIANI (1981).

As médias de números de ramificações do pendão, das populações de porte normal, foram 11,7% superiores e estatisticamente diferentes, das de porte baixo, em concordância com os resultados obtidos por CASTRO (1983). Porém, a nível de cada porte, houve comportamento diferente, entre as populações. Nos materiais de porte normal, as populações melhoradas para adaptação ao inverno, tanto no inverno como no verão, apresentaram um nº de ramificações do pendão inferior as populações originais (9,2%), ocorrendo o inverso nas populações de porte baixo (19,9%). A explicação para o com-

portamento das populações braquíticas, está no fato, de as mesmas terem sido selecionadas para pendão pequeno, sendo possível, que o material doador do caráter planta roxa, tenha contribuído também, com genes para pendão grande, conforme informações pessoais dadas pelo Dr. Ernesto Paterniani.

Assim sendo, nos ciclos subsequentes de melhoramento, deverá ser melhor avaliado o caráter nº de ramificações do pendão, nas populações braquíticas, assim como a correlação entre o nº de ramificações do pendão x produção de espigas despalhadas, que neste trabalho não foi significativa. Sobre o assunto, a literatura relata, desde correlações significativas e negativas até a inexistência de correlação entre estes caracteres, em populações desta mesma base genética (GERALDI, 1977, e PATERNIANI, 1981).

4.1.3. Alturas da planta, da espiga e índice AE/AP

Nas Tabelas 11, 11a e, 12, encontram-se os resumos das análises da variância, desdobramento e comparações de médias, para alturas da planta, da espiga e índice AE/AP. Os coeficientes de variação obtidos, foram todos, considerados como baixos ($\overline{CV}$ = 5,4 a 8,9).

Foram obtidos efeitos altamente significativos para ambientes, portes e para as interações portes x ambientes e portes x populações, além do contraste inverno vs verão, para os três caracteres. O desdobramento dos efeitos de ambientes dentro de portes normal e baixo, foram ambos significativos. Porém o desdobramento de populações dentro de portes, foi significativo apenas para as populações de porte normal, no inverno.

As comparações de médias, apresentadas na Ta-

bela 12 demonstram que as populações braquíticas, apresentam alturas da planta e da espiga e índice AE/AP, correspondentes a 70%, 59% e 84% das análogas de porte normal, respectivamente. Valores praticamente semelhantes, foram encontrados por CASTRO (1983).

Observou-se também, que em condições de inverno, ocorreu uma redução acentuada nas alturas da espiga, da planta e índice AE/AP de 29%, 19% e 20%, respectivamente, em relação ao cultivo no verão. A redução da biomassa vegetal, devido a diminuição da temperatura, já tinha sido relatada por diversos autores, como DUNCAN (1973), HUSSEIN e GASPAR (1983) e JONG *et alii* (1982).

As populações de porte normal, melhoradas para tolerância ao inverno, apresentaram médias de altura da espiga e da planta, significativamente menores que a população original, tanto no inverno, como no verão. Enquanto que as populações de porte baixo, tiveram médias de altura da espiga e altura da planta semelhantes as do Piranão VD2. Os índices de AE/AP das populações originais e melhoradas, foram praticamente equivalentes no inverno e no verão, indicando que a espiga se mantém, proporcionalmente, na mesma posição, em ambas as situações.

Os valores obtidos, para os índices AE/AP, nas populações braquíticas (0,55) e normais (0,62), estão próximos, dos valores encontrados na literatura (PATERNIANI, 1983 e CASTRO, 1983). Porém, no inverno, estes índices caíram para 0,42 e 0,52, respectivamente. Essa redução, foi mais drástica, nas variedades de porte baixo (24%) que nas de porte normal (16%).

Em alguns ambientes, como no inverno/1983, em

Piracicaba ($\overline{AE} = 49$ cm) e inverno/1984 em Anhembi* ($\overline{AE} = 40$ cm), pode-se afirmar, que a altura da espiga, em muitas plantas dos materiais braquíticos, apresentou valores baixos, ao ponto de dificultarem as operações de colheita manual e mecânica.

Não foram obtidas correlações fenotípicas significativas entre as alturas da espiga e da planta, com a produção de espigas, apesar destas características serem correlacionadas com os componentes da produção, (nº de fileiras e nº de grãos), Tabela 20. Esses dados, evidenciam a possibilidade de por seleção se conseguir elevação da produtividade, sem elevação simultânea do porte das plantas. Por outro lado, a alta correlação positiva entre a altura da espiga e a altura da planta, indica a possibilidade de melhoramento de ambas, através da avaliação de apenas uma delas. CRISOSTOMO (1978), RISSI (1980), LORDELO e MIRANDA Fº (1981), além de outros, têm obtido resultados concordantes, em parte, com os desta pesquisa.

4.1.4. Colorações das plantas e dos sabugos

Os resultados das análises das variâncias, para % de espigas com sabugos brancos, % de plantas coloridas de antocianina e % de plantas de coloração roxo intenso, encontram-se nas Tabelas 13 e 13a. Os coeficientes de variação obtidos, podem ser considerados como baixos, para o primeiro caráter ($\overline{CV} = 9,7\%$) e médios, para as demais características ($\overline{CV} = 12,0$ e $20,7\%$) (PIMENTEL GOMES, 1966).

* Dados não apresentados em Tabelas.

Na análise da % de espigas com sabugos brancos (%ESB), foi encontrada significância, para os efeitos de portes, populações e interação portes x populações. No desdobramento dos efeitos das interações, apenas para populações dentro de porte normal nos diversos ambientes, foi encontrada significância estatística.

As análises conjuntas, para % de plantas coloridas de antocianina (%PCA) e % de plantas roxo intenso (%PRI), apresentaram efeitos altamente significativos para as fontes de variação: ambientes, portes, populações e para as interações portes x populações e populações x ambientes, além de para o contraste inverno vs verão. Os desdobramentos apresentados na Tabela 13a, foram altamente significativos, para todos os efeitos avaliados.

As comparações de médias, para %ESB (Tabela 14), evidenciaram que as populações de porte normal apresentaram percentagens médias, superiores às populações braquíticas em 11,8%. Porém, as médias de inverno e verão, em todos os ambientes, foram praticamente equivalentes, o que significa dizer, que o inverno não altera a % de espigas com sabugos brancos.

Entre as populações, observou-se que os materiais de porte normal, melhorados para condições de inverno, tinham valores médios de %ESB, inferiores estatisticamente a ESALQ VD2 original (6,7%). Enquanto que, nos materiais de porte baixo, as médias das populações melhoradas eram levemente superiores (2,8%) a Piranão VD2, embora sem significância estatística. Estes dados demonstram que a seleção visual para cor de sabugos brancos, foi eficiente e que, ocorreu a quebra das correlações entre a % de plantas coloridas de antocianina e % de espigas com sabugos roxos ($r = 0,379^*$)

e % de plantas roxo intenso x % de espigas com sabugo roxos ($r = 0,454^*$), Tabela 20.

Considerando a existência de correlações fenotípicas positivas entre % ESB e AE e AP, assim como o valor já bastante satisfatório, apresentado por este caráter, nas populações melhoradas ($\pm 80\%$), não se justifica mais a ênfase na seleção visual, para sabugos brancos.

As comparações de médias apresentadas na Tabela 14, demonstraram também que as populações de porte normal, tiveram % PCA e % PRI superiores estatisticamente, às análogas de porte baixo. Também, as populações melhoradas para tolerância ao inverno, através da incorporação do caráter planta colorida de antocianina, foram superiores as populações originais, em todos os ambientes e portes, com relação a estas características. Enquanto, as populações originais, apresentavam 14,8% de % PCA e 1,0% de %PRI, as populações melhoradas, tinham 61,4% de % PCA e 20,1 de % PRI, na média de todos os ambientes.

A partir destes dados, pode-se inferir também que a técnica utilizada para a introdução e adaptação dos genes para planta colorida de antocianina, ao complexo gênico das populações, foi tão eficiente como já tinha sido comprovado, em diversas outras pesquisas anteriores (BANDEL, 1978 e CASTRO, 1983).

Um fato que merece destaque, foi a constatação de que os valores médios das %PCA e %PRI, se apresentaram significativamente mais elevados no inverno, que no verão, como indicava a interação populações x ambientes. Estas médias, nas populações com o caráter planta colorida incorporado, foram de 71,5% no inverno e de 45,7% no verão, para %PCA e, de 27,8% e 10,1%, nas mesmas estações, para %PRI.

Esses resultados, vem confirmar as hipóteses de GREENBLATT (1968) e de HARDACRE e EAGLES (1980), de que a coloração de antocianina das plantas, é incrementada no inverno, como uma reação da planta, que visa dar uma certa proteção ao frio, enquanto que no verão, ocorreria o fenômeno inverso.

As correlações fenotípicas, entre estes caracteres e as demais características avaliadas nesta pesquisa, evidenciaram que a %PRI, além de apresentar correlação altamente significativa, com a %PCA, foi correlacionada positivamente, também com a altura da espiga, o que significa dizer, que seu incremento tenderá a tornar as populações, com espigas um pouco mais altas. Entretanto, a % plantas coloridas de antocianina, além de não apresentarem esta correlação indesejável, foram correlacionadas negativamente, com a % de espigas doentes. Estas correlações, sugerem que % de plantas coloridas de antocianina e não a % de plantas roxo intenso deve ser considerada como critério de avaliação e seleção, nos ciclos seguintes de melhoramento destas populações (Tabela, 20).

4.1.5. Florescimento masculino e feminino

Os resultados das análises das variâncias, para número de dias, para os florescimentos masculino (NFM) e feminino (NFF), estão apresentados nas Tabelas 15 e 15a. Os coeficientes de variação, são considerados como muito baixos (em torno de 1%), em concordância com os resultados obtidos por CASTRO (1983).

Foram encontrados efeitos significativos, em ambos os caracteres, para as fontes de variação ambientes, portes, populações e para o contraste inverno vs verão. Po-

rém, NFF apresentou também, efeitos significativos para as interações de populações x ambientes e para a interação tripla. Os desdobramentos das interações, foram significativos, para praticamente todos os efeitos analisados.

As comparações de médias, apresentadas na Tabela 16, evidenciaram uma tendência das populações, que receberam o caráter planta colorida de antocianina, serem mais precoces do que as populações originais, em todos os ambientes e portes avaliados. Neste sentido, as populações melhoradas para inverno, foram 3a4 dias mais precoces no inverno e 2 dias mais precoces no verão, com relação ao NFM; e 2 dias mais precoces no inverno e 1a2 dias mais precoces no verão para o NFF. Estas informações, vem confirmar a hipótese de BRAUN (1968) de que as plantas coloridas de antocianina, também são mais precoces que as plantas de coloração verde normal, devido às suas maiores capacidades de absorção e armazenamento de calor.

As populações de porte normal, foram mais precoces que as braquíticas, tanto para NFM, como para NFF. Porém, as diferenças no florescimento entre portes, apesar de significativas, foram de apenas 1 dia. ANDERSON e CHOW (1963) chegaram a resultados semelhantes, ao trabalharem com híbridos braquíticos.

Com relação ao intervalo de dias, entre os florescimentos masculino e feminino, pode ser observado na Tabela 16, que no verão este intervalo foi de 5 dias, enquanto que no inverno, foi de apenas 2 dias, ocorrendo quase que uma sincronização do florescimento. Estes resultados, permitem concluir, que os cultivos de inverno tiveram um efeito contrário ao "stress" de umidade, que normalmente tende a aumentar a protandria, segundo MAGALHÃES e SILVA (1978). Entretanto, não pode ser descartada a possibilidade de ter havido

algum efeito do "stand" sobre o aumento (no verão) ou diminuição (no inverno) deste intervalo.

Diferenças mais marcantes, foram obtidas ao se compararem as precocidades das populações no inverno, em relação ao verão. Foi observado que no inverno, ocorreu um retardamento no florescimento, de 22 dias para o NFM e de 19 dias para o NFF. Este tipo de comportamento, tinha sido reportado por MUNDSTOCK (1970), VIEGAS (1978), NEIL e RICHMAN (1979), MARSHALL (1982) e COUTO *et alii* (1984). MARSHALL (1982), explicou este efeito, como consequência indireta da seleção de genótipos transgressivos no inverno, enquanto que, os demais autores analisaram este retardamento, em função da menor acumulação de graus efetivos de calor ou unidades de calor, devido as baixas temperaturas.

Na Tabela 17, estão apresentados os valores da U.C., obtidas no presente trabalho, para fins de discussão, com outros dados da literatura, conforme sugestão de RUSSELE *et alii* (1984). Utilizando o critério descrito por MOSELY *et alii* (1984), pode-se considerar que no inverno de 1983 ocorreu um forte "stress" de temperatura, porque as plantas de milho, demoraram um maior número de dias, para acumulação de uma mesma quantidade de U.C.. Naquela Tabela, pode ser notado também, que no inverno, apesar das plantas terem seu ciclo mais alongado, elas conseguem completar as várias etapas do desenvolvimento, com um menor número de U.C., que na época do verão. Os valores de U.C., para NFM, obtidos neste trabalho, estão próximos das médias obtidas por BERLATO *et alii* (1974), para o número de U.C. acumuladas do plantio ao espigamento, no Rio Grande do Sul.

Tem sido relatado na literatura, que sob condições de inverno, além do retardamento no florescimento, ocorre um prolongamento em todo o ciclo da planta, inclusive

no período de enchimento dos grãos, com benefícios para a produtividade (HUNTER *et alii*, 1977 e JONES *et alii*, 1981). Esta situação parece ter ocorrido na presente pesquisa, onde se observou que o número de dias do florescimento à colheita, foi de 79 a 94 e 82 dias, para os invernos de 1983, 1984 e verão-83/84, respectivamente (Tabela 17).

Quanto às correlações fenotípicas entre esses caracteres, pode ser verificado na Tabela 20, que o NFM e NFF, apresentaram uma correlação positiva e altamente significativa. Estas características, foram também correlacionadas positivamente com a produção de espigas, o índice espigas/planta, a % de tombamento e a %PRI e, negativamente correlacionadas com o nº de ramificações do pendão, nº de fileiras, alturas da espiga e da planta, % de espigas doentes, % de plantas improdutivas e "stand" final. Estas associações negativas, são explicadas, principalmente pelo comportamento tardio das populações durante o inverno, como discutido por JONG *et alii* (1982).

Na Tabela 21, são apresentadas as correlações obtidas entre os fatores climáticos e o pendoamento. Pode-se observar que esse caráter foi negativamente correlacionado com todos os parâmetros climáticos considerados, indicando que valores mais elevados de temperatura, radiação e insolação, tendem a tornar as plantas mais precoces e vice-versa, em concordância com os resultados de JONG *et alii* (1982).

4.1.6. Percentagem de plantas e espigas doentes, e de plantas improdutivas

Os resultados das análises das variâncias, para % de plantas doentes (%PD), % de espigas doentes (%ED) e

% de plantas improdutivas (%PI), estão apresentados nas Tabelas 18 e 18a, no Apêndice. Os coeficientes de variação obtidos, foram considerados como altos (23 a 59%), o que é explicado em parte, devido a incidência natural, aleatória e não generalizada, desses fatores nos experimentos.

A %ED apresentou efeitos significativos para ambientes, portes e para o contraste inverno vs verão, bem como para as interações portes x populações e portes x ambientes x populações. O desdobramento dos efeitos das interações, detectou significância para ambientes dentro dos portes normal e baixo, populações dentro do porte normal no inverno, em Piracicaba e populações dentro do porte baixo, no inverno e verão.

A % de plantas improdutivas (%PI), apresentou efeitos significativos para portes e ambientes. Os desdobramentos das interações, indicaram significância para ambientes dentro dos portes normal e braquítico e, populações de porte baixo, no inverno de Anhembi-SP, onde ocorreram as condições mais drásticas de stress de frio e de umidade.

A análise da variância, para % de plantas doentes, apresentou baixa precisão ($\overline{CV} = 52,7\%$) devido aos fatores relacionados anteriormente e a avaliação deste caráter, em apenas dois ensaios (inverno e verão em Piracicaba). Na análise conjunta, foram detectados efeitos significativos apenas para ambientes e, para a interação populações x ambientes. O desdobramento dos efeitos das interações, evidenciou significância, apenas para populações no inverno e populações no verão.

As comparações de médias, mostradas na Tabela 19, evidenciaram uma tendência de no inverno, as populações melhoradas para tolerância ao frio, apresentarem menor %ED

que as populações originais, ocorrendo o inverso no verão. Isto, vem apoiar a hipótese de que o melhoramento de populações, para condições específicas, de inverno ou verão, tendo por critério principal a produtividade, provoca também modificações em outras características importantes para a boa aclimação dos materiais, devido a atuação contínua e, específica para cada ambiente, das forças de seleção natural (MARSHALL, 1982). Este progresso em adaptação, que muitas vezes se deve à interação genótipo x ambiente, no entanto, pode ser perdido ou anulado, caso as populações sejam conduzidas em ciclos alternados de inverno/verão, conforme discutido por STEPONKUS (1978).

A Tabela 19, evidencia também, que a $\overline{\%ED}$, foi sempre estatisticamente menor no inverno ($\overline{\%ED} = 8,4\%$) que no verão ($\overline{\%ED} = 20,2\%$). Talvez isso possa ser explicado, devido a baixa umidade relativa vigente no inverno de parte da região Centro-Sul e, ao uso pouco intensivo da irrigação por aspersão, nesta pesquisa.

As comparações de médias, para $\%PI$ (Tabela 19), não detectaram diferenças significativas entre inverno vs verão, nem entre as populações de porte normal. Porém no inverno, as populações braquíticas, melhoradas para inverno, apresentaram uma menor $\%PI$ que a Piranão VD 2. Para este caráter, pode-se dizer que também existiu a tendência de, no inverno as populações tolerantes ao inverno terem menores $\%PI$, enquanto que no verão ocorria o inverso. Porém, neste caso, não se detectou significância estatística, provavelmente devido ao menor número de locais em que esta característica foi avaliada (4 locais).

Um aspecto que mereceu destaque, foi a maior $\%PI$ apresentada pelas populações braquíticas ($\overline{\%PI} = 12,7\%$), em relação as de porte normal ($\overline{\%PI} = 9,3\%$). Uma percentagem mais

elevada de plantas estéreis, nas formas braquíticas, em relação as plantas normais, já tinha sido reportada por GALVÃO (1974) e SING e RAI (1979). CASTRO (1983), defendeu que no milho braquítico, isto se deve a uma maior competição entre folhas da mesma planta ou de plantas diferentes e devido a maior proximidade entre as folhas, no plano vertical e, a sua maior largura.

As comparações de médias, apresentadas na Tabela 19, comprovam que no inverno, as populações com o caracter planta colorida incorporada, tinham menor % de plantas doentes ($\overline{\%PD} = 3,3\%$) que as populações originais ($\overline{\%PD} = 7,0\%$), enquanto que no verão, ocorreu o contrário. A explicação deste fato, provavelmente é a mesma dada para % de espigas doentes.

Foi constatado também, que no inverno a $\%PD$, era significativamente mais elevada que no verão, fato este já apontado por diversos autores, como FIGUEIREDO (1970), COUTO *et alii* (1984) e ISHIMURA *et alii* (1984). Neste caso, pode-se explicar o fato, como sendo devido a várias causas, como maior potencial e atividade do inóculo, nesta pesquisa, e estas causas aliadas ao ambiente propício causado pela irrigação por aspersão para o caso daqueles autores.

O estudo das correlações fenotípicas, destes caracteres com as demais características avaliadas na pesquisa, constam da Tabela 20. Observa-se que a % plantas improdutivas foi negativamente correlacionada com a produção de espigas e todos os componentes da produção. A % de espigas doentes além das correlações negativas com a altura da espiga, florescimento masculino e feminino, $\%PRI$, $\%PCA$, apresentou correlações positivas com o "stand" final e nº de ramificações do pendão. Esta última correlação denota de certo, a existência da concorrência entre as flores masculinas e fe

mininas, já apontada por diversos autores, (GERALDI, 1977; SOUZA Jr. *et alii*, 1981) e, representa mais um indicador da necessidade de redução do tamanho do pendão dos milhos brasileiros.

4.2. Efeitos da coloração das plantas sobre a produção e seus componentes, na população ESALQ VD 2-SI82

As avaliações, efetuadas no lote de observação com a população ESALQ VD 2-SI82, em plantas das cinco tonalidades de cores, nela encontradas, serão apresentadas a seguir:

4.2.1. Produção e seus componentes

Os resultados das análises das variâncias e os valores médios da produção de espigas despalhadas, em g/planta, e dos componentes da produção (peso de 100 sementes, número de fileiras de grãos/espiga, nº de grãos/fileira e índice E/P), estão apresentados na Tabela 22.

Os coeficientes de variação, foram considerados como altos para a produção de espigas (22,8%) e, médios para as demais características (11,1 a 12,5%). Estes valores são considerados como normais, para esses caracteres (PATERNIANI, 1981), o que denota uma precisão mediana, para o modelo da análise.

Naquela Tabela, pode ser observado, que apenas o efeito de ano foi significativo, para todas as características, com exceção do peso de 100 sementes. Estes resultados, indicam que tais caracteres apresentam valores médios

diferentes, de ano para ano, porém sem alteração da sua ordem de classificação. Resultados semelhantes, tinham sido reportados por CHONG e BRAUN (1969), com relação a produção.

No entanto, as tendências discutidas por BRINK (1934) (Tabela 3), de que as plantas roxo intenso, seriam menos produtivas do que as de cores mais claras e, de que as plantas de cores roxa e vermelho sol seriam mais produtivas, que os demais tipos de coloração, foram em parte, observadas nesta pesquisa, porém sem significância estatística.

Independentemente, dos aspectos estatísticos, um fato relevante, apresentado na Tabela 22, foi a constatação de que a incorporação do caráter planta colorida de antocianina, na população ESALQ VD 2, não resultou em plantas com produção reduzida. Isto significa, que os genes A_B_P^l, não apresentaram efeitos depressivos sobre a produção e seus componentes, assim como adaptaram-se rapidamente aos genótipos existentes naquela população.

O relacionamento entre os valores dos componentes da produção e o grau de "stress", pode ser visualizado no efeito de Anos, onde se considerou o ano de 1983 como o de "stress" mais severo, segundo os critérios de MOSELI *et alii* (1984). Pode ser notado que o índice Espigas/planta, assim como os demais componentes da produção e a própria produção de espigas, não foram reduzidos em condições de "stress" mais severo, provavelmente devido aos motivos discutidos no item 4.1.1..

4.2.2. Caracteres morfológicos e fenológicos

Os resultados das análises das variâncias, e as medias correspondentes, ao número de dias para os florescimentos masculino (NFM) e feminino (NFF), ao número de ramificações do pendão (NR), as alturas da espiga (AE) e da planta (AP), obtidas a partir dos dados levantados no lote de observação, com a população ESALQ VD 2-SI82, estão apresentados na Tabela 23. Os coeficientes de variação, foram considerados como medianos, para nº de ramificações do pendão (15,3%) e baixos para os demais caracteres (2,4% a 8,5%). Estes valores estão próximos dos obtidos por PATERNIANI (1981) e podem ser considerados como normais para estas características.

Os resultados das análises das variâncias, evidenciaram significância, apenas para os efeitos de Anos, nos caracteres alturas da espiga e da planta e nº de ramificações do pendão. Porém, nas análises de nº de dias para os florescimentos masculino e feminino, foram encontrados efeitos significativos, pelo teste F, para anos e cores. Isto evidencia que as médias de NFF variam de ano para ano e, dentro de cada ano, entre as diferentes cores. As comparações de médias de cores, pelo teste de Duncan a 5%, comprovaram a existência de diferenças estatísticas, entre as médias de NFF das cores vermelho sol diluido ($\overline{NFF} = 84,8$ dias) e roxo intenso ($\overline{NFF} = 82,4$ dias). Esses dados apoiam plenamente a hipótese formulada por BRAUN (1968), de que a maior absorção e armazenamento de calor pelas plantas de coloração roxo intenso, levam a uma maior precocidade destes tipos, em relação as plantas de cores vermelho sol diluido.

Resultados e conclusões idênticas, podem ser tiradas da análise e das comparações de médias, efetuadas pa

ra NFM. Porém, para este caráter, detectou-se significância também para a interação cores x anos, o que implica em classificações diferentes, entre as cores, de ano para ano.

De uma maneira geral, as plantas de coloração roxo intenso, foram 2,37 e 3,48 dias mais precoces que as plantas vermelho sol diluído, quanto aos florescimentos masculino e feminino, respectivamente.

O intervalo entre o florescimento feminino e masculino, calculado a partir dos dados da Tabela 23, foi de apenas 0,6 dias, nos invernos de 1983 e 1984. Esse dado confirma, que no inverno ocorre uma maior sincronização no florescimento, o que é uma indicação de maior adaptação a condições adversas e uma garantia de espigas bem granadas. Comportamento oposto a este, tem sido reportado, para os milhos cultivados em condições de verão ou "stress" de umidade e calor (MAGALHÃES e SILVA, 1978).

Na análise para nº de ramificações do pendão, a significância, apenas para o efeito de anos, pode ser interpretada também, com respeito ao relacionamento entre este caráter e o grau de "stress" de frio. Considerando que o ano de 1983, apresentou "stress" mais severo que 1984, pode ser generalizado, que em condições de "stress" de frio mais rigoroso, ocorre uma maior redução no nº de ramificações do pendão e vice-versa.

Relação idêntica, pode ser observada para o florescimento e para o porte da planta, porque em condições de "stress" mais severo (1983), ocorreu: a. retardamento no período do florescimento ($\pm$ 36 dias), como relatado por MUNDSTOCK (1970), VIEGAS (1978) e vários outros autores; b. uma redução acentuada na altura da espiga (49%) e altura da planta (34%), em concórdância com os resultados obtidos por DUN-

CAN (1973), HUSSEIN e GASPAR (1981) e JONG *et alii* (1982).

O índice AE/AP variou de 0,52 a 0,53, sendo considerado baixo, em relação aos resultados obtidos em condições de verão (PATERNIANI, 1981), porém semelhante aos valores obtidos neste trabalho à nível de médias de inverno (Tabela 12).

4.2.3. Outras características avaliadas

Os valores médios da coloração dos sabugos, em %, por tonalidade de cores das plantas, obtidos no lote de observação com a população ESALQ VD 2-SI82, constam da Tabela 24. Foram efetuadas aplicações do teste Z, para detectar diferença entre duas proporções, conforme sugestão de SPIEGEL (1974).

As comparações entre as percentagens de cores de sabugos, entre plantas de cores escuras (RI, R, VS) e plantas de cores claras (VS-D e V), não foram significativas ao nível de 5%. Isto permite concluir que não existe diferença estatística entre as tonalidades de plantas, para qualquer dos tipos de coloração de sabugos. Além disso, a seleção visual, para sabugos de coloração branca, foi igualmente eficiente nos cinco tipos de coloração de plantas, inclusive provocando a quebra da correlação entre plantas coloridas e sabugos roxos, referida no item 4.1.4.

Embora as plantas escuras, ainda apresentem uma menor % de espigas com sabugos brancos (9%) e maiores % de sabugos roseos (6%) e roxos (3%), em relação as plantas de tonalidades mais claras, suas proporções médias, já são equivalentes as constatadas nas populações originais, Piratão VD 2 e ESALQ VD2 (Tabela 14). Esta observação, também

apoia a sugestão dada no item 4.1.4., de redução da ênfase, dada na seleção visual, para côr de sabugos brancos.

As médias obtidas, nos invernos de 1983 e 1984, no lote de observação, para as notas de acamamento e para a percentagem de espigas doentes, % de rendimento e % de umidade na colheita, estão apresentadas na Tabela 25. As aplicações do teste t , para duas médias amostrais e, teste Z , para duas proporções amostrais, sugeridos por SPIEGEL (1974), não deram resultados significativos ao nível de 5%.

Entretanto, merece destaque, o comportamento das plantas de coloração roxa, por sua baixa % de espigas doentes ($\overline{ZED}=3,4\%$), o que é explicado, em parte, devido a correlação negativa detectada na Tabela 20, entre a %ED e a %PCA. Igual destaque, merecem as plantas de coloração vermelho sol, pela sua alta %ED ($\overline{ZED}=15,6\%$), o que representa uma desvantagem, para o cultivo desta tonalidade de plantas, no inverno, caso as mesmas não sejam selecionadas para corrigir este inconveniente.

Os dados para rendimento de grãos, evidenciam, no entanto, uma proporção, pouco abaixo da média, para as plantas de tonalidades roxo intenso e vermelho sol diluído.

Na Tabela 25, pode ser observado também, que as plantas de cores mais escuras, tinham uma menor % de umidade nos grãos, por ocasião da colheita, e vice-versa. Informações semelhantes, obtidas por BRINK (1934) (Tabela 3), foram interpretadas por aquele autor, como sendo uma indicação da precocidade destas plantas escuras, devido à sua maior capacidade de absorção e manutenção de calor.

4.2.4, Correlações fenotípicas a nível de médias de plantas

As estimativas das correlações fenotípicas, ao nível de médias de plantas, entre a produção de espigas, os componentes da produção e características fenológicas, nas cinco tonalidades de cores de plantas, encontradas no lote de observação da população ESALQ VD 2-SI82, encontram-se na Tabela 26.

Considerando que as estimativas, usadas no cálculo destas correlações, foram obtidas exclusivamente em condições de inverno e, a nível de plantas individuais, as relações aqui detectadas, poderão ser de alguma utilidade para os ciclos seguintes de seleção massal, a serem efetuados "dentro de progênies". Entretanto, deve ser considerado que estas estimativas além de possuírem pouca precisão, ~~tratam-se~~ de correlações fenotípicas, e não genéticas.

Muitas das correlações fenotípicas, obtidas a partir de ensaios efetuados em condições de verão, foram também encontradas neste trabalho, sob condições de inverno. Foram observadas correlações positivas, entre a: produção de espigas e seus componentes (NF, NG, P_{100}); AE e a AP; o NFF e o NFM; a PE e o NFF e NFM; NF e T; NF e E/P; T e NFM e NFF, as quais já tinham sido relatadas por ROBINSON *et alii* (1951), QUEIROZ (1969), CRISOSTOMO (1976), JONG *et alii* (1982), além de outros.

Porém, algumas das correlações negativas observadas na Tabela 26, não tinham sido relatadas na literatura. Entre estas, são apontadas as correlações entre: a PE e a AE e AP; T e AE e AP; NR e NFF e NFM; AE e AP com o NFM e NFF.

Da Tabela 26, podem ser tiradas diversas informações importantes para o melhoramento do milho em condições de inverno. Uma destas informações é que não existe correlação significativa, entre a coloração do sabugo e qualquer característica econômica da planta do milho. E que a seleção para produtividade, além da elevação dos componentes da produção, não elevará a altura da espiga e da planta, mas tenderá a tornar os materiais mais tardios.

4.3. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, na população ESALQ VD2 SI82

4.3.1. Avaliação das famílias de meios irmãos

As análises das variâncias, referentes à produção de espigas despalhadas, em $\text{kg}/5 \text{ m}^2$, obtidas nos cinco experimentos em latice 10 x 10, conduzidos com as 500 progênies de meios-irmãos, da população ESALQ VD2 SI82, estão apresentadas na Tabela 27. Os valores de eficiência do latice, relativa ao delineamento em blocos ao acaso, variaram de 100,7 a 158,9%. Dos cinco experimentos, três apresentaram eficiência superior a 120%. No entanto, resolveu-se analisar todos os ensaios em látice, devido as facilidades de cálculo, conferidas pela utilização de computador eletrônico.

Os coeficientes de variação, assumiram valores de 19,4 a 27,8%, com um valor médio, para os cinco experimentos, correspondente a 21,6%. Estes valores, apesar de considerados satisfatórios, para as condições em que foi conduzida a pesquisa, são superiores aos valores normais, obtidos em ensaios desta natureza. Porém, são explicáveis, em função de que os experimentos em foco, foram implantados sob

condições de inverno, e sofreram forte pressão de seleção natural. Além disto, tem sido observados coeficientes de variação elevados em populações, que a semelhança desta, ainda não sofreram pressão de seleção e que portanto, apresentam bastante variabilidade dentro de famílias (PATERNIANI, 1968; TORRES SEGOVIA, 1976 e LIMA, 1977). A Tabela 2, demonstra que TORRES SEGOVIA (1976) e SAWAZAKI (1979) também obtiveram, em alguns ciclos de SEDFMI, conduzidos no verão, valores elevados de coeficientes de variação,

Como resultado da análise estatística, o teste F revelou diferenças significativas para os tratamentos ajustados, apenas nos experimentos de maior precisão relativa (1, 2 e 5), como seria previsível, segundo as conclusões de LECLERG (1967).

Na Tabela 28, encontram-se as produções médias de espigas despalhadas, em kg/ha, correspondentes a cada experimento, assim como os stands médios em %, as notas médias de altura de espiga e de plantas acamadas + quebradas, a % de espigas com sabugos roseos + roxo e a % de plantas coloridas de antocianina, relativas as famílias, a amostra selecionada e as testemunhas (híbridos duplos IAC-7974 e Ag 162). Na Tabela 29, estão colocadas as médias gerais, para cada uma destas características, além do comportamento médio das famílias de meios-irmãos, avaliadas e selecionadas, em percentagem da média das testemunhas, para o caráter produção de espigas.

Nos cinco experimentos, as produções médias das famílias variaram de 5.900 a 7.350 kg/ha e as das testemunhas de 5.619 a 7.458 kg/ha. As médias gerais de produção de espigas despalhadas das famílias da amostra selecionada e das testemunhas foram de 6.599,8; 7.073,1 e 6.440,7 kg/

ha, respectivamente. Observou-se que a produtividade das famílias e da amostra selecionada, encontrava-se num nível bastante elevado, sendo respectivamente 2,5% e 9,8% superiores as médias dos híbridos testemunhas. Estes dados, dão uma indicação clara, da boa adaptação da população ESALQ VD2 SI82 às condições de inverno, e também indicam a menor adaptação das testemunhas. Assim como, evidenciam que a incorporação do caráter planta colorida de antocianina e os ciclos de seleção massal/seleção natural, foram eficientes para a elevação da produtividade e adaptação da população original às condições de inverno. Ressalte-se que na maioria dos programas de melhoramento, usando SEDFMI, os híbridos testemunhas, sempre superaram a produtividade das famílias, nos ciclos iniciais de seleção (TORRES SEGOVIA, 1976; WINKLER, 1977; LIMA, 1977, além de outros).

Os "stands" médios, em % do "stand" ideal, também demonstraram a boa adaptação da população ESALQ VD2 SI82 às condições de inverno. Observou-se a atuação da seleção natural, provocando uma maior redução nos "stands" finais das testemunhas, que nas famílias e amostra selecionada. Em média, as famílias e a amostra, tinham "stands" 10,2% e 13,9%, mais elevados que os híbridos ao final dos ensaios.

Uma comparação das atuais percentagens de "stands", com os valores médios obtidos por LIMA (1977), em ciclos de SEDFMI, conduzidos com a população ESALQ VD2, em condições de verão, evidenciou que no inverno ocorreu efetivamente uma redução média dos "stands", em relação ao verão de 15,6% e 26,5%, para as famílias de meios irmãos e testemunhas, respectivamente. E que no verão, ao contrário do observado no inverno, as percentagens de "stands" das famílias e testemunhas eram de 81,7% e 82,4%, dos "stands" ideais, apresentando inclusive uma ligeira vantagem de 0,7% a favor

das testemunhas,

A altura da espiga, das famílias, da amostra e das testemunhas, foi praticamente equivalente. Já o tombamento, foi em média mais elevado nas famílias que nas testemunhas, o que obrigou a inclusão deste caráter, como um dos critérios de seleção. Em função disto, as famílias da amostra selecionada, apresentaram o mesmo índice médio de tombamento das testemunhas.

A % de sabugos roxos + roseos, da população ($\bar{x} = 11,3\%$) e da amostra selecionada ($\bar{x} = 18,6\%$), foram bastante superiores aos valores das testemunhas, que eram praticamente nulos ($\bar{x} = 0,0\%$). Apesar deste caráter, ser considerado como um dos critérios de seleção, o aumento do seu valor na amostra selecionada, é explicado em função das correlações positivas entre % de plantas coloridas de antocianina x % de sabugos roxos, desde que a % de plantas coloridas, também foi usada como critério de seleção.

A % de plantas coloridas de antocianina da população, da amostra selecionada e das testemunhas, em relação aos "stands" reais do campo, foram de 57,5%, 62,6% e 15,0%, respectivamente, o que bem demonstra a alta percentagem de plantas coloridas existente na população ESALQ VD2 SI82 e o sucesso obtido na introdução deste caráter na população original (ESALQ VD 2), que apresenta apenas 23,2% de plantas coloridas, de tonalidades claras, no inverno (Tabela 14). Dentre as testemunhas, apenas a Ag 162 apresentava plantas coloridas, de tonalidades claras ($\overline{\%PCA} = 30,0\%$), enquanto que a IAC 7974, tinha frequência nula.

Na Figura 5, pode-se visualizar a distribuição de frequência, das produções das famílias e da amostra selecionada. Observa-se uma alta frequência de famílias de

meios irmãos com produtividade superior à das testemunhas, indicando que através da seleção, se pode esperar ganhos subsequentes de produtividade.

4.3.2. Estimação dos parâmetros genéticos

A análise combinada da variância englobando os experimentos 1 + 2 + 3 + 4 + 5 em um único grupo, é apresentada na Tabela 30. A partir desta Tabela, foram calculadas as estimativas das variâncias entre famílias de meios irmãos, ao nível de totais e de plantas, e a variância genética aditiva, ao nível de plantas. Também, a herdabilidade e o coeficiente de variação genética, além de outras estimativas, estão incluídas na Tabela 31.

O coeficiente de variação genética, indica a quantidade de variabilidade genética, disponível na população sob seleção e, portanto informa o melhorista sobre as suas possibilidades de êxito. Neste trabalho, foi obtido um valor de 10,3%, um pouco superior, às estimativas médias efetuadas na população ESALQ VD 2, que se situaram entre 4,5 a 7,3% (CARMO, 1969 e LIMA, 1977). Porém, situado no intervalo de 3,0 a 14,8% obtido por SAWAZAKI (1979), em populações dentadas (Tabela 2).

O parâmetro de maior interesse é a variância genética aditiva, por ser o principal componente da variância genética total, para a produção e várias outras características da planta do milho (ROBINSON *et alii*, 1955 e GARDNER, 1963). Isto porque, em populações panmíticas, apenas uma parte da variância aditiva é responsável pelo ganho na seleção e, portanto, o êxito do melhoramento intrapopulacional depende da magnitude dessa variância (VENCOVSKY, 1969, 1978).

A estimativa da variância genética aditiva, obtida neste trabalho, foi de $7,64 \times 10^{-4}$ (kg/planta)², a qual é superior aos valores obtidos para esse componente, por diversos autores. Em populações de milho brasileiro, de grãos dentados, as estimativas tem variado de 0,47 a $7,58 \times 10^{-4}$, com um valor médio geral, em torno de $2,97 \times 10^{-4}$ (kg/planta)², Tabela 2. A média geral obtida na população ESALQ VD 2, por LIMA (1977), foi igual a $3,87 \times 10^{-4}$ (kg/planta)².

As superestimativas de parâmetros genéticos, obtidas de ensaios conduzidos em um único ambiente, foram explicadas por GARDNER (1963), como sendo devidas ao componente genótipo x ambiente, que se acresce ao componente genético. Segundo aquele autor, em certos casos, os erros da estimativa, podem chegar a 50%, demonstrando-se assim, que as estimativas obtidas em dois ou mais ambientes, são mais realistas.

A estimativa da herdabilidade, no sentido restrito, para produção de espigas despalhadas, foi de 10,4%. Os valores encontrados, para populações de mesma base genética, por QUEIROZ (1969), CARMO (1969), WINKLER (1977) e LIMA (1977), tem variado de 6,5 a 22,1%. A herdabilidade média, para produção de grãos, com populações dentadas, de fonte Tuxpeño, foi de 10,6% (Tabela 2). Esses dados indicam, bastante concordância entre as estimativas encontradas para a produção de espigas e as obtidas para produção de grãos,

Um indicador das possibilidades de sucesso do selecionador, segundo VENCOVSKY (1978) é o índice $b_{MI} = \frac{C\hat{V}g}{C\hat{V}e}$. Este índice, quando atinge valores próximos ou superiores a 1, indica uma situação muito favorável para seleção. O valor médio de b nesta pesquisa, foi de 0,57, sendo supe-

rior à média dos ciclos de seleção, apresentados na Tabela 2, e praticamente equivalente aos valores de $\bar{b}$ obtidos com esta população ($\bar{b} = 0,52$), por QUEIROZ (1969), CARMO (1969), WINKLER (1977) e LIMA (1977),

A estimativa do progresso genético esperado, com a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, para a população ESALQ VD 2 SI82, foi de 5,23 g/planta, que corresponde em percentagem a 3,9% (Tabelas 32 e 33). Estes valores, estão dentro do intervalo dos progressos, apresentados na Tabela 2, e obtidos por diversos autores, a partir de populações dentadas, de mesma base genética. São porém, um pouco menores que as médias gerais, de progressos conseguidos com o método de SEDFMI, no verão, provavelmente, devido ao maior número de caracteres considerados na seleção de inverno, ou a menor precisão dos ensaios conduzidos no inverno.

A contribuição relativa, devida à seleção entre famílias de meios irmãos, foi bastante superior à prevista para a seleção dentro de famílias. Neste trabalho, a contribuição média foi de 64,1% e 35,9%, respectivamente. LIMA (1977), trabalhando com a população ESALQ VD 2, obteve contribuições bastante semelhantes, durante três ciclos de SEDFMI. WINKLER (1977), também obteve valores similares, com a população Composto Dentado Branco. A partir destas evidências, pode-se concluir que os maiores progressos, na população ESALQ VD 2-SI82, podem ser conseguidos com a aplicação da seleção entre famílias de meios irmãos, que com a seleção dentro das famílias, em concordância com os resultados de RAMALHO (1977), LIMA (1977), WINKLER (1977) e diversos outros autores,

A média de produção, estimada para o próximo ciclo de seleção, da população ESALQ VD 2-SI82, em condições

de inverno, foi de 138,9 g/planta. Este valor, foi um pouco superior (2,7 g) ao estimado por WINKLER (1977), para o Dentado Composto A, após o primeiro ciclo de SEDFMI, em condições de verão. Estas informações, aliadas ao fato de em condições de inverno, a população ESALQ VD2-SI82, já superar a produtividade média dos híbridos, permitem que se considere este material como adequado para avaliação em níveis mais amplos, visando sua possível distribuição aos produtores, como uma variedade de milho tolerante e adaptada, às condições de inverno de parte da região Centro-Sul do Brasil.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições do presente trabalho, permitem apontar as seguintes conclusões:

1. A seleção massal para produtividade, efetuada nas plantas sobreviventes ao inverno, foi eficiente, na melhoria da produção de espigas e adaptação das populações Piranão VD 2 SI e ESALQ VD 2 SI, às condições de inverno características de parte da região Centro-Sul do Brasil.
2. As populações melhoradas para tolerância ao inverno, foram significativamente mais produtivas, em relação às populações originais, em condições de inverno (+ 7,7%) e quase se equipararam, em condições de verão (-2,4%).
3. As características, consideradas nas avaliações visuais, foram efetivamente modificadas pelos ciclos de seleção massal, incluindo a cor dos grãos, número de fileiras/espiga, número de grãos/fileira, tombamento, cor das plantas e dos sabugos.

4. O cultivo do milho, em condições de inverno, resulta em "stands" menores, plantas e espigas mais baixas, ciclo mais longo e, menores prolificidade e número de ramificações do pendão, além de maior percentagem de plantas doentes, que os cultivos de verão. Estes fatores, devem ser também ponderados por ocasião da seleção.
5. O caráter planta colorida de antocianina e os ciclos de seleção massal/natural melhoraram a adaptação das populações às condições de inverno e, não induziram a nenhum efeito detrimental, nos caracteres avaliados nesta pesquisa.
6. Em uma mesma população, com o caráter planta colorida de antocianina incorporado, a intensificação das tonalidades de cores, está diretamente relacionada com o grau de "stress" de frio, a que ela é submetida.
7. Dentre as tonalidades de cores existentes na população ESALQ VD 2 SI 82, a coloração roxa intensa pareceu ser desvantajosa devido a baixa produção, rendimento de grãos e prolificidade. Por outro lado, a coloração roxa, pareceu ser bastante vantajosa, por apresentar valores elevados, para a produção e seus componentes.
8. O método da seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, indicou ter boa potencialidade, para a melhoria da produção de espigas, e de outros caracteres, na população ESALQ VD 2 SI82, em condições de inverno, sendo que o progresso médio esperado por ciclo de seleção, para produção de espigas, foi estimado em 3,9%.
9. O coeficiente de variação genética de 10,3%, indica a existência de variabilidade, suficiente para permitir progressos subsequentes, pelo método da seleção entre e den-

tro de famílias de meios irmãos, no inverno.

10. Os maiores progressos na população ESALQ VD2 SI82, são esperados para a seleção entre famílias de meios irmãos, que para a seleção dentro de famílias, caso sejam mantidas as intensidades atuais de seleção.
11. A produtividade estimada para a população ESALQ VD2 SI82 -HSI, foi superior à média dos híbridos comerciais (IAC-7974 e Ag 162), em condições de inverno, o que recomenda a sua utilização em testes de avaliação mais amplos, para posterior distribuição aos agricultores.
12. Foram encontradas correlações fenotípicas positivas, entre a % de plantas coloridas de antocianina x % de sabugo roxos e, número de ramificações do pendão x % de espigas doentes, em condições de inverno, as quais devem ser consideradas nos ciclos de seleção.
13. Os principais critérios de seleção, a serem considerados nos ciclos seguintes, de melhoramento para tolerância ao inverno, são: produtividade, prolificidade, % de plantas coloridas de antocianina (especialmente para as populações braquíticas), tombamento (principalmente para as populações de porte normal) e precocidade.

6. LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J.J.L., 1975. *Estatística Experimental*. Fortaleza, Centro de Ciências da UFCE. 92 p.

ANDERSON, J.C. e P.N. CHOW, 1963. Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single-cross hybrids of dent corn. *Crop Science*, Madison, 3: 111-113.

BANDEL, G., Genética. In: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p. 97-121.

BERGER, J., 1962. *Maize production and the manuring of maize*. Geneve, Centre d'etude de l'azote. 315 p.

BERLATO, M., V. SUTILI e A.O. CASTRO, 1974. Comparação de 3 métodos de cálculo das exigências térmicas para espigamento de milho (*Zea mays* L.). *Agronomia sulriograndense*, Porto Alegre, 10:87-94.

- BLONDON, F., G. CLABAULT e M. RAINGUEZ; 1980. Action d'une température fraîche (10°C) appliquée au stade jeune sur la croissance et l'activité photosynthétique de deux variétés précoces de maïs. *Annales de l'Amélioration des plantas*, 30: 399-410.
- BLONDON, F., G. CLABAULT e M. RAINGUEL, 1981. Déplacement de l'optimum thermique de l'activité photosynthétique, sous l'action d'un traitement à température fraîche (10°C), chez le maïs différenciation de deux variétés. III. *Comptes-Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Académie des Sciences*, Paris, 292: 149-152.
- BRAKKE, M.K. e R. SAMSON, 1981. Effect of temperature on susceptibility of normal and aberrant ratio corn stocks to barley stripe mosaic and wheat streak mosaic viruses. *Phytopatology*, 71: 823-824.
- BRAWN, R.I., 1968. Breeding corn for earliness. *Proc. of the 23th corn and sorghum research conference*, 23: 59-66.
- BREUER, C.M., R.B. HUNTER e L.W. KANNENBERG, 1976. Effects of 10 and 20 hour photoperiod treatments at 20 and 30°C on rate of development of a single-cross maize (*Zea mays*) hybrid. *Can. J. of P. Sci.*, Ottawa, 56: 795-798.
- BRIGGS, R.W., 1966. Recognition and classification of some genetic traits in maize. *J. of Heredity*, Washington, 57: 35-42.
- BRINK, R.A., 1934. The anthocyanin plant colors and yield in corn. *J. of the Am. Soc. of Agron.*, Madison, 26: 697-703.

- BURRIS, J.S. e R.J. NAVRATIL, 1979. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds. *Agron. Journal*, Madison, 71: 985-988.
- CAMPOS, H. de, 1984. *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. Piracicaba, FEALQ. 292 p.
- CANEL, M., 1938. Influência del foto período y de la temperatura sobre el desarrollo del maíz. *Archivo Fitotecnico del Uruguay*, Montevideo, 3: 9-14.
- CARMO, C.M. do, 1969. Avaliação de progênies de meios-irmãos em populações heterogêneas de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 48 p. (Dissertação de Mestrado).
- CASTELLON, J.J.O., 1979. Resistência a heladas y sequia en maices de la Mesa Central y Sierra de Chihuahua. Chapingo, Centro de Genética. (Dissert. MC).
- CASTLEBERRY, R.M., J.A. TEERI e J.F. BURIEL, 1978. Vegetative growth responses of maize genotypes to simulated natural chilling events. *Crop Science*, Madison, 18: 633-637.
- CASTRO, E. da M. de, 1983. Competição entre populações de milho normais e braquílicas. Piracicaba, ESALQ/USP, 155 p. (Tese de Doutorado).
- CHONG, C. e R.I. BRAUN, 1969. Temperature comparisons of purple and dilute sun red anthocyanin color types in maize. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, 49: 513-516.
- CIMMYT, 1984. *CIMMYT Maize facts and trends report two: An analysis of changes in Third World food and feed uses of maize*. Mexico, CIMMYT. 41 p.

- CLARKSON, D.T. e G.C. GERLOFF. 1969. Growth and nutrient absorption by roots of maize genotypes at low temperatures. *Proc. of the 1^o European Maize Congress, Euro-mais*, Cambridge, 1: 179-187.
- COE, E.H. Jr., e M.G. NEUFFER, 1977. The genetics of corn. In: SPRAGUE, G.F. Ed. *Corn and corn Improvement*. Madison, Amer. Soc. of Agron. p. 111-223 (Série Agronomy, 18).
- COE, E.H. Jr., 1979. MESS-Missouri Early Stressed Synthetic. *Maize Genetics Cooperation News Letter*, Columbia, 53: 28-29.
- COMSTOCK, R.E., H.F. ROBINSON e P.H. HARVEY, 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. Jour.*, Madison, 41: 360-367.
- COUTO, L., E.F. da COSTA, R.T. VIANNA e M.A. da SILVA, 1984. Produção de milho verde sob irrigação. *Pesquisa em andamento*, Sete Lagoas, 3: 1-14.
- CRISOSTOMO, J.R., 1978. Estimacão de parâmetros genéticos visando seleção em dois compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 71 p. (Dissertação de Mestrado).
- CROSBIE, T.M., J.J. MOCK e O.S. SMITH, 1980. Comparison of gains predicted by several selection methods for cold tolerance traits of two maize populations. *Crop Science*, Mad., 20: 649-655.
- CUNHA, M.A.P. da, 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) ESALQ HV-1. Piracicaba, ESALQ/USP. 84 p. (Tese Doutorado).

- DEXTER, S.T., 1956. The evaluation of crop plants for winter hardiness. *Advances in Agronomy*, New York, 8: 203-239.
- DUNCAN, W.G. e J.D. HESKETH, 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. *Crop Science*, Mad., 8: 670-674.
- DUNCAN, W.G., D.L. SHAVER e W.A. WILLIAMS, 1973. Insolation and temperature effects on maize growth and yield. *Crop Science*, Mad., 13: 187-191.
- EAGLES, H.A. e A.K. HARDACRE, 1979. Genetic variation in maize (*Zea mays* L.) for germination and emergence at 10°C. *Euphytica*, Wageningen, 28: 287-295.
- EAGLES, H.A. e I.R. BROOKING, 1981. Populations of maize with more rapid and reliable seedling emergence than cornbelt dents at low temperatures. *Euphytica*, Wageningen, 30: 755-763.
- EAGLES, H.A., 1982. Inheritance of emergence time and seedling growth at low temperatures in four lines of maize. *Theor. Appl. Genet.*, Springer-Verlag-Berlin, 62: 81-87.
- EAGLES, H.A., A.K. HARDACRE, I.R. BROOKING, A.J. CAMERON, R. M. SMILLIE e S.E. HETHERINGTON, 1983. Evaluation of a high altitude tropical population of maize for agronomic performance and seedling growth at low temperature. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Palmerston North, 26: 281-287.

- ERYCSON, R.O., 1959. Integration of plant growth processes. *The American Naturalist*, Chicago, 43: 225-235.
- FALCONER, D.S., 1981. *Introdução à genética quantitativa*. Trad. SILVA, M. de A. e J.C. SILVA. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV. 279 p.
- FIGUEIREDO, A.W., 1970. Comportamento da variedade de milho Doce Universidade na baixada fluminense na época de inverno. *Reunião Brasileira de milho*, Porto Alegre, 8: 59-61.
- FISHER, R.A. e F. YATES, 1943. *Statistical Tables*. 2ª Ed. Edinburgh, Oliver e Boyd. 98 p.
- FREIRE, E.C., 1984. *Resistência genética do milho ao frio*. Piracicaba, ESALQ/USP. 49 p. (Tópico de Genética).
- GALVÃO, J.D., 1974. Comportamento do milho "Piranão" (braquítico-2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. 106 p. (Tese de Doutorado).
- GAO, J.Y., 1984. The effect of chilling temperature on mitochondrial function and ultrastructure of maize seedlings. *Scientia Agricultura Sinica*, Beijing, 1: 32-35.
- GARDNER, C.O., 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop science*, Mad., 1: 241-245.
- GARDNER, C.O., 1963. Estimates of genetic parameters in cross fertilizing plants and their implications in plant breeding. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, Ed. *Statistical genetics and plant breeding*. Washington, Nat. Acad. Sci., p. 225-252.

- GERALDI, I.O., 1977. Estimaco de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP. 103 p. (Dissertao de Mestrado).
- GILMORE Jr., E.C. e J.S. ROGERS, 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. Jour.*, Mad., 50: 611-615.
- GREENBLATT, I.M., 1968. A possible selective advantage of plant color at high altitudes. *Maize Genetics Cooperation News Letters*, Columbia, 42: 144-145.
- GROGAN, C.O., 1970. Genetic variability on maize (*Zea mays* L.) for germination and seedling growth at low temperature. *Proc. of the Ann. corn and Sorghum Conf.*, 25: 90-98.
- GRZESIAK, S., S.B. ROOD, S. FREYMAN e D.J. MAJOR, 1981. Growth of corn seedlings: Effects of night temperature under drought conditions. *Canadian J. of Plant Science*, Ontário, 61: 871-877.
- GUPTA, D. e I. KOVACS, 1975. Cold tolerance of parents, single, 3-way and double crosses of opaque-2 maize inbreds and their normal analogues. *Euphytica*, Wageningen, 24: 245-250.
- HALLAUER, A.R., 1967. Development of single-cross hybrids from two-eared maize populations. *Crop Science*, Mad., 7: 192-195.
- HAMILTON, R.I., D. SABOURIN e R.B. IRVINE, 1983. Cold tolerance in corn. *Canadian J. of Plant Science*, Ontario, 63: 343-344.

- HARDACRE, A.K. e H.A. EAGLES, 1980. Comparisons among populations of maize for growth at 13°C. *Crop Science*, Mad., 20: 780-784.
- HARLAND, S.C., 1946. A new method of maize improvement. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 23: 114.
- HASKELL, G. e W.R. SINGLETON, 1949. Use of controlled low temperature in evaluating the cold hardiness of inbred and hybrid maize. *Agron. Jour.*, Mad., 41: 34-40.
- HULL, F.H., 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Agron. Jour.*, Mad., 37: 134-145.
- HULL, F.H., 1952. Recurrent selection and overdominance. In: GOWEN, J.H.. Ed. *Heterosis*. Ames, Iowa State Univ. Press. p. 451-473.
- HUNTER, R.B., L.A. HUNT e L.W. KANNENBERG, 1974. Photo-period and temperature effects on corn. *Canadian J. Plant Sci.*, Ontário, 54: 71-78.
- HUNTER, R.B., M. TOLLENAAR e C.M. BREUER, 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. *Can. J. Plant Sci.*, Ontário, 57: 1127-1133.
- IKUTA, H. e E. PATERNIANI, 1970. Programa de milho "verde". *Relatório Científico do Instituto de Genética - ESALQ/USP*, Piracicaba, 4:58-61.
- ISHIMURA, I., E. SAWAZAKI, T. IGUE e M. NODA, 1984. Práticas culturais na produtividade de milho-verde. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19:201-206.

- JENKINS, M.T., 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *Agron. Jour.*, Mad., 32: 55-63.
- JONES, D.F., 1918. The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. *Conn. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 207: 5-100.
- JONES, R.J., B.G. GENGENBACH e V.B. CARDWELL, 1981. Temperature effects on in vitro kernel development of maize. *Crop Science*, Mad., 21: 761-766.
- JONG, S.K., J.L. BREWBAKER e C.H. LEE, 1982. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly plantings in Hawaii. *Crop Science*, Mad., 22: 13-18.
- KEIM, K.R. e C.O. GARDNER, 1984. Genetic variation for cold tolerance in selected and unselected maize populations. *Field Crops Research*, Lincoln, 8: 143-151.
- KIESSELBACH, T.A., 1922. *Corn investigations*. Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull. n° 20.
- LANDI, P. e T.M. CROSBIE, 1982. Response of maize to cold stress during vegetative growth. *Agron. Jour.*, Mad., 74: 765-768.
- LANDI, P. e S. CONTI, 1983. Selection for tolerance to late spring cold in maize genotypes. *Plant Breed. Abs.*, Cambridge, 54: 272 (Ref. n° 2712).
- LECLERG, E.L., W.H. LEONARD e A.G. CLARK, 1962. Split-block design. In: *Field Plot Technique*. Minnesota, Burgess Publs. Co. p: 196-211.

- LECLERG, E.L., 1967. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K.J. Ed. *Plant Breeding. A Symposium Held at Iowa State University*. Ames, Iowa Univ. Press, pp: 243-313.
- LEE, S.S. e G.O. ESTES, 1982. Corn physiology in short season and low temperature environments. *Agron. Jour.*, Mad., 74: 325-331.
- LEVITT, J., 1972. *Responses of plants to environmental stresses*. New York, Academic Press Inc. 697 p.
- LIMA, M., 1977. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos na população de milho (*Zea mays* L.) ESALQ VD 2. Piracicaba, ESALQ/USP. 71 p. (Dissertação de Mestrado).
- LONNQUIST, J.H. e M.D. RUMBAUGH, 1958. Relative importance of test sequence for general and specific combining ability in corn breeding. *Agron. Jour.*, Mad., 50: 541-544.
- LONNQUIST, J.H., 1961. Progress from recurrent selection as a means of modifying combining ability in corn. *Agron. Jour.*, Mad., 43: 311-315.
- LONNQUIST, J.H., 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Science*, Mad., 4: 227-228.
- LONNQUIST, J.H., 1967. *Intrapopulation improvement: Combination S_1 and HS selection*. Mexico, CIMMYT. (Maize, 5).
- LONNQUIST, J.H. e N.E. WILLIAMS, 1967. Development of maize hybrids through selection among full sib families. *Crop Sci.*, Mad., 7: 369-370.

- LORDÊLO, J.A.C. e J.B. MIRANDA FILHO, 1981. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres de duas populações de milho braquítico. *Relatório Científico do Instituto de Genética - ESALQ/USP*, Piracicaba, 15: 104-108.
- MAGALHÃES, A.C. e W.J. da SILVA, 1978. Determinantes genético-fisiológicos da produtividade do milho. *In*: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p. 349-375.
- MALAVOLTA, E. e J.P. DANTAS, 1978. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, Piracicaba, Fundação Cargill. p.:429-479.
- MARYAN, B. e D.A. JONES, 1983a. The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures. I. Germination of inbred lines and their F_1 's. *Euphytica*, Wageningen, 32: 535-542.
- MARYAN, B. e D.A. JONES, 1983b. The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures. II. Germination of inbred lines, F_1 and further generations at fluctuating temperatures. *Euphytica*, Wageningen, 32: 791-798.
- MARSHALL, H.G., 1966. Natural selection for cold resistance in winter oat bulk populations. *Crop Science*, Mad., 6: 173-176.
- MARSHALL, H.G., 1982. Breeding for tolerance to heat and cold. *In*: CHRISTIANSEN, M.N. e C.F. LEWIS. *Breeding plants for less favorable environments*. New York, A Wiley Interscience Publ., p. 47-70.

- MCCONNELL, R.L., 1979. Inheritance and improvement of cold tolerance traits in maize. *Dissertation Abstr. Intern.*, B., 39: 1074B.
- MCCONNELL, R.L. e C.O. GARDNER, 1979a. Selection for cold germination in two corn populations. *Crop Science*, Mad., 19: 765-768.
- MCCONNELL, R.L. e C.O. GARDNER, 1979b. Inheritance of several cold tolerance traits in corn. *Crop Science*, Mad., 19: 847-852.
- MENEZES, D.M. de, T.I. CEZAR e M.F. de OLIVEIRA, 1976. Viabilidade da obtenção de "milho verde", na baixada fluminense, em condições de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, 11: 53-58.
- MIEDEMA, P., 1979. Potential use of CIMMYT gene pool material for improving low-temperature adaptation in *Zea mays*. *Euphytica*, Wageningen, 28: 661-664.
- MIRANDA FILHO, J.B. de e R. VENCovsky, 1972. Estimativas da variância genética aditiva de diversas populações locais de milho. *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP*, Piracicaba, 6: 61-66.
- MIRANDA FILHO, J.B. de, R. VENCovsky e E. PATERNIANI, 1972. Variância genética aditiva na produção de grãos em dois compostos de milho e sua implicação no melhoramento. *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP.*, Piracicaba, 6: 67-73.
- MOCK, J.J. e S.A. EBERHART, 1972. Cold tolerance in adapted maize populations. *Crop Science*, Mad., 12: 466-469.

- MOCK, J.J. e R.B. PEARCE, 1975. An ideotype of maize. *Euphytica*, Wageningen, 24: 613-623.
- MOCK, J.J. e A.A. BAKRI, 1976. Recurrent selection for cold tolerance in maize. *Crop Science*, Mad., 16: 230-233.
- MOCK, J.J., 1977. Breeding maize to convert solar energy into food more efficiently, *Proc. of the Ann. Corn and Sorghum Research Conf.*, 32: 32-46.
- MOCK, J.J. e W.H. SKRDLA, 1978. Evaluation of maize plant introductions for cold tolerance, *Euphytica*, Wageningen, 27: 27-32.
- MOCK, J.J., 1979. Investigation of genotype x environment interaction for cold tolerance of maize. *Iowa State Journal of Research*, Ames, 53: 291-296.
- MOCK, J.J. e M.J. MCNEIL, 1979. Cold tolerance of maize inbred lines adapted to various latitudes in North America. *Crop Science*, Mad., 19: 239-242.
- MOLINA GALAN, J.D., 1980. Selección masal para resistencia a sequía en maíz. *Agrociencia*, Chapingo, 42: 69-76.
- MUÑOZ OROZCO, A. e V.A. GONZALEZ H., 1976. Mejoramiento de maíz en el CIAMEC. IV. Obtención de sintéticos resistentes a sequía y heladas. *Memoria del Congr. de la Soc. Mex. de Fit.*, México, 6: 131-147.
- MUÑOZ OROZCO, A., K.R. STEVENSON, J.O. CERECERES, G.W. THURTELL e A.C. CARBALHO, 1983. Transpiración, fotosíntesis, eficiencia en uso del agua y potencial hídrico en maíces resistentes a sequía e heladas. *Agrociencia*, Chapingo, 51: 115-153.

- MOSELY, P.R., 1982. Mass selection to improve cold and density tolerance of two maize populations. *Dissertation Abs. Intern. B*, 42: 2641B.
- MOSELY, P.R., T.M. CROSBIE e J.J. MOCK, 1984. Mass selection for improved cold and density tolerance of two maize populations. *Euphytica*, Wageningen, 33: 263-269.
- MUNDSTOCK, C.M., 1970. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. *Reunião Brasileira de Milho*, Porto Alegre, 8: 18-29.
- NEAL, N.P., 1949. Breeding corn for tolerance to cold. *Progress in corn production*, 4: 68-78.
- NEILD, R.E. e N.H. RICHMAN, 1979. *Simulation studies of corn hybrid climate response in Nebraska*. Lincoln, University of Nebraska. 12 p. (Bol. Pesq., 287).
- OLIVEIRA, L.A.A. de, A. GROZZMANN e R.A. da COSTA, 1983. Avaliação preliminar de cultivares para milho verde no Norte Fluminense. *Pesquisa em andamento*, Campos, 23:1-3.
- PATERNIANI, E., 1967. Selection among and within half-sib families in a brasilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Mad., 7: 212-216.
- PATERNIANI, E., 1968a. Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Tese de Cátedra).
- PATERNIANI, E., 1968b. Formação de compostos de milho. *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP*, 2: 102-108.

- PATERNIANI, E. e R. de RISSI, 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos nas populações de Piranão A e Piranão B. *Relatório Científico do Instituto de Genética -ESALQ/USP*, Piracicaba, 10: 167-173.
- PATERNIANI, E. e R. VENCovsky, 1977. Reciprocal recurrent selection in maize (*Zea mays* L.) based on testcrosses of half-sib families. *Maydica*, Bergamo, 22: 141-152.
- PATERNIANI, E., J.R. ZINSLY e J.B. MIRANDA FILHO, 1977. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. *Relatório Científico do Instituto de Genética - ESALQ/USP*, Piracicaba, 11: 108-114.
- PATERNIANI, E. e R. VENCovsky, 1978. Reciprocal recurrent selection based on half-sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, 23: 209-219.
- PATERNIANI, E. e J.B. MIRANDA FILHO, 1978. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, Piracicaba, Fundação Cargill. p.: 202-256.
- PATERNIANI, E. e H. IKUTA, 1978. Comportamento comparativo do milho Centraalmex selecionado em dois locais. *Relatório Científico do Instituto de Genética - ESALQ/USP*, Piracicaba, 12: 168-172.
- PATERNIANI, E., 1981. O tamanho do pendão e suas relações com o índice altura da espiga/altura da planta e com a produtividade no Ensaio Nacional de Milho normal. *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP*, Piracicaba, 15: 135-151.

- PESEV, N.V., 1970. Genetic factors affecting corn tolerance to low temperature at emergence and germination. *Theor. Appl. Genetic.*, Springer-Verlag-Berlin, 40:351-356.
- PIEDADE, S.M. de S. e H. de CAMPOS, 1983. *Análise conjunta de experimentos em faixas*. Piracicaba, ESALQ/USP. 14 p. (Seminário do Curso de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação),
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. *Curso de Estatística Experimental*, 3ª ed. Piracicaba, Livraria Nobel S.A. Editora e Distr. 404 p.
- PINNELL, E.L., 1949. Genetic and Environmental factors affecting corn seed germination at low temperatures. *Agronomy Journal*, Madison, 41: 562-568.
- QUEIROZ, M.A. de, 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênes de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações com o melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP. 71 p. (Dissertação de mestrado).
- RAMALHO, M.A.P., 1977. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endôgamas. Piracicaba, ESALQ/USP. 122 p. (Tese Doutorado).
- RICHEY, F.D., 1922. The experimental basis for the present status os corn breeding. *Journ. Amer. Soc. Agron.*, Madison, 14: 1-17.
- RINKE, E.H., 1953. Cold test germinations. *Proc. 8th corn Res. Conf.*, 8: 54-58.

- RISSI, R. de, 1980. Estimacão de parâmetros genéticos em duas subpopulaes de milho (*Zea mays* L.) Piranão. Piracicaba, ESALQ/USP. 87 p. (Dissertao de mestrado).
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. Jour.*, Mad., 43: 282-287.
- ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1955. Genetic variances in open-pollinated varieties of corn. *Genetics*, Austin, 49: 45-60.
- ROOD, S.B. e D.J. MAJOR, 1980. Responses of early corn inbreds to photoperiod. *Crop Science*, Mad., 20: 679-682.
- ROSSMAN, E.C., 1949. Freezing injury of inbred and hybrid maize seed. *Agronomy Journal*, Mad., 41: 574-583.
- RUNGE, E.C.A., 1968. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. *Agron. Jour.*, Mad., 60: 503-507.
- RUSSELLE, M.P., W.W. WILHELM, R.A. OLSON e J.F. POWER, 1984. Growth analysis based on degree days. *Crop Science*, Mad., 24: 28-32.
- SALATI, E., 1957. Contribuio ao estudo do clima de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 54 p. (Tese doutorado).
- SÃO PAULO. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1982. *Prognóstico 82/83*. São Paulo, I.E.A. 235 p.
- SAWAZAKI, E., 1979. Treze ciclos de seleo entre e dentro de famílias de meios irmãos para produo de gros no milho IAC Maya. Piracicaba, ESALQ/USP. 99 p. (Dissertao de Mestrado).

- SAWAZAKI, E., C.V. POMMER e I. ISHIMURA, 1979. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estádio verde. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 31: 1297-1302.
- SEMUGURUKA, G.H., W.A. COMPTON, C.Y. SULLIVAN e M.A. THOMAS, 1981. Some measures of temperature response in corn (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, 26: 209-218.
- SHAW, R.H., 1977. Climatic requirement. In: SPRAGUE, G.F. Ed. *Corn and Corn Improvement*. Madison, Amer. Soc. Agron., p. 591-623.
- SHELDRIK, R.D., 1982. Selection of cool tolerant maize genotypes. *Proc. of the 1^o European Maize Congress, Euro mais*, Cambridge, 1: 171-178.
- SILVA, P.S.L. e E. PATERNIANI, 1981. Comportamento de cultivares para a produção de milho no "Estado Verde". *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP*, Piracicaba, 15: 230-236.
- SING, H. e B. RAI, 1979. Differences in morphological characters and yield of important maize genotypes and their recovered brachytic versions. *Indian J. of Agric. Science*, New Delhi, 49: 758-763.
- SOUZA Jr., C.L. de, 1983. Variabilidade genética em milho (*Zea mays* L.) e relações com a seleção recorrente intra e interpopulacional. Piracicaba, ESALQ/USP. 151 p. (Tese Doutorado).
- SPIEGEL, M.R., 1974. *Estatística*. Trad. COSENTINO, P. e C. J.P. de LUCENA. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 580 p.

- SPRAGUE, G.F. e B. BRIMHALL, 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. *Agron. Jour.*, Mad., 42: 83-88.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2ª ed. New York, McGraw Hill Book Co. 633 p.
- STEPONKUS, P.L., 1978. Cold hardiness and freezing injury of agronomic crops. *Advances in Agronomy*, New York, 30: 51-98.
- SUTILI, V.R., R. MATZENAUER, V. BUTOW, A. TEDESCO e H. BERGAMASCHI, 1976. Efeitos de épocas de semeadura no rendimento de grãos de três cultivares de milho em três regiões do Rio Grande do Sul. *Anais da XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo*, Piracicaba, 11: 517-521.
- TOLLENAAR, M., T.B. DAYNARD e R.B. HUNTER, 1979. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. *Crop Science*, Mad., 19: 363-366.
- TORRES SEGOVIA, R., 1976. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Piracicaba, ESALQ/USP, 98 p. (Tese de Doutorado).
- ULLSTRUP, A.J., 1977. Diseases of corn. In: SPRAGUE, G.F. Ed. *Corn and Corn Improvement*. Madison, Amer. Soc. Agron: p.: 398.
- VALOIS, A.F.C., 1982. Eficiência comparativa de quatro métodos de seleção em uma população melhorada de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 119 p. (Tese de Doutorado).

- VENCOVSKY, R., 1969. Genetica quantitativa. In: KERR, W.E. Ed. *Melhoramento e Genética*. São Paulo, Ed. Melhoramentos, p.: 17-38.
- VENCOVSKY, R., 1975. Progresso esperado na seleção recorrente recíproca baseada em famílias de meios irmãos e plantas prolíficas. *Relatório Científico do Instituto de Genética-ESALQ/USP*, Piracicaba, 9: 192-196.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e Produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p.: 122-201.
- VIEGAS, G.P., 1978. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E. Ed. *Melhoramento e Produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p.: 376-428.
- WEBEL, O.D. e J.H. LONNQUIST, 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Mad., 7: 651-655.
- WILLING, R.P., 1981. Traits associated with chilling temperatures in maize. *Dissertation Abstracts International*, B, 42: 861B.
- WINKLER, E.I.G., 1977. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho (*Zea mays* L.) Composto Dentado Branco. Piracicaba, ESALQ/USP. 54 p. (Dissertação de Mestrado).
- ZEMETRA, R.S., 1983. Screening and breeding for cold tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Dissertation Abstracts International*, B, 44: 976B-977B.

ZINSLY, J.R., 1969. Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 52 p. (Tese Doutorado).

ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *J. Am. Soc. Agron.*, Mad., 34: 30-47.

7. APÊNDICE

- SIMBOLOGIA UTILIZADA NESTA TESE

PE - Produção de espigas despalhadas

NF - Número de fileiras de grãos por espiga

NG - Número de grãos por fileira

P₁₀₀ - Peso de 100 sementes em g

T - % de tombamento (plantas acamadas+quebradas)

Índice E/P - Número de espigas/planta

NR - Número de ramificações totais do pendão

AE - Altura da espiga em cm

AP - Altura da planta em cm

Índice AE/AP - Índice de altura da espiga ÷ altura da planta

NFM - N° de dias para o florescimento masculino

NFF - N° de dias para o florescimento feminino

% ED - % de espigas doentes

% PD - % de plantas doentes

% PI - % de plantas improdutivas

% PCA - % de plantas coloridas de antocianina

% PRI - % de plantas de coloração roxo intenso

% ESB - % de espigas com sabugos brancos

% ESRO - % de espigas com sabugos róseos

% ESROX - % de espigas com sabugos roxos

SI 81 - Seleção massal, de inverno, realizada em 1981

SI 82 - Seleção massal, de inverno, realizada em 1982

U.C. - Unidades de calor

T. max - Temperatura máxima mensal °C

T. min - Temperatura mínima mensal °C

T.média - Temperatura média mensal °C

Ins. M. - Média mensal da insolação em horas/dia

Rad. M. - Média mensal da radiação em cal/cm²/dia

SEDFMI - Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos

TABELA 1. Progressos obtidos com alguns métodos de melhoramento populacional, para a produção de grãos em diversas populações de milho.

Métodos	Número de Populações	Número de Ciclos	Progresso Médio/ciclo %	Referência
Seleção Massal	10	60	3,95	PATERNIANI e MI-RANDA FILHO (1978)
SEDFMI	9	54	4,98	SOUZA JR. (1981)
SEDFIG	9	46	4,13	PATERNIANI e MI-RANDA FILHO (1978)
SEDFS1	12	16	2,12*	VALOIS (1982)
SRR c/ FMI	14	24	5,21	SOUZA JR. (1983)

* Progresso por ano.

TABELA 2. Estimativas da variância genética aditiva (σ_A^2), da herdabilidade no sentido restrito (h^2), dos coeficientes de variação genética (Cv_g) e do experimento (Cv_e), do progresso genético total/ciclo (GS) e do índice b_{MI} = Cv_g/Cv_e , obtidas através do uso do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (SEDFMI) em populações brasileiras dentadas, de porte normal e de fonte Tuxpeño. Piracicaba, 1985.

Populações	nº de famílias avaliadas	σ_A^2 10 ⁻⁴ (kg/pl) ²	h^2 (%)	Cv_g (%)	Cv_e (%)	GS total/ ciclo (%)	b_{MI} = $\frac{Cv_g}{Cv_e}$	Fonte
Piramez original*	100	7,58	28,45	10,56	12,60	12,76	0,84	PATERNIANI (1968)
Piramez I*	171	1,57	8,18	6,14	14,04	4,85	0,44	PATERNIANI (1968)
Piramez II*	279	1,80	7,23	4,97	12,09	3,98	0,41	PATERNIANI (1968)
Piramez III*	292	0,52	2,16	3,37	15,12	1,64	0,22	PATERNIANI (1968)
Piramez IV*	294	1,75	7,80	6,48	15,19	4,99	0,43	PATERNIANI (1968)
C. Dentado (Amarelo)*	96	4,06	22,09	5,01	7,78	5,20	0,64	QUEIROZ (1969) e MIRANDA FILHO e VENCovsky (1972)
C. Dentado (Branco)*	96	3,27	16,89	4,51	7,84	4,20	0,57	CARMO (1969) e MIRANDA FILHO e VENCovsky (1972)
C. Dentado (Amarelo)*	77	3,44	11,69	6,36	11,8	6,0	0,54	VENCovsky (1972)
C. Dentado (Branco)*	77	3,90	10,46	5,98	11,8	6,0	0,51	VENCovsky (1972)
Centraimez original*	285	1,12	3,30	4,50	17,05	2,50	0,26	TORRES SEGOVIA (1976)
Centraimez I*	291	2,52	5,00	7,13	22,12	4,80	0,32	"
Centraimez II*	291	1,16	2,30	4,41	20,10	2,00	0,22	"
Centraimez III*	284	1,67	5,60	5,45	16,01	3,70	0,34	"
Centraimez IV*	388	3,43	5,40	5,62	16,76	5,50	0,33	"
Centraimez V*	500	3,27	5,00	6,34	19,64	6,40	0,32	"
Centraimez VI*	500	3,89	15,9	8,90	15,50	14,40	0,57	"
C. Dentado branco**	500	2,08	6,47	5,60	15,78	6,20	0,35	WINKLER (1977)
ESALQ VD2 MI**	700	4,39	8,10	7,35	15,17	8,50	0,48	LINA (1977)
ESALQ VD2-MI-HSI**	500	3,78	12,23	7,21	14,68	6,88	0,49	"
ESALQ VD2-MI-HSII**	500	3,44	18,64	6,26	10,42	9,08	0,60	"
IAC Naya original*	196	3,56	17,89	8,93	14,90	6,75	0,60	SAVAZAKI (1979)
IAC Naya I*	196	5,39	15,48	8,38	14,97	6,92	0,56	"
IAC Naya II*	196	-	-	-	-	-	-	"
IAC Naya III*	196	3,31	10,92	7,00	14,91	6,28	0,47	"
IAC Naya IV*	196	2,36	10,74	6,83	14,57	6,40	0,47	"
IAC Naya V*	196	2,45	7,95	6,67	16,68	5,40	0,40	"
IAC Naya VI*	169	2,23	10,72	5,62	11,95	2,74	0,47	"
IAC Naya VII*	169	1,40	4,72	6,66	21,48	3,19	0,31	"
IAC Naya VIII*	169	4,80	12,09	8,97	18,09	9,46	0,49	"
IAC Naya IX*	105	3,80	13,16	7,66	14,88	5,92	0,51	"
IAC Naya X*	86	0,47	1,29	3,00	18,58	0,40	0,16	"
IAC Naya XI*	169	1,51	5,20	5,80	17,74	2,63	0,33	"
IAC Naya XII*	169	3,22	10,63	7,70	16,51	3,79	0,47	"
IAC Naya XIII*	168	4,97	25,08	14,80	20,61	13,23	0,72	"
Médias	253	2,97	10,57	6,67	15,37	5,84	0,45	

* - SEDFMI sem uso de sementes remanescentes.

** - SEDFMI com uso de sementes remanescentes.

TABELA 3. Caracterização genotípica das cores das plantas de milho, e seus efeitos sobre a produção e outros caracteres.

Fenótipo	Genótipo	Produção/ Planta g	Umidade %	Plantas Improdutivas %
Roxo Intenso	A-B-P1-	0,433	47,9	35,4
Roxo	A-bb-P1-	0,561	48,2	29,5
Vermelho sol	A-B-plpl	0,569	49,5	28,7
Verm. sol diluído	A-Bbplpl	0,511	51,7	30,5
Verde	aabbplpl	-	-	-

Fonte: BRINK (1934).

TABELA 4. Quadro geral de análise da variância e modelo matemático dos experimentos conduzidos segundo o esquema misto fatorial/classificação hierárquica. Piracicaba, 1983-84.

FV	GL	SQ	QM	F
Anos = Repetições	r-1	$\frac{\sum_j y_{.j}^2}{ts} - \frac{y_{...}^2}{rts}$	Q_1	Q_1/Q_4
Cores = Tratamentos	t-1	$\frac{\sum_i y_{i..}^2}{rs} - \frac{y_{...}^2}{rts}$	Q_2	Q_2/Q_4
Cores x Anos	(r-1)(t-1)	$\frac{\sum_{ij} y_{ij.}^2}{s} - \frac{y_{...}^2}{rts} - SQ_{trat.} - SQ_{rep.}$	Q_3	Q_3/Q_4
Determinações/C,A	rt(s-1)	$\frac{\sum_{ijk} y_{ijk}^2}{s} - \frac{\sum_{ij} y_{ij.}^2}{s}$	Q_4	-
Total	rts-1	$\frac{\sum_{ijk} y_{ijk}^2}{rts}$	-	-

Modelo: $y_{ijk} = m + T_i + B_j + (TB)_{ij} + E_{ijk}$

onde:

m = média geral

T_i = efeito de cores

B_j = efeito de anos ou repetições

$(TB)_{ij}$ = efeito da interação ano x cores

E_{ijk} = efeito de determinação dentro de cores e anos

TABELA 5. Critérios de notas para a obtenção de estimativas médias de totais de plantas acamadas + quebradas, em número e %, de altura de inserção de espiga, em m, por parcela nos cinco ensaios em Latice, Piracicaba, inverno - 1983.

Nota	Total de Plantas Acamadas + Quebradas		Inserção da Espiga Altura aproximada em m
	nº	%	
1	0 a 4	0 a 16	0,50
2	5 a 9	20 a 36	0,95
3	10 a 14	40 a 56	1,40
4	15 a 19	60 a 76	1,65
5	20 a 25	80 a 100	2,00
6	-	-	acima de 2,00

TABELA 6. Esperanças matemáticas dos quadrados médios da variância, em lâtiçe, para a obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos.

Fonte de Variação	Q.M.	Esperança dos Quadrados Médios	
		Ao nível de Totais de parcelas	Ao nível de Indivíduos
Famílias de meios-irmãos	Q_2	$\hat{\sigma}_1^2 + r\hat{\sigma}_p^2$	$n\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + n r\hat{\sigma}_p^2$
Resíduo combinado	Q_1	$\hat{\sigma}_1^2$	$n\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2$

- Q_1 = quadrado médio do resíduo combinado;
 Q_2 = quadrado médio de famílias de meios-irmãos;
 $\hat{\sigma}_1^2$ = variância entre parcelas;
 $\hat{\sigma}_p^2$ = variância entre famílias de meios-irmãos ao nível de parcelas;
 r = número de repetições;
 n = número de plantas por parcela;
 $\hat{\sigma}_d^2$ = variância entre plantas dentro de parcelas;
 $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do efeito de parcelas;
 $\hat{\sigma}_p^2$ = variância de famílias de meios-irmãos ao nível de indivíduos.

TABELA 7. Resumo das análises conjuntas da variância, para produção de espigas (PE), índice espigas/planta, nº de fileiras de grãos/espiga, nº de grãos/fileiras e peso de 100 sementes, incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultado de cinco ambientes (Piracicaba - inverno/83 e inverno/84, verão 83/84 e Anhembi - inverno/83 e verão/83/84).

Fontes de Variação	C.L.	Quadrados Médios				
		PE-kg/ha	Índice E/P	Nº Fileiras	Nº grãos/Fil.	Peso 100 Sem.
Blocos d/ Ambientes	35	1.099.703,51	0,009622	0,774662	7,102107	8,433005
Ambientes	4	129.490.674,00**	0,451845**	6,350470*	303,549750**	761,032925**
. Inverno vs Verão	1	40.164.436,00**	0,325821**	1,835100*	6,012800	356,054500**
Portes	1	2.890.618,00	0,007576	1,704080*	0,000000	69,768100*
Portes x Ambientes	4	6.953.338,25**	0,064829**	0,869448	28,100300**	37,822275*
Resíduo a	35	1.156.734,99	0,010163	0,352563	6,124915	9,934869
(Populações)	(2)	2.309.419,50*	0,101609**	0,627315	29,744400*	17,497300
(Populações x Ambientes)	(8)	1.621.067,50*	0,013393	0,744890	4,312175	16,792188*
. Pop. no Inv. - 83 e 84 - Pirac.	4	3.996.632,50**	0,056404**	1,297917	1,950105	12,761658
. Pop. no Inv. - 84 - Anhembi	2	359.437,25	0,016665	0,285834	25,920625*	31,750000*
. Pop. no Ver. - 83/84 - Pirac.	2	278.611,50	0,012752	0,377709	5,493335	21,260835
. Pop. no Ver. - 83/84 - Anhembi	2	162.376,15	0,012956	0,347500	11,678960	6,131875
Resíduo b	70	689.201,59	0,010254	0,691723	6,871686	7,637114
Portes x Populações	2	631.015,50	0,031020	0,543270	1,969850	10,286950
Amb. x Portes x Populações	8	171.622,75	0,006943	0,343401	3,570463	5,153875
Resíduo c	70	545.173,03	0,007997	0,569214	5,794584	7,810944
C.V. a (Z)		19,27	11,61	4,60	7,06	9,05
C.V. b (Z)		14,88	11,67	6,44	7,48	7,94
C.V. c (Z)		13,23	10,30	5,84	6,87	8,03

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1% respectivamente, pelo teste F.

TABELA 7a. Desdobramento da análise da variância para produção de espigas, índice espigas/planta, nº de fileiras de grãos/espiga, nº de grãos/fileiras e peso de 100 sementes, para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e população dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação		G.L.	Quadrados Médios				
			PE-kg/ha	Índice E/P	Nº Fileiras	Nº grão/fil.	Peso 100 sem.
Ambientes/Portes (Amb/p)							
Amb/p normal	8		-	-	-	-	-
	4	52.811.183,0**		0,321646**	2,560833**	130,357175**	282,256150**
Amb/p baixo	4	83.632.830,5**		0,195028**	4,659085**	201,292825**	516,599025**
Resíduo a	35	1.156.734,99		0,010163	0,352563	6,124915	9,934869
População/Porte (P/p)							
P/p normal	4		-	-	-	-	-
	2	2.677.187,5*		0,035764*	0,279000	8,239150	6,168500
P/p baixo	2	263.247,0		0,096865**	0,891585	23,475100*	25,615700*
Populações/Porte/Ambiente							
P/p normal/Inv. 83 e 84 Pirac.	4	2.285.799,7**		0,028000*	0,289167	1,073058	4,041525
P/p normal/Inv. 84 Anhembi	2	251.010,2		0,008696	0,126667	16,322450	11,291665
P/p normal/Ver. 83/84 Pirac.	2	328.084,3		0,005417	0,246667	1,271665	8,780415
P/p normal/Ver. 83/84 Anhembi	2	198.276,0		0,004209	0,461667	13,606665	2,601665
P/p baixo/Inv. 83 e 84 Pirac.	4	1.751.864,0*		0,052934**	1,343334	5,863333	16,883760
P/p baixo/Inv. 84 Anhembi	2	158.331,2		0,010571	0,161667	10,535000	28,791665*
P/p baixo/Ver. 83/84 Pirac.	2	78.903,6		0,007463	0,740417	6,045000	18,251250
P/p baixo/Ver. 83/84 Anhembi	2	1.021.279,1		0,015753	0,521667	1,591250	4,000450
Resíduo calculado	138	617.187,3		0,009126	0,630469	6,333135	7,724029

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo Teste F.

TABLETA 8. Valores médios de produção de espigas (PE) a 15,5% de umidade, índice de espigas/planta, número de fileiras de grãos/espiga, número de grãos/fileira e peso de 100 sementes obtidos de populações de porte normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e melhorados para cultivo em condições de inverno, em cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84, Verão 83/84 e Anhembi - Inv/84 e Verão 83/84).

	PE - kg/ha		Índice E/P - nº		nº fileiras/espiga-nº		nº grãos/fileira - nº		Peso 100 sementes - g	
	Inv.	Verão	Inv.	Verão	Inv.	Verão	Inv.	Verão	Inv.	Verão
ESALQ VD2	5.540b ^a	5.376b	0,86a	0,93a	0,89a	12,78a	13,29a	12,98a	34,19a	35,07b
ESALQ VD2 SI81	5.824b	5.309b	0,79b	0,89a	0,83b	12,89a	12,97a	12,92a	34,67a	35,80ab
ESALQ VD2 SI82	6.218a	5.859a	0,85a	0,89a	0,87ab	12,95a	13,30a	13,09a	34,79a	36,41a
Médias	5.861a	5.512a	0,83b	0,91a	0,86	12,87a	13,19a	13,00	34,55b	35,76a
Piracicaba VD2	5.711b	4.945a	0,97a	0,86a	0,93a	12,58b	12,75a	12,65a	34,28b	34,14a
Piracicaba VD2 SI81	5.943ab	4.700a	0,87b	0,84ab	0,86b	12,73ab	13,09a	12,87a	35,46a	34,65a
Piracicaba VD2 SI82	6.249a	4.269b	0,86b	0,80b	0,83b	13,06a	12,74a	12,93a	36,10a	35,22a
Médias	5.968a	4.638b	0,90a	0,93b	0,87	12,79a	12,86a	12,82*	35,28a	34,67a
VD2	5.625b	5.161a	-	0,92a	0,90a	-	12,68c	13,02a	-	34,24b
VD2 SI81	5.884b	5.004a	-	0,83b	0,87ab	-	12,81b	13,03a	-	35,06ab
VD2 SI82	6.233a	5.072a	-	0,86b	0,84b	-	13,00a	13,02a	-	35,45a
Médias	5.914	5.079**	-	0,867	0,871**	-	12,83	13,02*	-	34,92

a/ Médias na mesma coluna por quadrícula e médias gerais nas linhas, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

*, ** Diferenças significativas aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 9. Resumo das análises conjuntas da variância para "stand" final, % de tombamento e nº de ramificações do pendão, incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultados de cinco ambientes (Piracicaba - Inv./83 - Inv./84 - Ver. 83/84 e Anhembi - Inv./84 e Ver. 83/84).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		"Stand" Final- $\sqrt{x}$	Tombamento Arc. sen $\sqrt{z}$	Nº Ram. Pendão
Blocos d/ Ambientes	35	0,134329	103,5654	10,2497
Ambientes	4	5,969877**	3.144,3892**	255,7064**
. Inverno vs Verão	1	14,617816**	122,3367	407,7680**
Portes	1	0,010987	3.549,0520**	360,7383**
Portes x Ambientes	4	0,049714	253,1156*	28,8438*
Resíduo a	35	0,109658	81,7587	10,0766
(Populações)	(2)	6,424213**	159,5008*	15,5565
(Populações x Ambientes)	(8)	0,705963**	33,3556	9,9222
. Pop. no Inv. 83 e 84 - Pirac.	4	1,048980**	73,8727	2,4775
. Pop. no Inv. 84 - Anhembi	2	4,473027**	48,8606	4,1108
. Pop. no Ver. 83/84 - Pirac.	2	1,402728**	70,8644	26,7340*
. Pop. no Ver. 83/84 - Anhembi	2	1,274353**	25,4528	19,4456
Resíduo b	70	0,119872	42,7744	7,6768
Portes x Populações	2	0,169774	28,2723	186,7906**
Amb. x Portes x Pop.	8	0,173133	69,8202	28,1276**
Resíduo c	70	0,140248	39,2525	6,8503
C.V. a (%)		5,54	37,20	15,48
C.V. b (%)		5,79	26,91	13,51
C.V. c (%)		6,27	25,78	12,76

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 9a. Desdobramento da análise da variância, para "stand" final, % de tombamento e nº de ramificações do pendão, para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e, populações dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		"Stand" Final /x	%Tombamento Arc. sen /%	Nº Ram. Pendão
Ambientes/Portes (Amb/P)	8	-	-	-
. Amb/P normal	4	3,312095**	1.890,9423**	207,7972**
. Amb/P baixo	4	2,707495**	1.506,5625**	76,7531**
Resíduo a	35	0,109658	81,7587	10,0766
Populações/Porte (P/P)	4	-	-	-
. P/P normal	2	2,282430**	27,2223	57,1063**
. P/P baixo	2	4,311556**	160,5507*	145,2408**
Populações/Porte/Ambientes	20	-	-	-
. P/P. normal/Inv: 83 e 84 - Pir.	4	0,397471*	37,1862	12,7942
. P/P. normal/Inv. 84 - Anhembi	2	2,712704**	3,1118	22,0850*
. P/P normal/Ver. 83/84 Pirac.	2	0,629067**	79,7523	57,4117**
. P/P normal/Ver. 83/84 Anhembi	2	0,200267	11,5246	8,3850
. P/P baixo/Inv. 83 e 84 Pirac.	4	0,796298**	90,4357	13,0979
. P/P baixo/Inv. 84 Anhembi	2	1,855464**	66,6050	3,7017
. P/P baixo/Ver. 83/84 Pirac.	2	1,021067**	99,6973	129,1179**
. P/P baixo/Ver. 83/84 Anhembi	2	1,304267**	84,5418	82,0612**
Resíduo calculado	138	0,130060	41,0135	7,2636

*, ** - Significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 10. Valores médios de "stand" final, $\bar{x}$ de tombamento e nº de ramificações do pendão, obtidos de populações de porte normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e melhorados para cultivo em condições de inverno, em cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84, Verão-83/84 e Anhembi - Inv. 83 e Verão-83/84).

Populações	"stand" final				Tombamento (acaenam. + quebradas)						nº ramif. pendão				
	Inverno		Verão		Inverno		Verão		Verão		Inver no	Verão			
	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº					
ESALQ VD 2	5,44b	-	6,11b	-	5,71b	32,6	30,51a	-	26,18a	-	28,78a	23,2	20,39a	25,07a	22,26a
ESALQ VD2 SI81	6,02a	-	6,23b	-	6,11a	37,3	29,95a	-	23,12b	-	27,21a	20,9	19,00b	21,57b	20,03b
ESALQ VD2 SI82	5,88a	-	6,51a	-	6,13a	37,6	30,73a	-	25,04ab	-	28,46a	22,7	18,91b	22,67b	20,41b
Médias	5,78b	-	6,28a	-	5,98	35,8	30,39a	-	24,78 b	-	28,15	22,2	19,43b	23,11a	20,90
Piracão VD2	5,45b	-	5,80b	-	5,59b	31,2	21,30a	-	23,50a	-	22,18a	14,2	16,93b	15,32b	16,29b
Piracão VD2 SI81	5,92a	-	6,39a	-	6,11a	37,3	16,49b	-	20,91a	-	18,26b	9,8	17,85ab	21,17a	19,18a
Piracão VD2 SI82	5,99a	-	6,51a	-	6,20a	38,4	20,34a	-	21,82a	-	20,93ab	12,8	18,61a	21,80a	19,88a
Médias	5,79b	-	6,24a	-	5,97	35,7	19,38a	-	22,08a	-	20,46**	12,2	17,80b	19,43a	18,45**
VD2	5,44b	29,6	5,96c	35,5	-	-	25,91a	19,1	24,84a	17,6	-	-	18,66a	20,20b	-
VD2 SI81	5,97a	35,6	6,31b	39,8	-	-	23,22a	15,5	22,02a	14,1	-	-	18,42a	21,37ab	-
VD2 SI82	5,93a	35,2	6,52a	42,5	-	-	25,53a	18,6	23,43a	15,8	-	-	18,76a	22,24a	-
Médias	5,78	33,5	6,26**	39,3	-	-	24,89	17,7	23,43	15,8	-	-	18,61	21,27**	-

a - Médias na mesma coluna por quadrícula, e médias gerais nas linhas seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

** Diferenças significativas ao nível de 1%, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 11. Resumo das análises conjuntas da variância, para alturas da espiga (cm) e da planta (cm) e índice altura da espiga/altura da planta, incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultados de cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84, verão 83/84 e Anhembi - Inv./84 e Verão 83/84).

Fontes de variação	G.I.	Quadrados Médios		Índice AE/AP
		Altura espiga	Altura planta	
Blocos d/ ambientes	35	130,3913	179,3786	0,001568
Ambientes	4	43.716,8322**	58.404,3770**	0,306173**
Inverno vs. verão	1	93.682,2010**	88.440,4750**	0,799004**
Portes	1	146.268,6980**	238.154,1120**	0,516154**
Portes x ambientes	4	1.440,6415**	2.006,2877**	0,003693**
Resíduo a	35	105,8240	186,2231	0,000911
(Populações)	(2)	166,8030	240,2440	0,000338
(Populações x ambientes)	(8)	57,2654	83,1214	0,001080
Pop. no Inv. 83 e 84 Pir.	4	75,7667	46,4825	0,001515
Pop. no Inv. 84 - Anh.	2	7,5433	116,2708	0,000315
Pop. no Verão 83/84 Pir.	2	31,1608	226,3660	0,000131
Pop. no Verão 83/84 Anh.	2	205,6264	107,8920	0,001181
Resíduo b	70	68,9869	101,7381	0,000809
Portes x Populações	2	269,7335**	603,8670**	0,003386**
Ambientes x Portes x Populações	8	97,0095	96,3206	0,001092
Resíduo c	70	54,2324	90,9586	0,000660
C.V. a (%)		10,66	7,57	5,86
C.V. b (%)		8,61	5,59	5,52
C.V. c (%)		7,63	5,29	4,99

** significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

TABELA 11a. Desdobramento da análise da variância para altura da espiga (AE), Altura da Planta (AP) e Índice AE/AP para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e, populações dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		Índice AE/AP
		A.E.	A.P.	
Ambientes/Portes (Amb/P)				
. Amb./P. normal	8	-	-	-
	4	29.729,3372**	38.753,9807**	0,124270**
. Amb./P. baixo	4	15.428,1367**	21.656,6847**	0,185597**
Resíduo a	35	105,8240	186,2231	0,000911
Populações/Portes (P/P)				
. P/P normal	4	-	-	-
	2	427,0990**	731,0715**	0,001461
. P/P baixo	2	9,4375	113,0385	0,002263*
Populações/Ambientes/Portes				
. P/P normal/Inv. 83 e 84 Pirac.	4	-	-	-
	4	97,6941	88,9030	0,000440
. P/P normal/Inv. 84 Anhembi	2	53,0450	294,5266*	0,000004
. P/P normal/Ver. 83/84 Pirac.	2	95,9616	209,5800	0,003467*
. P/P normal/Ver. 83/84 Anhembi	2	488,7516**	501,8865**	0,001517
. P/P baixo/Inv. 83 e 84 Pirac.	4	22,7558	32,7808	0,001915*
. P/P baixo/Inv. 84 Anhembi	2	13,5417	141,0516	0,000554
. P/P baixo/Ver. 83/84 Pirac.	2	140,3266	62,5616	0,002029
. P/P baixo/Ver. 83/84 Anhembi	2	21,1092	108,9021	0,000129
Resíduo Calculado	138	61,6096	96,3483	0,000735

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 12. Valores médios da altura da espiga (cm), altura da planta (cm) e índice altura da espiga/altura da planta, obtidos de populações de porte normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e melhorados para cultivo em condições de inverno, em cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84 e Verão 83/84 e Anhembi - Inv/84 e Verão 83/84).

Populações	Altura espiga (cm)		Altura planta (cm)		Índice AE/AP	
	Inverno	Verão	̄	Inverno	Verão	̄
ESALQ VD2	106,4 ^a	152,2a	124,7a	199,2a	240,1a	215,5a
ESALQ VD2 SI81	102,5b	147,7b	120,5b	194,4b	240,7a	212,9a
ESALQ VD2 SI82	101,6b	143,3c	118,3b	192,5b	229,1b	207,2b
Médias	103,5b	147,7a	121,2	195,4b	236,6a	211,9
Piranão VD2	56,6a	93,3a	71,2a	134,1a	171,3a	149,0a
Piranão VD2 SI81	56,9a	95,1a	72,2a	131,5ab	170,6a	147,1a
Piranão VD2 SI82	58,2a	92,6a	71,9a	136,5a	171,4a	150,5a
Médias	57,2b	93,6a	71,8**	134,0b	171,1a	148,9**
VD2	81,5a	100,9b	-	166,6a	205,7a	-
VD2 SI81	79,7a	121,4a	-	162,9a	205,6a	-
VD2 SI82	79,9a	117,9a	-	164,5a	200,3b	-
Médias	80,3	113,4**	-	164,7	203,9**	-

a/ Médias na mesma coluna por quadrícula e, médias gerais nas linhas, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

** Diferenças significativas ao nível de 1%, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 13. Resumo das análises conjuntas da variância, para Z de espigas com sabugos brancos (ZESB), Z de plantas color. (ZPCA) e de plantas roxo int. (ZPRI), incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultados de cinco ambientes (Piracicaba - Inv./83, Inv./84 e Verão - 83/84 e Anhembi - Inv./84 e Verão - 83/84).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Mínimos		
		ZESB-Arc. sen $\sqrt{Z}$	ZPCA-Arc. sen $\sqrt{Z}$	ZPRI-Arc. sen $\sqrt{Z}$
Blocos d/ ambientes	35	31,6930	58,0580	23,3621
Ambientes	4	59,1640	4.000,0594**	1.902,5877**
. Inverno vs Verão	1	7,5990	13.440,7146**	4.616,0178**
Portes	1	4.838,5180**	1.538,3987**	1.040,4470**
Portes x Ambientes	4	18,5752	37,9749	4,3982
Resíduo a	35	40,6853	16,8984	14,8641
(Populações)	(2)	146,3945*	22.492,1622**	11.649,7906**
(Populações x Ambientes)	(8)	50,9026	69,9604*	364,4053**
. Pop. no Inv. 83 e 84 Pir.	4	51,3535	4.900,5630**	3.819,3446**
. Pop. no Inv. 84 Anhembi	2	18,8594	3.843,7783**	3.614,7584**
. Pop. no Verão 83/84 Pir.	2	113,1526*	5.384,6444**	997,6547**
. Pop. no Verão 83/84 Anh.	2	115,2863*	3.742,4552**	856,3095**
Resíduo b	70	35,6055	30,5209	15,7230
Portes x Populações	2	461,1405**	238,1736**	81,3584*
Amb. x Portes x Pop.	8	24,0382	75,0850*	15,5266
Resíduo c	70	44,4362	29,7015	18,7564
C.V. a (%)		9,73	9,79	19,67
C.V. b (%)		9,11	13,15	20,23
C.V. c (%)		10,17	12,97	22,10

TABELA 13a. Desdobramento da análise da variância para % de espigas com sabugos brancos (%ESB), % de plantas coloridas de antocianina (%PCA), roxo intenso (%PRI) para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e, populações dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Mínimos		
		%ESB-Arc. sen/√	%PCA-Arc. sen/√	%PRI-Arc. sen/√
Ambientes/Portes(amb/P)				
. Amb./P. normal	8	-	-	-
	4	54,0008	2.141,1552**	960,5936**
. Amb./P. baixo	4	23,7383	1.896,8791**	946,3923**
Resíduo a	35	40,6853	16,8984	14,8641
Populações/Portes (P/P)				
. P/P normal	4	-	-	-
	2	560,4424**	13.627,8929**	6.683,7875**
. P/P baixo	2	47,0925	9.102,4428**	5.047,3615**
Populações/Portes/Ambientes				
. P/P normal/Inv. 83 e 84 Pir.	4	85,3122	2.733,6274**	2.104,4370**
. P/P normal/Inv. 84 Anhembí	2	168,2654*	2.370,1180**	2.124,8887**
. P/P normal/ V- 83/84 Pir.	2	148,4265*	4.069,8851**	726,9554**
. P/P normal/ V- 83/84 Anh.	2	169,7895*	2.080,8334**	401,9320**
. P/P baixo/Inv. 83 e 84 Pir.	4	47,4186	2.227,1577**	1.743,9098**
. P/P baixo/Inv. 84 Anhembí	2	72,8871	1.531,6934**	1.529,5008**
. P/P baixo/ V- 83/84 Pir.	2	10,0046	1.642,7279**	315,6854**
. P/P baixo/ V- 83/84 Anh.	2	27,2857	1.693,6898**	455,2207**
Resíduo b	139	40,0209	30,1112	17,2397

TABELA 14. Valores médios de % de espigas com sabugos brancos (ZESB), % de plantas coloridas e % plantas Roxo intenso, obtidas de populações de porte normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e, melhorados para cultivo em condições de inverno e em cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83; Inv/84 e Verão 83/84 e Anhembi - Inv/83 e Verão 83/84).

Populações	% Espigas c/ sabugos brancos				% Plantas coloridas de antocianina				% Plantas Roxo intenso									
	Inverno		Verão		Inverno		Verão		Inverno		Verão							
	arc. sen.	% $\sqrt{x}$	arc. sen.	% $\sqrt{x}$	arc. sen.	% $\sqrt{x}$	arc. sen.	% $\sqrt{x}$	arc. sen.	% $\sqrt{x}$	arc. sen.	% $\sqrt{x}$						
ESALQ VD2	74,33a	-	74,00a	-	74,19a	92,6	30,13b	-	12,86b	-	23,22b	15,5	6,91b	-	6,62b	-	6,97c	1,4
ESALQ VD2 SI81	68,09b	-	65,31c	-	66,98b	84,7	62,17a	-	45,18a	-	55,37a	67,7	35,57a	-	21,79a	-	30,06a	25,1
ESALQ VD2 SI82	69,35b	-	68,14b	-	68,86b	87,0	60,07a	-	47,41a	-	55,01a	67,1	33,60a	-	20,04a	-	28,18b	22,3
Médias	70,59a	-	69,15a	-	70,01	88,3	50,79a	-	35,15b	-	44,53	49,2	25,36a	-	16,15b	-	21,68	13,6
Piranão VD-2	58,37b	-	61,89a	-	59,78a	74,7	27,47b	-	13,99b	-	22,08b	14,1	4,69b	-	4,33b	-	4,54b	0,6
Piranão VD2 SI81	62,44a	-	60,49a	-	61,66a	77,5	54,53a	-	40,64a	-	48,98a	56,9	28,57a	-	16,63a	-	23,79a	16,3
Piranão VD2 SI82	61,42a	-	62,00a	-	61,65a	77,5	54,31a	-	36,94a	-	47,36a	54,1	29,71a	-	15,94a	-	24,20a	16,8
Médias	60,75a	-	61,46a	-	61,03**	76,5	45,44a	-	30,52b	-	39,47**	40,4	20,99a	-	12,30b	-	17,51**	9,0
VD2	66,35a	83,9	67,94a	85,9	-	-	28,80c	23,2	13,42b	5,4	-	-	5,80b	1,0	5,47b	0,9	-	-
VD2 SI81	65,27a	82,5	62,90b	79,2	-	-	58,35a	72,5	42,91a	46,3	-	-	32,07a	28,2	19,21a	10,8	-	-
VD2 SI82	65,39a	82,6	65,07b	82,2	-	-	57,19b	70,6	42,17a	45,1	-	-	31,66a	27,5	17,99a	9,5	-	-
Médias	65,67	83,0	65,42	81,4	-	-	48,11	55,4	32,84**	29,4	-	-	23,18	15,5	14,22**	6,0	-	-

a - Médias na mesma coluna por quadrícula, e médias gerais nas linhas seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

** Diferenças significativas ao nível de 1%, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 15. Resumo das análises conjuntas da variância, para número de dias para o florescimento masculino (NFM) e Feminino (NFF), incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultados de quatro ambientes (Piracicaba - Inv./83, Inv./84, Ver. 83/84 e Anhembi - Ver. 83/84).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		NFM - $\sqrt{x}$	NFF - $\sqrt{x}$
Blocos d/ Ambientes	28(21) ^{a/}	0,014580	0,021945
Ambientes	3(2)	52,191600**	55,853450**
. Inv. vs Verão	1	83,397540**	37,110840**
Portes	1	0,056250*	0,152830**
Portes x Ambientes	3(2)	0,017357	0,012255
Resíduo a	28(21)	0,007685	0,011021
(Populações)	2	0,241055**	0,186230*
(Populações x Ambientes)	6(4)	0,008635	0,019500*
. Pop. no Inv. 83 e 84 Pir.	4	0,076791**	0,103237**
. Pop. no Ver. 83/84 Pir.	2	0,044149**	0,018757
. Pop. no Ver. 83/84 Anh.	2	0,070464**	-
Resíduo b	56(42)	0,005880	0,006778
Portes x População	2	0,012860	0,010320
Amb. x Portes x Popul.	6(4)	0,006027	0,025095**
Resíduo c	56(42)	0,007118	0,005899
C.V. a (%)		1,03	1,18
C.V. b (%)		0,90	0,92
C.V. c (%)		0,99	0,86

^{a/} - Os números entre parênteses referem-se aos G.L. para n° de dias para florescimento feminino (NFF).

* - Significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

** - Significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

TABELA 15a. Desdobramento da análise da variância para número de dias para o florescimento masculino (NFM) e Feminino (NFF), para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e, populações dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		NFM - $\sqrt{x}$	NFF - $\sqrt{x}$
Ambientes/Portes (Amb/P)	6(4) ^{a/}	-	-
. Amb/P. normal	3(2)	25,451428**	27,242061**
. Amb/P. baixo	3(2)	26,757531**	28,623641**
Resíduo a	28(21)	0,007685	0,011021
Populações/Portes (P/P)	4	-	-
. P/P normal	2	0,0781520**	0,140457**
. P/P baixo	2	0,175766**	0,056091**
Populações/Portes/Ambientes	16(12)	-	-
. P/P normal/Inv. 83 e 84 Pir. 4		0,032224**	0,073719**
. P/P normal/Ver. 83/84 Pir. 2		0,024154*	0,046744**
. P/P normal/Ver. 83/84 Anh. 2		0,016194	-
. P/P baixo/Inv. 83 e 84 Pir. 4		0,051466**	0,045218**
. P/P baixo/Ver. 83/84 Pir. 2		0,021086*	0,001126
. P/P baixo/Ver. 83/84 Anh. 2		0,069086**	-
Resíduo calculado	111(84)	0,006499	0,006339

*, ** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

^{a/} Os números entre parenteses referem-se aos G.L. para NFF, cujos dados foram obtidos em apenas 3 ambientes.

TABELA 16. Valores médios de número de dias para o florescimento masculino (NFM) e feminino (NFF) obtidos de populações de porte normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e melhorados para cultivo em condições de inverno, em quatro ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84 e Verão 83/84 e Anhembi-Verão 83/84).

Populações	nº dias p/florescimento ♂				nº dias p/florescimento ♀							
	Inverno		Verão		Inverno		Verão					
	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº				
ESALQ VD2	9,21a	-	7,91a	-	8,56a	73	9,32a	-	8,24a	-	8,96a	80
ESALQ VD2 SI81	9,11b	-	7,86b	-	8,49b	72	9,17b	-	8,18b	-	8,84b	78
ESALQ VD2 SI82	9,12b	-	7,81c	-	8,47b	72	9,18b	-	8,09c	-	8,82b	78
Médias	9,15a	-	7,86b	-	8,51	72	9,22a	-	8,17b	-	8,87	79
Piranão VD2	9,31a	-	7,94a	-	8,62a	74	9,39a	-	8,20a	-	8,99a	81
Piranão VD2SI81	9,16b	-	7,82b	-	8,49b	72	9,27b	-	8,19a	-	8,91b	79
Piranão VD2SI82	9,18b	-	7,82b	-	8,50b	72	9,26b	-	8,21a	-	8,91b	79
Médias	9,21a	-	7,86b	-	8,54*	73	9,30a	-	8,20b	-	8,94**	80
VD2	9,26a	86	7,93a	63	-	-	9,35a	87	8,22a	68	-	-
VD2 SI81	9,13b	83	7,84b	61	-	-	9,22b	85	8,18ab	67	-	-
VD2 SI82	9,15b	84	7,82b	61	-	-	9,22b	85	8,15b	66	-	-
Médias	9,18	84	7,86**	62	-	-	9,26	86	8,19**	67	-	-

a - Médias na mesma coluna por quadrícula, e médias gerais nas linhas, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

*, ** Diferenças significativas aos níveis de 5% e 1% respectivamente, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 17. Valores das unidades de calor (U.C.), para as populações avaliadas em Piracicaba - SP, durante os invernos de 1983, 1984 e verão 1983/84.

	Data do Plantio	Data da Colheita	N.F.M. dias	Ciclo Dias	U.C.	
					1*	2**
Inverno 1983	12.05.83	08.11.83	101	180	908,2	1.730,7
Verão 1983/84	16.11.83	10.04.84	64	146	920,4	2.107,5
Inverno 1984	26.03.84	05.09.84	69	163	889,9	1.768,9

* - U.C. do plantio ao pendoamento

** - U.C. do plantio a colheita.

TABELA 18. Resumo das análises conjuntas da variância, para % de espigas doentes (ZED), % de plantas improdutivas e % de plantas doentes incluindo o desdobramento dos efeitos de populações dentro de ambientes. Resultados de cinco ambientes (Piracicaba - Inv. 83e 84, Verão 83/84 e Anhembi Inv. 84, e Verão 83/84).

Fontes de Variação	ZED-Arc sen $\sqrt{Z}$		ZPI-Arc sen $\sqrt{Z}$ ^{a/}		ZPD - Arc. sen $\sqrt{Z}$ ^{b/}	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Blocos d/ Ambientes	35	41,6914	28	41,1991	14	36,7346
Ambientes	4	1.647,5999**	3	1.059,8901**	1	194,2498*
Inverno vs Verão	1	5.616,3349**	1	5,0768	1	194,2498*
Portes	1	221,0657*	1	537,4695**	1	39,7992
Portes x Ambientes	4	44,9766	3	31,7706	1	0,0517
Resíduo a	35	44,3204	28	37,7043	14	41,1026
(Populações)	2	33,2255	2	5,0972	2	4,9293
(Populações x Ambientes)	8	53,3824	6	53,7576	2	217,8307**
Pop. no Inv./83 - Pir.	2	51,6960	-	-	2	119,6758**
Pop. no Inv./84 - Pir.	2	83,9313	2	9,0761	-	-
Pop. no Inv./84 - Anhembi	2	26,5467	2	132,5453**	-	-
Pop. no Ver. 83/84 - Pir.	2	63,3390	2	16,4223	2	103,0830*
Pop. no Ver. 83/84 - Anhembi	2	21,2420	2	8,3263	-	-
Resíduo b	70	31,2955	56	26,1644	28	21,0316
Portes x Populações	2	103,6943*	2	7,6823	2	1,7122
Ambientes x Portes x Pop.	8	54,0789*	6	34,5905	2	0,0771
Resíduo c	70	23,6377	56	32,3634	28	35,5771
C.V. a (Z)		31,99		31,89		59,74
C.V. b (Z)		26,88		26,57		42,73
C.V. c (Z)		23,36		29,55		55,58

^{a/} - Caráter avaliado em 4 ambientes.

^{b/} - Caráter avaliado em 2 ambientes.

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 18a. Desdobramento da análise da variância para χ^2 de espigas doentes (ZED), χ^2 de plantas improdutivas (ZPI) e χ^2 de plantas doentes (ZPD), para os efeitos de ambientes dentro de portes, populações dentro de portes e, populações dentro de portes dentro de ambientes.

Fontes de Variação	ZED Arc. sen $\sqrt{Z}$			ZPI Arc. sen $\sqrt{Z}$			ZPD Arc. sen $\sqrt{Z}$		
	G.L.	Q.M.		G.L.	Q.M.		G.L.	Q.M.	
Ambientes/Portes (Amb/P)	8	-		6	-		2	-	
Amb/P. normal	4	997,2755**		3	653,5625**		1	100,3200	
Amb/P. baixo	4	695,3010**		3	791,3950**		1	93,9815	
Resíduo a	35	44,3204		28	37,7043		14	41,1026	
Populações/Portes (P/P)	4	-		4	-		4	-	
P/P normal	2	109,3427*		2	0,2356		2	0,7391	
P/P baixo	2	27,5772		2	12,5438		2	5,9024	
Populações/Portes/Ambientes	20	-		16	-		8	-	
P/P normal/Inv. 83 e 84 Pir.	4	97,6552**		2 ^{a/}	9,6008		2 ^{b/}	59,0711	
P/P normal/Inv. 84 Anhembi	2	11,0407		2	27,5440		-	-	
P/P normal/Ver. 83/84 Pir.	2	38,2988		2	4,3005		2	46,8781	
P/P normal/Ver. 83/84 Anhembi	2	48,5137		2	33,1913		-	-	
P/P baixo/Inv. 83 e 84 Pir.	4	23,6771		2 ^{a/}	7,4107		2 ^{b/}	61,5910	
P/P baixo/Inv. 84 Anhembi	2	107,3103*		2	124,8815*		-	-	
P/P baixo/Ver. 83/84 Pir.	2	119,3755*		2	54,4924		2	57,0092	
P/P baixo/Ver. 83/84 Anhembi	2	0,3099		2	21,4025		-	-	
Resíduo calculado	137	27,4666		111	29,2639		52	28,3043	

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

a/ - G.L. para P/Porte/Inv. 84 Piracicaba.

b/ - G.L. para P/Porte/Inv. 83 Piracicaba.

TABELA 19. Valores médios de % de espigas doentes, % de plantas improdutivas e % de plantas doentes, obtidos de populações de por te normal e braquítico, incluindo os ciclos originais e melhorados para cultivo em condições de inverno, em cinco ambientes (Piracicaba - Inv/83, Inv/84 e Verão 83/84 e Anhembi - Inv/84 e Verão 83/84).

Populações	Z de espigas doentes				Z de plantas improdutivas b/				Z de plantas doentes c/			
	Inverno	Verão	$\bar{x}$	$\frac{\text{arc. sen}}{\sqrt{n}}$	Inverno	Verão	$\bar{x}$	$\frac{\text{arc. sen}}{\sqrt{n}}$	Inverno	Verão	$\bar{x}$	$\frac{\text{arc. sen}}{\sqrt{n}}$
ESALQ VD2	17,29 ^{a/}	24,17b	20,04ab	11,7	18,35a	16,61a	17,84a	9,4	14,67a	5,87a	10,27a	3,2
ESALQ VD2 SI81	16,63a	28,55a	21,40a	13,3	17,15a	18,12a	17,64a	9,2	9,91a	10,37a	10,14a	3,1
ESALQ VD2 SI82	13,06b	25,68b	18,11b	9,7	17,41a	17,83a	17,62a	9,2	10,02a	9,68a	9,85a	2,9
Médias	15,66b	26,13a	19,85	11,5	17,64a	17,52a	17,70	9,3	11,53a	8,64a	10,09	3,1
Piracicaba VD2	17,70a	25,88b	20,98a	12,8	22,40a	20,45a	21,43a	13,3	15,94a	7,02a	11,48a	4,0
Piracicaba VD2 SI81	18,39a	26,66b	21,70a	13,7	18,62b	21,83a	20,22a	11,9	11,63a	12,22a	11,92a	4,3
Piracicaba VD2 SI82	17,99a	29,60a	22,63a	14,8	20,61ab	21,64a	21,13a	13,0	10,75a	10,69a	10,72a	3,5
Médias	18,03b	27,38a	21,77*	13,7	20,54a	21,31a	20,93**	12,7	12,77a	9,98a	11,38	3,9
VD2	17,50a	25,02a	17,9	-	20,37a	18,53a	10,1	-	15,30a	7,0	6,45b	1,2
VD2 SI81	17,51a	27,60a	21,4	-	17,89a	19,97a	11,7	-	10,77b	3,5	11,29a	3,8
VD2 SI82	15,52a	27,64a	21,5	-	19,01a	19,74a	11,4	-	10,39b	3,2	10,19a	3,1
Médias	16,84	26,75**	20,2	-	19,09	19,42	11,1	-	12,15	4,4	9,31*	2,6

a/ médias na mesma coluna por quadrícula, e médias gerais nas linhas, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

b/ avaliado em quatro ambientes.

c/ avaliado em dois ambientes.

* e ** - Diferenças significativas aos níveis de 5% e 1% respectivamente, entre médias de um mesmo caráter, pelo teste F.

TABELA 20. Estimativas ao nível de médias de parcelas, para os coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de espigas (PE) em kg/ha, seus componentes e características fenológicas, nas populações ESALQ VD-2, Piranão VD-2 e seus respectivos ciclos de seleção para tolerância ao inverno: Piracicaba, Inverno de 1983-1984 e Verão 83/84.

Caract.	NF	P ₁₀₀	NG	AE	AP	NQE/P	Stand final	NFM	NFF	ZED	ZESB	ZPRI	ZPCA	ZT	ZPI	ZESROX
PE	0,699**	0,870**	0,894**	0,247	0,283	0,463*	0,017	0,412*	0,031	-0,055	-0,083	0,096	0,053	0,115	-0,822**	0,235
NF		0,535**	0,698**	0,613**	0,589**	0,153	0,411*	-0,307	-0,537*	0,205	0,137	0,031	-0,016	-0,066	-0,801**	0,524**
P ₁₀₀			0,842**	0,058	0,073	0,321	-0,034	0,294	-0,214	-0,014	-0,165	0,039	-0,014	0,104	-0,648**	0,178
NG				0,381*	0,453*	0,414*	0,322	0,127	-0,305	0,272	-0,159	0,052	-0,021	0,007	-0,765**	0,386*
AE					0,983**	-0,058	-0,058	-0,475*	-0,608**	-0,625**	0,367*	0,531**	-0,187	0,061	-0,659**	0,604**
AP						-C 061	0,430*	-0,512*	-0,484*	0,247	0,558**	-0,132	-0,170	0,010	-0,702**	0,512**
Nº E/P							-0,380*	0,630**	0,602**	0,117	-0,222	-0,122	-0,262	0,294	-0,219	0,114
Stand final								-0,757**	-0,718**	0,455*	-0,078	0,127	0,163	-0,372*	-0,382*	0,334
NFM									0,999**	-0,603**	-0,122	0,442*	0,324	0,386*	-0,663**	-0,276
NFF										-0,595**	-0,146	0,449*	0,334	0,118	-0,658*	-0,478*
ZED										-0,203		-0,385*	-0,464**	0,050	-0,036	0,537**
ZESB												-0,011	-0,036	0,347	-0,197	0,350
ZPRI													0,924**	0,083	-0,005	0,454*
ZPCA														0,143	0,029	0,379*
ZT															0,168	0,402*
ZPI																-0,300
NR																

* e ** - significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste t_α

TABELA 21. Estimativas a nível de médias de parcelas, dos coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de espigas (PE), em t/ha e seus componentes, nas populações ESALQ VD2, Piranão VD2 e seus respectivos ciclos de seleção para adaptação ao inverno, com os fatores climáticos vigentes nos invernos de 1983 e 1984, e Verão 83/84. Piracicaba - SP.

Características	Fatores climáticos				
	Ins.M.	Rad.M.	T.max.	T.min.	U.C.
PE - t/ha	-0,103	-0,697**	-0,383	-0,686**	-0,560*
NF	0,513*	0,020	0,344	0,036	0,188
NG	0,257	-0,290	0,037	-0,276	-0,132
P100	0,164	-0,499*	-0,118	-0,483*	-0,321
AP	0,446	0,107	0,340	0,119	0,230
NFM	-0,997**	-0,599**	-0,924**	-0,622**	-0,791**

TABELA 22. Resultados das análises das variâncias e valores médios da produção de espigas, em g/planta, peso de 100 sementes em g, nº de fileiras de grãos/espiga, nº de grãos/fileira e índice de espigas/planta, obtidos para cada tonalidade de cor, nos invernos de 1983 e 1984, na população ESALQ VD2 SI82, em Piracicaba-SP.

Cores	Prod. espigas		Peso 100 sem.		Nº fil. grãos		Nº grãos/fil.		Índice E/P	
	$\sqrt{x}$	g/pl	$\sqrt{x}$	g	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	nº
Roxo Intenso - RI	13,74	188,79	5,93	35,16	3,64	13,25	5,89	34,69	1,01	1,02
Roxo - R	14,08	198,25	5,98	35,76	3,79	14,36	5,90	34,81	1,07	1,14
Vermelho Sol - VS	13,23	175,03	5,94	35,28	3,68	13,54	5,87	34,46	1,05	1,10
Vermelho Sol Dil. VSD	13,71	187,96	5,92	35,05	3,71	13,76	5,70	32,49	1,04	1,08
Verde - V	13,85	194,82	5,86	34,34	3,80	14,44	5,81	33,76	1,04	1,08
Invernos: 1983	14,16	200,51	5,99	35,88	3,81	14,52	5,91	34,93	1,06	1,12
1984	13,19	173,98	5,85	34,22	3,63	13,18	5,75	33,06	1,03	1,06
F: Anos	6,65**	-	2,72ns	-	12,76**	-	4,14*	-	4,15*	-
Cores	0,56ns	-	0,20ns	-	1,47ns	-	0,83ns	-	1,56ns	-
Cores x Anos	0,73ns	-	0,59ns	-	1,94ns	-	1,71ns	-	1,27ns	-
C.V. - Z	22,80	-	11,20	-	11,07	-	11,12	-	12,51	-

* e ** - significativos aos níveis de 5% e 1% respectivamente, pelo teste F.

TABELA 23. Resultados das análises das variâncias e valores médios do número de dias, para os florescimentos masculino e feminino, nº de ramificações do pendão, altura da espiga e da planta, obtidos para cada tonalidade de cor, nos invernos de 1983 e 1984, nas populações ESALQ VD2 SI82, em Piracicaba-SP.

Cores	Florescimento σ		Florescimento ρ		Nº ram.pendão		Altura espiga		Altura planta	
	$\sqrt{x}$	nº dias	$\sqrt{x}$	nº dias	$\sqrt{x}$	nº	$\sqrt{x}$	cm	$\sqrt{x}$	cm
Roxo Intenso - RI	9,08 ^{a/}	82,45	9,08c	82,45	4,25	18,06	10,22	104,45	14,11	199,09
Roxo - R	9,15ab	83,72	9,21ab	84,82	4,37	19,10	10,38	107,74	14,28	203,92
Vermelho Sol - VS	9,15ab	83,72	9,18b	84,27	4,23	17,89	10,32	106,50	14,23	202,49
Vermelho Sol.Dil. - VSD	9,21a	84,82	9,27a	85,93	4,43	19,62	10,40	108,16	14,39	207,07
Verde - V	9,16ab	83,91	9,17b	84,09	4,34	18,84	10,39	107,95	14,27	203,63
Invernos: 1983	10,13	102,62	10,16	103,23	4,06	16,48	8,60	73,96	12,77	163,07
1984	8,17	66,75	8,21	67,40	4,59	21,07	12,08	145,93	15,74	247,75
F: Anos	6,182,1**	-	5,238,4**	-	47,79**	-	1,170,96**	-	946,58**	-
Coras	2,76*	-	4,75**	-	0,91ns	-	0,40ns	-	0,85ns	-
Coras x Anos	1,01ns	-	2,51*	-	1,43ns	-	1,59ns	-	0,39ns	-
CV - %	2,37	-	2,55	-	15,34	-	8,54	-	5,85	-

^{a/} Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5%.

* e ** - significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 24. Valores médios da coloração dos sabugos em %, por tonalidade de plantas, na população ESALQ VD2 SI82, durante os invernos de 1983 e 1984 em Piracicaba - SP

Tonalidades das plantas	Cor do sabugo - %		
	Branco	Rosa	Roxo
Roxo intenso - RI	72,99	22,84	4,16
Roxo - R	84,86	13,41	1,72
Vermelho Sol - VS	71,90	22,98	5,12
Verm. Sol Diluido - VSD	89,52	8,69	1,78
Verde - V	81,65	18,34	0,00
Médias	80,18	17,25	2,56

TABELA 25. Valores médios de acamamento (média de nota), espigas doentes em %, rendimento em grãos, em % de peso em relação a produção de espiga despalhada e umidade média em %, por tonalidade de plantas, na população ESALQ VD2 SI82, durante os invernos de 1983 e 1984, em Piracicaba - SP.

Co ^{res}	Acama- mento (Nota)	Espigas Doentes (%)	Rendi- mento (%)	a/ Umidade a/ (%)
Roxo Intenso	1,68	9,16	75,66	17,41
Roxo	2,11	3,45	77,61	17,92
Vermelho Sol	2,00	15,59	80,02	18,38
Verm. Sol Diluido	2,00	6,90	75,68	18,80
Verde	1,92	10,89	77,63	18,37
Médias	1,94	9,20	77,32	18,18

a/ - Médias obtidas apenas no inverno de 1984.

TABELA 26. Estimativas ao nível de médias de plantas, para os coeficientes de correlação fenotípica, entre a produção de espigas (PE) em g/pl, seus componentes e características fenológicas, nas cinco tonalidades de cores de plantas da população ESALQ-VD 2-SI82, durante os invernos de 1983 e 1984, em Piracicaba-SP.

Caract.	PE	NF	NC	P ₁₀₀	T	E/P	NR	AE	AP	NFM	NFF	ZED	ZESB	ZESRO	ZESROX
PE	0,699*	0,682*	0,739*	0,513	0,583	0,583	-0,496	-0,699*	-0,688*	0,693*	0,691*	-0,175	0,362	-0,470	-0,596
NF		0,134	0,330	0,792**	0,852**	0,852**	-0,539	-0,696*	-0,692*	0,713*	0,753*	0,104	0,261	-0,243	-0,130
NC			0,753*	0,177	0,183	0,183	-0,437	-0,417	-0,422	0,360	0,349	0,034	-0,020	0,176	-0,462
P ₁₀₀				0,489	0,490	0,490	-0,424	-0,534	-0,508	0,499	0,489	0,115	-0,007	0,142	-0,427
T					0,907**	0,907**	-0,686*	-0,664*	-0,660*	0,707*	0,710*	0,305	0,106	-0,079	-0,118
E/P							-0,448	-0,514	-0,503	0,562	0,571	0,114	0,109	-0,084	-0,103
NR								0,909**	0,924**	-0,898**	-0,890**	-0,390	-0,194	0,180	0,098
AE									0,998**	-0,994**	-0,991**	-0,203	-0,386	0,357	0,201
AP										-0,993**	-0,990**	-0,214	-0,376	0,352	0,183
NFM											0,999**	0,194	0,423	-0,404	-0,180
NFF												0,186	0,437	-0,420	-0,177
ZED													-0,600	0,571	0,263

* e ** - significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente pelo teste ra.

TABELA 27. Análise da variância dos experimentos 1/1983 a 5/1983, látices duplos e triplos 10x10, referentes a produção em kg/5 m² de 500 famílias de meios-irmãos da população ESALQ VD2 SI82. Piracicaba - Inverno - 1983.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		G.L.	Quadrados médios				
		Exp. 1	Exp. 2		Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6	Exp. 7
Repetições	1	-	-	2	-	-	-	-	-
Tratamentos (não ajustados)	99	0,6329**	0,6478**	99	1,1686	0,9861**	0,9007**	-	-
Blocos dentro de repetições (ajust.)	18	1,1718**	1,5332**	27	1,1969	1,8466**	1,3336**	-	-
Erro intra bloco	81	0,3423	0,2802	171	0,9489	0,6203	0,3739	-	-
Total	199	-	-	299	-	-	-	-	-
Tratamentos ajustados	99	0,5358*	0,4471*	99	1,1202	0,7667	0,7445**	-	-
C.V. do látice (%)	-	19,54	19,42	-	27,84	22,38	18,89	-	-
Eficiência do látice (%)	-	127,63	158,91	-	100,72	116,41	122,93	-	-
Média Geral (kg/5 m ²)	-	3,18	2,92	-	3,55	3,67	3,39	-	-

*, ** - Significativo aos níveis de 5% e 1%, pelo teste F.

TABELA 28. Produções médias de espigas despalhadas, em kg/ha, "stand" médio em % e notas médias de altura da espiga e de plantas acamadas + quebradas, % de sabugos roxos + roseos e % de plantas coloridas de antocianina das famílias e da amostra selecionada da população ESALQ VD2 SI82 e, das testemunhas. Experimentos 1 a 5 - Piracicaba - Inverno - 1983.

Característica	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5
Produção média					
Famílias	5.900,2	5.867,8	7.095,6	7.350,0	6.785,2
Amostra	6.233,6	6.470,9	7.297,7	7.844,3	7.519,0
Testemunhas	6.440,7	5.619,0	5.828,3	6.857,9	7.457,7
"Stand" médio					
Famílias	64,0	72,4	65,2	62,5	66,3
Amostra	69,8	73,6	64,5	66,1	74,9
Testemunhas	49,3	60,3	56,4	58,4	55,3
Altura da espiga					
Famílias	2,5	2,2	2,5	2,6	2,3
Amostra	2,4	2,2	2,5	2,6	2,6
Testemunhas	2,5	2,3	2,4	2,3	2,5
Plantas acamadas + quebradas					
Famílias	2,8	3,0	2,8	2,8	2,8
Amostra	2,5	2,6	2,2	2,5	2,6
Testemunhas	2,4	2,4	3,2	2,2	2,3
Sabugos Roxo, + roseo*					
Famílias	10,3	11,6	13,4	11,1	10,2
Amostra	10,6	23,4	20,4	20,4	18,0
Testemunhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plantas coloridas de Antocianina**					
Famílias	64,5	76,8	46,7	50,7	48,9
Amostra	65,9	74,5	48,1	60,5	64,1
Testemunhas	14,8	18,2	11,1	12,5	18,6

* - Determinado em relação ao "stand" médio, dando pesos 1 para sabugos roseo e 2 para sabugo roxo.

** - Plantas de todas as tonalidades de cores, exceto verde.

TABELA 29. Comparação das médias, de produção, em kg/ha, de "stand" em %, das notas de altura de inserção da espiga, das notas de total de plantas acamadas + quebradas, da % de sabugos roxos + roseos e da % de plantas coloridas de antocianina, das 500 famílias de meios-irmãos da população ESALQ VD2 SI82, testemunhas e amostra selecionada. Piracicaba - Inverno - 1983.

População	Nº	Produção de Espigas kg/ha	"Stand" %	Altura e Inserção da espiga	Plantas Acamadas + Quebradas	Sabugos Roxos + Roseos (%)	Plantas coloridas Antocianinas (%)
Famílias	500	6.598,8	102,5	2,4	2,8	11,3	57,5
Amostra Selecio- nadas	108	7.073,1	109,8	2,5	2,5	18,6	62,6
Teste- munhas	2	6.440,7	100,0	2,4	2,5	0,0	15,0

TABELA 30. Análise combinada da variância em látice, referen
te a produção em kg/5 m² de 500 famílias de meios-
-irmãos da população ESALQ VD2 SI82 e, esperanças
matemáticas dos quadrados médios, ao nível de to-
tais de parcelas, para a obtenção de estimativas
de parâmetros genéticos. Piracicaba - Inverno -
1983.

Fonte de Variação	G.L.	QM	E (QM)
Famílias de meios irmãos	495	0,877220	$Q_2 \quad \hat{\sigma}_1^2 + r\hat{\sigma}_p^2$
Resíduo combinado	675	0,566964	$Q_1 \quad \hat{\sigma}_1^2$

TABELA 31. Estimativas das variâncias entre famílias de meios-irmãos ($\hat{\sigma}_p^2$) em (kg/parcela)², genética entre progênes ao nível de plantas ($\hat{\sigma}_p^2$), ambiental entre parcelas, ao nível de plantas ($\hat{\sigma}_e^2$), fenotípica dentro de progênes ao nível de plantas ($\hat{\sigma}_d^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), fenotípica ao nível de plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e ao nível de médias ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$) em (kg/planta)², herdabilidade a nível de plantas (h^2) e de médias ($h_{\bar{x}}^2$) e coeficientes de variação genético (C.V.gen.) em %, relativos a produção de espigas despalhadas, da população ESALQ VD2 SI82. Piracicaba - Inverno - 1983.

Parâmetro	População: ESALQ VD2 SI82
	Exp. 1, 2, 3, 4, 5
$\hat{\sigma}_p^2$	0,119329
$\hat{\sigma}_p^2 \times 10^{-4}$	1,909264
$\hat{\sigma}_e^2 \times 10^{-4}$	6,479589
$\hat{\sigma}_d^2 \times 10^{-4}$	64,795886
$\hat{\sigma}_A^2 \times 10^{-4}$	7,637056
$\hat{\sigma}_F^2 \times 10^{-4}$	73,184739
$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 \times 10^{-4}$	5,398277
h^2 (%)	10,43
$h_{\bar{x}}^2$ (%)	35,37
C.V.gen. (%)	10,34

TABELA 32. Diferenciais de seleção ao nível de plantas, intensidade de seleção em unidades de desvio padrão entre e dentro de progênies, K_1 e K_2 , e progressos genéticos esperados em g/pl e em % do progresso genético total esperado, devido a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população ESALQ VD2 SI82 - Piracicaba - Inverno - 1983.

Parâmetros	Unidade	População: ESALQ VD2 SI82				
		Exp. 1, 2, 3, 4, 5				
Diferencial de seleção	Kg/pl	0,009467				
Intensidade de seleção (entre)	K_1	1,3565				
Intensidade de seleção (dentro)	K_2	1,76				
Progresso genético entre progênies	{ g/pl	3,35				
	{ %	2,50				
Progresso genético dentro de progênies	{ g/pl	1,88				
	{ %	1,41				
Progresso genético Total esperado	{ g/pl	5,23				
	{ %	3,91				

TABELA 33. Progressos esperados devido a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população ESALQ VD2 SI82. Piracicaba - Inverno - 1983.

Parâmetros	Produção	
	g/pl	% relativo a população
População	133,7	100,0
Progresso esperados entre	3,35	2,5
Progresso esperado dentro	1,88	1,4
Progresso genético total	5,23	3,9

FIGURA 1. Média da quantidade e preço de milho verde ofertados mensalmente no CEAGESP de São Paulo, no período de 1977 a 1981.

FONTES: BOLETIM ANUAL CEAGESP 1977/1981
 ISHIMURA *et alii* (1984).

FIGURA 2. Esquema de disposição das faixas, bordaduras, populações e repetições nos ensaios em "Split-Block".

FIGURA 3. Médias mensais dos principais parâmetros climáticos de Piracicaba-SP, durante o período de condução da pesquisa.

FIGURA 4. Valores médios da produção de espigas (t/ha) para cada porte e ciclo de seleção, e dos parâmetros climáticos (médias para cada estação de cultivo) em Piracicaba - SP.

FIGURA 5. Distribuição das frequências relativas a produtividade das famílias de meios-irmãos da população ESALQ VD2 SI82 (linha cheia) e da amostra selecionada (linha interrompida). Piracicaba, inverno de 1983.