

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO SELECIONADAS PARA ADAPTAÇÃO AO INVERNO¹

ELÉUSIO CURVÉLO FREIRE² e ERNESTO PATERNIANI³

RESUMO - O programa de melhoramento do milho (*Zea mays* L.) para adaptação às 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. Inicialmente, o caráter planta colorida de antocianina (genes A-B-P \bar{L}), foi introduzido nas populações ESALQ VD2 e Piranão VD2, as quais possuem base genética ampla e são bem adaptadas ao cultivo no verão. As populações derivadas foram submetidas a ciclos de seleção massal durante as estações de inverno. 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. A maioria das características consideradas nas avaliações visuais foi efetivamente modificada pelos ciclos de seleção massal, incluindo a cor dos grãos, número de fileiras/espiga, número de grãos/fileira, 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.

Termos para indexação: *Zea mays*, antocianina, seleção massal.

AVALIATION OF MAIZE POPULATION SELECTED FOR WINTER ADAPTATION

ABSTRACT - A maize (*Zea mays* L.) improvement program for winter cropping in Central-South Brazil have been conducted at the Department 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. Initially the anthocyanin plant color character (A-B-P \bar{L} -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 during winter seasons. Mass selection for yield was effective in improving ear production and adaptation of Piranão VD2 SI and ESALQ VD2 SI populations to winter cropping. Grain color, number of rows/ear, number of kernels/row, lodging resistance, plant color and cob color were also improved through mass selection. The anthocyanin plant color character was effective for improving winter adaptation in the populations studied, with no detrimental effects on the other characteristics under evaluation.

Index terms: *Zea mays*, anthocyanin, mass selection.

INTRODUÇÃO

Nas regiões Centro e Sul do Brasil, o milho é plantado, geralmente, em outubro, e colhido a partir de abril. Este período coincide com a época do ano que apresenta condições climáticas mais favoráveis, com valores elevados de fotoperíodo, luminosidade, temperatura e insolação. Entretanto, existem muitas lavouras de milho plantadas fora desta época normal, especialmente para a comercialização de "milho verde", ou como

cultura alternativa de inverno, graças aos seus baixos custos de produção.

A demanda anual de "milho verde", apenas nos grandes centros consumidores da região Centro-Sul, foi estimada pelos autores em 69.000 t de espigas/ano, a partir dos volumes de milho comercializados nas Centrais de Abastecimento. Para atender a este mercado, os agricultores das principais regiões produtoras têm utilizado, em suas lavouras para os plantios de inverno, os mesmos híbridos usados para a produção de grãos no verão. Porém, tem sido observado que as características desejadas para o milho a ser consumido no inverno na forma verde nem sempre são levadas em conta na produção das sementes híbridas, atualmente disponíveis no mercado.

Considera-se que, para o cultivo bem sucedido de milho no inverno, será necessária a obtenção

¹ Aceito para publicação em 25 de março de 1987.

² Eng. - Agr., M.Sc., Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNP), Caixa Postal 174, CEP 58100 Campina Grande, PB.

³ Eng. - Agr., Dr., Prof. do Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da ESALQ, CEP 13400 Piracicaba, SP.

de populações que apresentem boas características da espiga e grãos dentados amarelos, aliados a uma boa adaptação às condições climáticas menos favoráveis, vigentes no inverno (fotoperíodo mais curto, temperaturas e radiação solar mais baixas e precipitações menores) (Ikuta & Paterniani 1970).

Em ambientes de temperaturas baixas, como é usual nas grandes altitudes do México e do Peru, tem sido observado que as populações de milho nativas apresentam altas frequências de plantas coloridas de antocianina. Esta constatação levou à hipótese de que a coloração escura das plantas seria vantajosa para os milhos cultivados em temperaturas baixas ou em condições de estresse (Hardacre & Eagles 1980).

No presente trabalho, procurou-se avaliar a adaptação das populações originais ESALQ VD2, Piranão VD2 e das populações resultantes, a partir de ciclos de seleção massal efetuadas no inverno, nas condições do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Três populações de milho de porte normal (variedade ESALQ) e três braquíticas (variedade Piranão) geneticamente relacionadas foram avaliadas em experimentos em faixa, com oito repetições, em cinco ambientes (Piracicaba - invernos de 1983 e 1984 e verão - 1983/84 e Anhembi - inverno - 1984, e verão - 1983/84).

As populações foram: 1. ESALQ VD2 e Piranão VD2; 2. ESALQ VD2 - SI 81 e Piranão VD2 SI 81 e 3. ESALQ VD2 - SI 82 e Piranão VD2 - SI 82, todas constituídas por germoplasma Tuxpeño, apresentando grãos dentados e amarelos. Estas populações foram obtidas da seguinte maneira: as populações ESALQ VD2 e Piranão VD2 foram os materiais originais obtidos junto ao Instituto de Genética da ESALQ, enquanto às demais populações foram derivadas destas primeiras. As duas populações básicas, ESALQ VD2 e Piranão VD2, 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{K}). A população híbrida resultante foi submetida à ação de seleção natural através de plantio no campo, na época do inverno, em Piracicaba, SP. Procedeu-se a uma seleção massal nas plantas sobreviventes que apresentassem bons caracteres agrônômicos (não acamadas, sem doenças e com boa produtividade) e boas características da espiga (bem empalhada, bem granada 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 do arrocheamento dos grãos durante o cozimento, em caso de consumo do milho verde na forma de espigas cozidas.

As populações ESALQ VD2 SI81 e SI82, foram submetidas a 3 e 4 ciclos de seleção massal no inverno, respectivamente, enquanto as populações Piranão VD2 SI81 e SI82 passaram por apenas 1 e 2 ciclos de seleção massal no inverno, respectivamente.

As parcelas experimentais consistiram de fileiras de 10 m de comprimento com espaçamento de 1 m entre si. As populações de plantas altas e baixas ficaram dispostas em faixas diferentes, utilizando-se bordaduras adequadas para cada faixa. Nas parcelas, foram semeadas duas sementes a cada 40 cm, sem realização das operações de replantio ou desbaste, para permitir a livre atuação da seleção natural. O levantamento dos dados obedeceu aos critérios convencionais para a cultura, sendo realizado para os seguintes parâmetros: produção de espigas despalhadas em kg/ha corrigida para 15,5% de umidade, percentagem de tombamento, índice AE/AP, índice de espigas/planta, número de dias para os florescimento masculino e feminino, número de ramificações do pendão, estande final, percentagem de plantas roxas, percentagem de plantas doentes e de plantas improdutivas, percentagem de espigas doentes, percentagem de espigas com sabugos brancos, número de fileiras de grãos/espiga, número de grãos/fileira e peso de 100 sementes.

Foram efetuadas análises individuais e conjuntas para cada característica. Após as análises de variância, efetuou-se a comparação entre médias de populações, através do teste de Duncan a 5%, e entre médias de portes e de ambientes, pelo teste F.

Foi feita uma avaliação dos efeitos dos ciclos de seleção, a nível de cada população e uma avaliação conjunta destes ciclos, nas duas populações. Para esta avaliação conjunta, reuniram-se as médias das populações originais (ESALQ VD2 e Piranão VD2) com a denominação de VD2, e os ciclos de seleção subseqüentes, com as denominações: VD2 SI81 e VD2-SI 82.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de variação foram considerados satisfatórios para todas as características avaliadas, com exceção das percentagens de plantas improdutivas e de plantas e espigas doentes, o que confere boa precisão relativa para este trabalho. (CV médios dos resíduos a, b, c estão apresentados no rodapé das Tabelas 1 a 6, porém os CV individualizados podem ser observados no trabalho de Freire (1985)).

Os resultados médios quanto à produção de espigas despalhadas a 15,5% de umidade e seus componentes, encontram-se na Tabela 1. Para a produção de espigas, foi observado que no

TABELA 1. 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 braquiúto, 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 - n°			n° fileiras/espiga-n°			n° grãos/fileira-n°			Peso 100 sementes-g		
	Inv.		Verão	Inv.		Verão	Inv.		Verão	Inv.		Verão	Inv.		Verão
	\sqrt{x}	n°	\bar{x}	\sqrt{x}	n°	\bar{x}	\sqrt{x}	n°	\bar{x}	\sqrt{x}	n°	\bar{x}	\sqrt{x}	n°	\bar{x}
ESALQ VD2	5.540b ^a	5.376b	5.474b	0.86a	0.93a	0.89a	12.78a	13.29a	12.98a	34.19a	35.07b	34.54a	34.58a	34.11a	34.39a
ESALQ VD2 SI81	5.824b	5.309b	5.618b	0.79b	0.89a	0.83b	12.89a	12.97a	12.92a	34.67a	35.80ab	35.12a	34.79a	32.81b	34.00a
ESALQ VD2 SI82	6.218a	5.850a	5.977a	0.85a	0.89a	0.87ab	12.95a	13.30a	13.09a	34.79a	36.41a	35.44a	35.99a	32.68b	34.42a
Médias	5.861a	5.512a	5.690	0.83b	0.91a	0.86	12.87a	13.19a	13.00	34.55b	35.76a	35.04	34.99a	33.19b	34.27
Piraneó VD2	5.711b	4.945a	5.405a	0.97a	0.86a	0.93a	12.58b	12.75a	12.65a	34.28b	34.14a	34.22b	35.13c	34.36a	34.82b
Piraneó VD2 SI81	5.943ab	4.700a	5.445a	0.87b	0.84ab	0.86b	12.73ab	13.09a	12.87a	35.46a	34.65a	35.13ab	36.70b	32.33b	34.95b
Piraneó VD2 SI82	6.249a	4.269b	5.561a	0.86b	0.80b	0.83b	13.06a	12.74a	12.93a	36.10a	35.22a	35.75a	38.00a	33.67a	36.27a
Médias	5.968a	4.638b	5.470	0.90a	0.83b	0.87	12.79a	12.86a	12.82*	35.28a	34.67a	35.04	36.61a	33.45b	35.35*
VD2	5.625b	5.161a	5.439	0.92a	0.90a	0.91	12.68c	13.02a	12.81	34.24b	34.61a	34.38	34.86b	34.23a	34.80
VD2 SI81	5.894b	5.004a	5.531	0.83b	0.87ab	0.84	12.81b	13.03a	12.89	36.06ab	35.22a	35.12	35.75ab	32.57b	34.47
VD2 SI82	6.233a	5.072a	5.769	0.86c	0.84b	0.85	13.00a	13.02a	13.01	35.45a	35.82a	35.59	36.80a	33.16ab	35.34
Médias	5.914	5.079**	5.667	0.867	0.871**	0.86	12.83	13.02*	12.91	34.92	35.22	35.04	35.80	33.32**	34.99

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.

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b, e c foram os seguintes: CV-PE = 15,79%; CV-Índice E/P = 11,19%; CV-n° fileiras/espiga = 5,63%; CV-n° grãos/fileira = 7,14% e CV-Peso 100 sementes = 8,34%.

TABELA 2. Valores médios de estande final, % de tombamento e n° de ramificações do pendão, obtidos de populações de porte normal e braquiúto, 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	Estande final						Tombamento (acamam. + quebradas)						n° ramif. pendão		
	Inverno		Verão		\bar{x}		Inverno		Verão		\bar{x}		Inverno	Verão	\bar{x}
	\sqrt{x}	n°	\sqrt{x}	n°	\sqrt{x}	n°	arc sen $\sqrt{\%}$	arc sen $\sqrt{\%}$	arc sen $\sqrt{\%}$	arc sen $\sqrt{\%}$	arc sen $\sqrt{\%}$	arc sen $\sqrt{\%}$			
ESALQ VD2	5.44b	29,6	6.11b	37,3	5.71b	32,6	30,51a	26,8	26.18a	19,5	28.78a	23,2	20,39a	25,07a	22,26a
ESALQ VD2 SI81	6.02a	36,2	6.23b	38,8	6.11a	37,3	29,85a	24,9	23.12b	15,4	27.21a	20,9	19,00b	21,57b	20,03b
ESALQ VD2 SI82	5.88a	34,6	6.51a	42,4	6.13a	37,6	30.73a	26,1	25.04ab	17,9	28.46a	22,7	18,91b	22,67a	20,41b
Médias	5.78b	32,8	6.28a	39,5	5.98	35,8	30.39a	24,4	24.78b	17,2	28.15	22,2	19.43b	23.11a	20,90
Piraneó VD2	5.45b	29,7	5.80b	33,6	5.59b	31,2	21.30a	13,2	23.50a	15,3	22.18a	14,2	16.93b	15.32b	16.29b
Piraneó VD2 SI81	5.92a	36,0	6.39a	40,8	6.11a	37,3	16.48b	8,1	20.91a	12,7	18.26b	9,8	17.85ab	21.17a	19.18a
Piraneó VD2 SI82	5.99a	35,9	6.51a	42,4	6.20a	38,4	20.34a	12,1	21.82a	13,8	20.93ab	12,8	18.61a	21.80a	19.88a
Médias	5.79b	33,5	6.24a	39,5	5.97	35,7	19.38a	11,7	22.08a	12,9	20.46**	12,2	17.80b	19.43a	18.45**
VD2	5.44b	29,6	5.96c	35,5	5.71b	32,6	25.91a	19,1	24.84a	17,6	23.12b	15,4	18.76a	20.20b	19,27
VD2 SI81	5.97a	35,6	6.31b	39,8	6.11a	37,3	23.22a	15,5	22.02a	14,1	20.91a	12,7	15.3	18.42a	21.37ab
VD2 SI82	5.93a	35,2	6.52a	42,5	6.20a	38,4	25.53a	18,6	23.43a	15,8	21.82a	13,8	18.76a	22.24a	20,14
Médias	5.78	33,5	6.26**	39,3	5.97	35,7	24.89	17,7	23.43	15,8	21.82	13,8	18,61	21,27**	19,60

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.

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b e c foram os seguintes: CV-estande final = 5,87%; CV-tombamento = 29,98%; CV-n° ramif./pendão = 13,92%.

inverno as populações melhoradas foram significativamente mais produtivas que as populações originais, em ambos os portes. As populações VD2-SI82 foram estatisticamente superiores às populações VD2-SI81, o que é uma evidência de que as populações selecionadas em 1981 ainda poderiam ser melhoradas para adaptação ao inverno. Freire (1985) confirmou esta hipótese, ao concluir que a população ESALQ VD2-SI 82 também poderia ser melhorada com progresso genético significativo, visto que apresenta bastante variabilidade.

De maneira geral, pôde ser observada uma tendência de, no inverno, as populações melhoradas para adaptação ao inverno (VD2-SI82) serem estatisticamente superiores às populações originais (VD2), com relação à produção de espigas (10,8%), ao número de fileiras/espigas (2,5%), ao número de grãos/fileira (3,5%) e ao peso de 100 sementes (5,6%). Essas percentagens podem ser consideradas estimativas do progresso real obtido, devido aos ciclos de seleção massal/seleção natural, praticados nas populações originais após a incorporação do

TABELA 3. Valores médios de altura da espiga (cm), altura da planta (cm) e índice altura da espiga/altura da planta, obtidos de populações de porte normal e braquiúco, 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	\bar{X}	Inverno	Verão	\bar{X}	Inverno	Verão	\bar{X}
ESALQ VD2	106,4 ^a	152,2 ^a	124,7 ^a	199,2 ^a	240,1 ^a	215,5 ^a	0,52 ^a	0,63 ^a	0,57 ^a
ESALQ VD2 S181	102,5 ^b	147,7 ^b	120,5 ^b	194,4 ^b	240,7 ^a	212,9 ^a	0,52 ^a	0,61 ^b	0,55 ^b
ESALQ VD2 S182	101,6 ^b	143,3 ^c	118,3 ^b	192,5 ^b	229,1 ^b	207,2 ^b	0,52 ^a	0,62 ^a	0,56 ^b
Médias	103,5 ^b	147,7 ^a	121,2	195,4 ^b	236,6 ^a	211,9	0,52 ^b	0,62 ^a	0,56
Piraneó VD2	56,6 ^a	93,3 ^a	71,2 ^a	134,1 ^a	171,3 ^a	149,0 ^a	0,41 ^a	0,54 ^b	0,46 ^b
Piraneó VD2 S181	56,9 ^a	95,1 ^a	72,2 ^a	131,5 ^{a^b}	170,6 ^a	147,1 ^a	0,42 ^a	0,56 ^a	0,48 ^a
Piraneó VD2 S182	58,2 ^a	92,6 ^a	71,9 ^a	136,5 ^a	171,4 ^a	150,5 ^a	0,41 ^a	0,54 ^b	0,46 ^b
Médias	57,2 ^b	93,6 ^a	71,8 ^{**}	134,0 ^b	171,1 ^a	148,9 ^{**}	0,41 ^b	0,55 ^a	0,47 ^{**}
VD2	81,5 ^a	100,9 ^b	97,9	166,6 ^a	205,7 ^a	182,2	0,47 ^a	0,59 ^a	0,51
VD2 S181	79,7 ^a	121,4 ^a	96,3	162,9 ^a	205,6 ^a	180,0	0,47 ^a	0,58 ^a	0,51
VD2 S182	79,9 ^a	117,9 ^a	95,1	164,5 ^a	200,3 ^b	178,8	0,47 ^a	0,58 ^a	0,51
Médias	80,3	113,4 ^{**}	-	164,7	203,9 ^{**}	-	0,47	0,58 ^{**}	-

^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.

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b e c foram os seguintes: CV - altura espiga = 8,97%
CV - altura planta = 5,15%
CV - índice AE/AP = 5,46%

TABELA 4. Valores médios de % de espigas com sabugo branco (NBSB), % de plantas coloridas e % plantas Roxo Intenso, obtidas de populações de porte normal e braquiúco, 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/ sabugo branco						% Plantas coloridas de antocianina						% Plantas Roxo Intenso					
	Inverno		Verão		\bar{X}		Inverno		Verão		\bar{X}		Inverno		Verão		\bar{X}	
	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%	arc. sen √%	%
ESALQ VD2	74,33 ^a	92,7	74,00 ^a	92,4	74,19 ^a	92,6	30,13 ^b	25,2	12,86 ^b	5,0	23,22 ^b	15,5	6,91 ^b	1,5	6,82 ^b	1,3	6,97 ^c	1,4
ESALQ VD2 S181	68,00 ^b	86,1	65,31 ^c	82,6	66,99 ^b	84,7	62,17 ^a	78,2	48,19 ^a	50,3	55,57 ^a	67,7	35,57 ^a	33,8	21,79 ^a	13,8	30,05 ^a	25,1
ESALQ VD2 S182	69,35 ^b	87,6	68,14 ^b	86,1	68,69 ^b	87,0	60,07 ^a	75,1	47,41 ^a	54,2	55,01 ^a	67,1	33,60 ^a	30,6	20,04 ^a	11,7	28,18 ^b	22,3
Médias	70,59 ^a	-	69,15 ^a	-	70,01	88,3	50,79 ^a	-	36,15 ^b	-	44,53	49,2	25,36 ^a	-	16,15 ^b	-	21,68	13,6
Piraneó VD2	56,37 ^b	72,5	61,89 ^a	77,8	59,76 ^a	74,7	27,47 ^b	21,3	13,99 ^b	5,8	22,08 ^b	14,1	4,69 ^b	0,7	4,33 ^b	0,6	4,54 ^b	0,6
Piraneó VD2 S181	62,44 ^a	78,6	60,49 ^a	75,7	61,66 ^a	77,5	54,53 ^a	68,3	40,64 ^a	42,4	48,98 ^a	56,9	26,57 ^a	22,9	16,63 ^a	8,2	23,79 ^a	16,3
Piraneó VD2 S182	61,42 ^a	77,1	62,00 ^a	78,0	61,65 ^a	77,5	54,31 ^a	66,0	36,94 ^a	36,1	47,36 ^a	54,1	29,71 ^a	24,5	15,94 ^a	7,5	24,20 ^a	16,8
Médias	60,75 ^a	-	61,46 ^a	-	61,03 ^{**}	76,5	45,44 ^a	-	30,52 ^b	-	36,47 ^{**}	40,4	20,99 ^a	-	12,30 ^b	-	17,51 ^{**}	9,0
VD2	66,35 ^a	83,9	67,94 ^a	85,9	-	83,6	28,60 ^c	23,2	13,42 ^b	5,4	-	14,8	5,80 ^b	1,0	5,47 ^b	0,9	-	1,0
VD2 S181	65,27 ^a	82,5	62,90 ^b	79,2	-	81,1	58,25 ^a	72,5	42,91 ^a	46,3	-	62,3	32,07 ^a	29,2	19,21 ^a	10,8	-	20,7
VD2 S182	65,39 ^a	82,6	65,07 ^b	82,2	-	82,2	57,19 ^b	70,8	42,17 ^a	48,1	-	60,6	31,66 ^a	27,5	17,99 ^a	9,5	-	19,5
Médias	65,67	83,0	66,42	81,4	-	-	48,11	65,4	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 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.

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b e c foram os seguintes: CV - espigas com sabugo branco = 9,67%
CV - % de plantas coloridas de antocianina = 11,97%
CV - % de plantas roxo intenso = 20,67%

caráter planta colorida de antocianina. Esses resultados evidenciam a eficiência do método de seleção massal/seleção natural, na melhoria da produção de espigas e dos componentes da produção em condições de inverno.

O índice E/P, considerado por alguns autores como um dos mais importantes parâmetros na seleção do milho verde, não foi considerado fator de seleção nestas populações, em face da margem de erro na interpretação dos resultados, visto que duas espigas pequenas podem não produzir mais grãos que uma espiga grande. Por este motivo, a produção de espigas despalhadas (PE) foi o parâmetro-chave na discussão dos progressos obtidos.

A não utilização do índice E/P nos ciclos de seleção explica o porquê da não-obtenção de ganhos nesta característica, nas populações melhoradas.

As comparações de médias em condições de verão demonstraram que as populações melhoradas para condições de inverno (VD2 - S181 e VD2 - S182) produziram 3,0% e 1,7% a menos, respectivamente, que as populações originais (VD2), demonstrando, assim, que os ciclos de seleção massal, à medida que contribuíram para aumentar a adaptação ao inverno, também foram efetivos na diminuição da adaptação às condições de verão. No verão, as populações melhoradas para

TABELA 5. Valores médios de número de dias para o florescimento masculino (NFM) e feminino (NFI) obtidos de populações de porte normal e braquiúco, 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 para florescimento δ						nº dias para florescimento η					
	Inverno		Verão		\bar{X}		Inverno		Verão		\bar{X}	
	\sqrt{x}	nº	\sqrt{x}	nº	\sqrt{x}	nº	\sqrt{x}	nº	\sqrt{x}	nº	\sqrt{x}	nº
ESALQ VD2	9,21a	85	7,91a	63	8,56a	73	9,32a	87	8,24a	68	8,96a	80
ESALQ VD2 SI81	9,11b	83	7,86b	62	8,49b	72	9,17b	84	8,18a	67	8,84b	78
ESALQ VD2 SI82	9,12b	83	7,81c	61	8,47b	72	9,18b	84	8,09c	65	8,82b	78
Médias	9,15a	-	7,86b	-	8,51	72	9,22a	-	8,17b	-	8,87	79
Piranião VD2	9,31a	87	7,94a	63	8,62a	74	9,39a	88	8,20a	67	8,99a	81
Piranião VD2 SI81	9,16b	84	7,82b	61	8,49b	72	9,27b	86	8,19a	67	8,91b	79
Piranião VD2 SI82	9,18b	84	7,82b	61	8,50b	72	9,26b	86	8,21a	67	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	-	73	9,35a	87	8,22a	68	-	80
VD2 SI81	9,13b	83	7,84b	61	-	72	9,22b	85	8,16ab	67	-	78
VD2 SI82	9,15b	84	7,82b	61	-	72	9,22b	85	8,15b	66	-	78
Médias	9,18	84	7,86**	62	-	-	9,26	86	8,19**	67	-	-

* 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.

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b e c foram os seguintes: CV - nº de dias p/ florescimento δ = 0,97%.
CV - nº de dias p/ florescimento η = 0,99%.

TABELA 6. Valores médios de % de espigas doentes, % de plantas improdutivas e % de plantas doentes, obtidos de populações de porte normal e braquiúco, 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	% de espigas doentes						% de plantas improdutivas ^b						% de plantas doentes ^c					
	Inverno		Verão		\bar{X}		Inverno		Verão		\bar{X}		Inverno		Verão		\bar{X}	
	arc. sen \sqrt{x}	%	arc. sen \sqrt{x}	%	arc. sen \sqrt{x}	%	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	17,29a ^b	9,8	24,17b	16,8	20,04ab	11,7	18,35a	9,9	18,61a	8,2	17,84a	9,4	14,67a	6,4	5,87a	1,1	10,27a	3,2
ESALQ VD2 SI81	16,63a	8,2	28,55c	22,8	21,40a	13,3	17,15a	8,7	18,12a	9,7	17,64a	9,2	9,61a	2,9	10,37a	3,2	10,14a	3,1
ESALQ VD2 SI82	13,06b	5,1	25,68b	18,9	18,11b	9,7	17,41a	8,9	17,83a	9,4	17,62a	9,2	10,02a	3,0	9,68a	2,8	9,85a	2,9
Médias	15,66b	-	28,13a	-	19,85	11,5	17,64a	-	17,52a	-	17,70	9,3	11,53a	-	9,64a	-	10,09	3,1
Piranião VD2	17,70a	9,2	28,88b	19,0	20,98a	12,8	22,40a	14,5	20,45a	12,2	21,43a	13,3	15,94a	7,5	7,02a	1,5	11,40a	4,0
Piranião VD2 SI81	18,39a	9,9	28,66b	20,1	21,70a	13,7	18,62b	10,2	21,83a	13,8	20,22a	11,9	11,62a	4,1	12,22a	4,5	11,92a	4,3
Piranião VD2 SI82	17,99a	9,5	29,90a	24,4	22,63a	14,8	20,61ab	12,4	21,64a	13,6	21,13a	13,0	10,75a	3,5	10,69a	4,4	10,72a	3,5
Médias	18,03b	-	27,38a	-	21,77*	13,7	20,64a	-	21,31a	-	20,83**	12,7	12,77a	-	9,98a	-	11,38	3,9
VD2	17,50a	9,0	25,02a	17,9	-	12,2	20,37a	12,1	19,53a	10,1	-	11,3	15,30a	7,0	8,45b	1,2	-	3,6
VD2 SI81	17,51a	9,0	27,80a	21,4	-	13,5	17,39a	9,4	19,97a	11,7	-	10,8	10,77b	3,5	11,29a	3,8	-	3,7
VD2 SI82	15,52a	7,2	27,64a	21,5	-	12,2	19,01a	10,8	19,74a	11,4	-	11,1	10,39b	3,2	10,19a	3,1	-	3,2
Médias	16,84	8,4	26,75**	20,2	-	-	19,09	10,7	19,42	11,1	-	-	12,18	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.

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

Os valores dos coeficientes de variação médios, referentes aos resíduos a, b e c foram os seguintes: CV - % de espigas doentes = 27,41%.
CV - % de plantas improdutivas = 29,33%.
CV - % de plantas doentes = 52,86%.

as condições de inverno apresentaram, também, valores inferiores de índice de espigas/planta (5,0%), peso de 100 sementes (4,0%) e valores equivalentes de número de fileiras de grãos, além de valores superiores de número de grãos/fileira, em relação às populações originais.

A comparação das produtividades das populações obtidas no inverno e no verão evidenciou que todas as populações foram, em média, 16,4% mais produtivas no inverno em relação ao verão. Estes resultados discordam dos obtidos por Ikuta & Paterniani (1970) e Menezes et al. (1976), que observaram reduções drásticas na produtividade

do milho, quando plantado no inverno. Porém, ao contrário do realizado neste trabalho, aquelas pesquisas foram conduzidas sem irrigação e comparando diversas variedades e híbridos desenvolvidos para condições de verão e, em sua maioria, não adaptadas ao inverno. Este aumento de produtividade no inverno em todas as populações evidencia, também, que todas apresentavam alta variabilidade e potencial para adaptação e melhoramento para as condições de inverno, como comprovado por Paterniani & Ikuta (1978). Porém, em condições de inverno mais rigoroso, as populações com o caráter planta colorida de antocia-

nina apresentariam a vantagem de garantia da produtividade, devido à melhor adaptação às baixas temperaturas, como comprovado por Chong & Brawn (1969).

As comparações de médias para estande final, percentagem de tombamento e número total de ramificações do pendão, estão apresentados na Tabela 2. A comparação de médias de estandes finais pelo teste de Duncan a 5%, demonstrou que houve pressão de seleção natural no sentido de redução dos estandes, no inverno, e que a pressão de seleção natural atuou mais a nível das populações originais que das populações selecionadas para adaptação ao inverno, em todos os ambientes.

As percentagens de tombamento no inverno e verão foram praticamente equivalentes, com médias de 17,7% e 15,8%, respectivamente, porém entre os portes estas 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, graças ao efeito da diminuição do porte. Resultados semelhantes foram obtidos por Castro (1983).

O número de ramificações do pendão no inverno foi significativamente inferior ao número de ramificações no verão, em ambos os portes. Porém, as populações de porte normal apresentaram um número de ramificações 11,7% superior ao das populações braquíticas, em concordância com os resultados de Castro (1983).

As comparações de médias para alturas da planta, da espiga e índice AE/AP, encontram-se na Tabela 3. Pode ser observado que, em condições de inverno, ocorreu uma redução acentuada na altura da espiga, altura da planta e índice AP/AE, de 29%, 19% e 20%, respectivamente, em relação aos cultivos de verão. A redução da biomassa vegetal devida à diminuição da temperatura já tinha sido relatada por diversos autores, como Jong et al. (1982). As populações de porte normal, melhoradas para adaptação ao inverno, apresentaram médias de altura de espiga e da planta, significativamente menores que a população original, tanto no inverno como no verão, enquanto as po-

pulações braquíticas tiveram médias de altura da espiga e da planta semelhantes às da população Piranão VD2.

As comparações de médias para coloração das plantas e dos sabugos estão apresentadas na Tabela 4. Observa-se que as populações melhoradas para adaptação ao inverno apresentaram percentagem de plantas coloridas de antocianina e percentagem de plantas de cor roxo intenso, superiores, estatisticamente, às populações originais, em todos os ambientes e portes, o que é uma indicação de que a técnica utilizada para a introdução e adaptação dos genes para planta colorida de antocianina ao complexo gênico das populações, foi bastante eficiente. Observou-se, também, que a percentagem de plantas coloridas de antocianina e a percentagem de plantas roxo intenso apresentaram-se significativamente mais elevadas no inverno que no verão, em concordância com as observações e hipóteses levantadas por Hardacre & Eagles (1980).

As comparações de médias para número de dias para os florescimentos masculino e feminino, constantes da Tabela 5, evidenciaram tendência, das populações que receberam o caráter planta colorida, de serem mais precoces que as populações originais em todos os ambientes e portes avaliados. Estes dados apóiam a hipótese de Brawn (1968), segundo a qual as plantas coloridas seriam mais precoces, devido à sua maior capacidade de absorção e armazenamento de calor.

As percentagens médias de plantas e espigas doentes e de plantas improdutivas constam da Tabela 6. Pode ser observado, para essas três características, que houve uma tendência de, no inverno, as plantas melhoradas para adaptação ao inverno apresentarem menos plantas e espigas doentes e improdutivas, enquanto no verão ocorreu o inverso. Esses resultados vêm 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 à atuação contínua e específica para cada ambiente das forças de seleção natural (Marshall 1982) e da seleção artificial praticada.

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 VD2 SI e ESALQ VD2 SI às condições de inverno características 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 (+ 10,8%), e quase se equipararam em condições de verão (- 1,7%).

3. As características consideradas nas avaliações visuais foram efetivamente modificadas pelos ciclos de seleção massal, incluindo a cor dos grãos, o número de fileiras/espiga, número de grãos/fileira, a cor das plantas e dos sabugos. O tombamento não foi afetado pelos ciclos de seleção.

4. O cultivo do milho em condições de inverno resulta em êstandes 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 do que nos cultivos de verão.

REFERÊNCIAS

- BRAWN, R.I. Breeding corn earliness. In; CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 23, Illinois, 1968. *Proceedings*. Washington, 1968. p.59-66.
- CASTRO, E. da M. de. *Competição entre populações de milho normais e braquíticas*. Piracicaba, ESALQ, 1983. 155p. Tese Doutorado.
- CHONG, C. & BRAWN, R.I. Temperature comparisons of purple and dilute sun red anthocyanin color types in maize. *Can J. Plant Sci.*, 49:513-6, 1969.
- FREIRE, E.C. *Melhoramento do milho (Zea mays L.) para adaptação às condições de inverno da Região Centro-Sul do Brasil*. Piracicaba, ESALQ, 1985. 168p. Tese Doutorado.
- HARDACRE, A.K. & EAGLES, H.A. Comparisons among populations of maize for growth at 13°C. *Crop Sci.*, 20:780-4, 1980.
- IKUTA, H. & PATERNIANI, E. Programa de milho "verde". *Relat. Ci. Inst. Genét. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 4:58-61, 1970.
- JONG, S.K.; BREWBAKER, J.L.; LEE, C.H. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly plantings in Hawaii. *Crop Sci.*, 22:13-8, 1982.
- MARSHALL, H.G. *Breeding plants for less favorable environments*. New York, J. Wiley Interscience, 1982. p.47-70.
- MENEZES, D.M. de.; CEZAR, T.I. OLIVEIRA, M.F. de. Viabilidade da obtenção de "milho verde", na Baixada Fluminense, em condições de inverno. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, 11(12):53-8, 1976.
- PATERNIANI, E. & IKUTA, H. Comportamento do milho Centralmex selecionado em dois locais. *Relat. Ci. Inst. Genét. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 12:168-72, 1978.