

# EFEITO DO GENE BRAQUÍTICO-2 EM POPULAÇÕES MELHORADAS DE MILHO DE PORTE BAIXO<sup>1</sup>

VALTER ANDRÉ ZANETTE<sup>2</sup> • ERNESTO PATERNIANI<sup>3</sup>

**RESUMO** - Experimentos foram conduzidos para avaliar os dados de dez características de plantas de porte baixo, homozigotas para o gene braquítico-2, de 18 populações de milho (*Zea mays* L.) competindo em quatro locais diferentes, nos anos de 1982/1983 e 1983/1984. As análises revelaram: quanto à produtividade média de grãos, os milhos do grupo Piranão VD-2 dentados produziram 6,7% mais do que os do grupo Piranão VF1, de germoplasma duro, e 96% da produtividade de grãos dos híbridos comerciais, enquanto os de milho duro, 89,1%. A heterose média dos híbridos interpopulacionais de Piranão foi superior em 11,40% em relação à média dos genitores, e a dos pais mais produtivos, 9,49%. A altura média de planta foi de 163 cm, e o índice altura de espiga/altura de planta foi de 0,51. Quanto aos números de espigas por planta e fileiras por espiga foram de 0,98 e 12,95, respectivamente. A antese masculina foi de 73,31 dias. A percentagem de plantas acamadas e quebradas foi de 8,54 e 7,86%, respectivamente. Correlações positivas e singificativas foram obtidas somente entre a produtividade de grãos com altura de planta e número de ramificações de pendão.

Termos para indexação: milho braquítico, *Zea mays*, altura de planta, nanismo.

## THE BRACHYTIC-2 GENE EFFECT IN MAIZE IMPROVED POPULATIONS OF REDUCED HEIGHT PLANTS

**ABSTRACT** - Experiments were conducted to determine the results of ten characteristics of reduced height plants, homozygotes to brachytic-2 gene of 18 corn (*Zea mays* L.) improved populations in four different locations in the year 1982/1983 and 1983/1984. The analysis revealed: the mean grain yield dent corn Piranão VD2 group was 5.7% higher than of flint corn Piranão VF1 group and 96% of that of the commercial hybrids grain yield while the flint corn group was 89% only. The Piranão interpopulational crosses average heterosis was 11.4% superior to the parental mean and 9.4% higher than that of the most productive parental. The plant height mean was 163 cm and ear height/plant height index was 0.51. The plant ear and the ear row grains mean number were 0.98 and 12.95, respectively. The tassel developmental was of 73.31 days. The lodging and broken plants were 8.54 and 7.86%, respectively. Positive and significant correlations were observed among grain yield and plant height and tassel branched number only.

Index terms: brachytic corn, *Zea mays*, plant height, dwarfness.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 5 de fevereiro de 1992.

Extraído do trabalho apresentado pelo autor à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de Doutor em Agronomia, na área de Genética e Melhoramento de Plantas.

<sup>2</sup> Dr., Prof., Dep. de Genética da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 15053, CEP 91501 Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Dr., Prof., Dep. de Genética da ESALQ/USP, Caixa Postal 81, CEP 13400 Piracicaba, SP.

## INTRODUÇÃO

A idéia da obtenção de plantas de porte mais baixo em milho não é nova, pois desde muito tempo pesquisas nesta área vêm sendo realizadas. Geralmente, as alternativas para a redução do porte da planta envolvem dois métodos, e são baseadas principalmente nos efeitos gênicos quantitativos ou qualitativos. Quando a altura

de planta for devida à ação de poligenes, o método consiste na seleção, dentro da população de porte normal, de plantas com estaturas cada vez menores. Quanto ao segundo método, é pela introdução de genes de efeito qualitativo. Nesta categoria, dispõe-se de muitos genes; entretanto, o braquítico-2, de efeito recessivo, tem-se mostrado favorável para a obtenção de populações de milho de porte baixo. Para fins de estabilidade fenotípica, ambos os tipos de populações de porte baixo selecionados devem ser submetidos a pressões de seleção adequadas.

O principal objetivo do presente estudo foi o de analisar e avaliar as potencialidades de populações melhoradas de porte baixo, homocigotas para o gene braquítico-2, em quatro locais e em dois anos diferentes.

Em plantas, segundo Cook (1915), o termo "Braquismo" foi proposto para caracterizar o encurtamento dos entrenós abaixo da espiga, sem corresponder à redução de outras partes da planta. O mesmo foi observado por Kempton (1920). O braquismo é condicionado por um gene de efeito recessivo (br-2), que em dose dupla condiciona a presença de um tipo diferente de giberelina, menos ativo na promoção do crescimento (Galston & Davies 1972).

Os estudos de Stein (1955), quanto à taxa de iniciação foliar, número médio de folhas e duração do crescimento das plantas braquíticas, foram essencialmente semelhantes aos que se referem às plantas de crescimento normal. E, segundo Anderson & Chow (1963), admitiram, no crescimento das plantas braquíticas, a existência de dois mecanismos genéticos, isto é, a presença do gene maior, br-2, responsável pelo crescimento da planta, e poligenes (modificadores) que controlam a expressão do crescimento. Singh et al. (1979) e Singh & Rai (1979) observaram efeitos pleiotrópicos do gene br-2, representados pelo maior sombreamento na planta, devido ao empacotamento das folhas na zona da espiga, e a uma maior esterilidade entre as plantas braquíticas em relação às normais, respectivamente. Campbell (1965), Tregubenko & Nepomnjascij (1969) verificaram maior to-

lerância à seca dos milhos braquíticos, sendo a causa provável o maior desenvolvimento do sistema radicular. Com relação à área foliar e à transmissão de energia luminosa, importantes para a realização da fotossíntese, não são alteradas pela incorporação do gene br-2 em plantas normais. Poey (1973) demonstrou, em condições de seca, haver entre os braquíticos maior eficiência de translocação dos produtos dentro da planta.

Os primeiros resultados de trabalhos com milhos braquíticos não se caracterizaram por boa produtividade de grãos em relação às versões normais. De fato, Leng (1957), trabalhando com híbridos braquíticos, obteve produções de 8 a 20% menores do que as versões normais. As causas, segundo o autor, seriam a recuperação incompleta do genótipo original após a incorporação do gene br-2, pouca oportunidade de seleção para capacidade geral de combinação, a altura da planta e o ataque de roedores. Campbell (1965), em vista dos resultados pouco animadores com os milhos braquíticos, concluiu que foram devidos: a programas reduzidos, tendo sido, estes milhos, plantados em áreas onde a altura de planta não era problema sério; ao número insuficiente de retrocruzamentos, e às práticas culturais ineficientes. Entretanto, este mesmo autor apresenta resultados de produtividade que não mostraram diferenças significativas entre híbridos braquíticos e normais. Sokolov & Domasnev (1968), comparando a produtividade de 118 híbridos simples braquíticos com as mesmas variedades normais, verificaram que os primeiros foram superiores aos segundos, enquanto Solonenko & Chalyk (1971), verificaram que somente dois entre dez híbridos simples braquíticos apresentaram maior produtividade do que os de porte normal. Com relação aos milhos braquíticos, a maioria dos pesquisadores está de acordo com a boa resistência ao acamamento e à seca e com a possibilidade de apresentar melhor consórcio com leguminosas.

No México, Ortiz-Cereceres et al. (1973) verificaram maior produtividade dos braquíticos em relação aos de porte normal, em ensaios so-

bre o efeito da adubação e densidade populacional. E, com relação à produtividade de grãos em diferentes densidades populacionais de plantas, Arboleda et al. (1973 e 1974) mostraram maior desempenho dos braquíticos em relação aos de porte normal.

Bülow (1971) avaliou três populações análogas com diferentes dosagens do gene br-2. Nesse trabalho, o heterozigoto Br-2 br-2 foi mais produtivo do que os homozigotos parentais. Khera et al. (1975) mostraram que a presença de apenas um alelo recessivo do gene br-2 em híbridos intervarietais modificou o desempenho das versões normais, isto é, diminuiu a altura (15%), os híbridos foram mais precoces, sua produtividade de grãos aumentou, em média, 8%, e sofreram menor acamamento das plantas.

Paterniani (1973, 1978, 1980, 1982) apresentou resultados de avaliações de produtividade de grãos obtidos com milho de porte baixo devido ao gene br-2. Em todos estes trabalhos mostrou que o milho Piranão, independentemente de se encontrar em fase de seleção, apresenta produtividade compatível com a dos melhores híbridos de uso comercial disponível. E o mesmo autor destacou o alto grau de resistência do Piranão ao acamamento. Leite (1973) e Galvão (1974), trabalhando com ensaios de produtividade, mostraram que o Piranão foi tão produtivo quanto o híbrido Ag-257, e superior à variedade Centralmex. Verificaram, também, que o milho de porte baixo é mais tolerante aos plantios mais densos, o que foi confirmado também por Valva & Paterniani (1976) em cinco locais diferentes. Neste último trabalho, no qual usaram duas populações de Piranão (A e B) de alturas diferentes, evidenciaram a existência de uma altura "ótima" para a atividade fisiológica máxima do genótipo, o que concorda com as conclusões de Singh et al. (1977) e Singh & Rai (1979), que trabalharam com a fisiologia de plantas braquíticas.

Com o objetivo de selecionar as melhores cultivares de milho de porte baixo para o estado do Espírito Santo, Pereira & Santos (1982a, 1982b) verificaram que o Piranão VD-1 e Piranão VD-2 foram tão produtivos quanto o híbrido Ag-351. A percentagem de plantas aca-

madadas e quebradas foi considerada pequena, certamente por causa do menor porte das plantas. O mesmo foi registrado por Castro (1983), que, inclusive, comparou a produtividade e acamamento de plantas braquíticas e normais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no presente trabalho foi constituído de 18 tratamentos, sendo formado exclusivamente de populações e híbridos de milho braquítico e selecionados por Paterniani (1982). A descrição sucinta do material está contida na Tabela 1. Informações detalhadas sobre os milhos braquíticos encontram-se nos trabalhos de Paterniani (1973, 1978, 1980, 1982) e Zanette & Paterniani (1987).

O material foi plantado no ano de 1982/1983 em Piracicaba na Estação Experimental e de Anhembi, no estado de São Paulo, e em Palotina e Cascavel, no estado do Paraná. No ano seguinte, 1983/1984, foi plantado nos mesmos locais, com exceção de Cascavel. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. As adubações de plantio e cobertura foram as normais para a cultura, sendo a parcela constituída de fileiras de 10 m de comprimento e a intervalos de 90 cm uma da outra. A densidade populacional foi de cerca de 55.600 plantas. Os dados foram tomados da parcela como um todo ou de uma amostra representativa do tratamento. Os caracteres da planta estudados foram: produtividade de grão (em kg/ha); número de fileiras de espiga e prolificidade; altura de planta e de espiga e o índice altura de espiga/altura de planta; número de ramificações do pendão; percentagem de plantas acamadas e quebradas; florescimento masculino.

Todas as análises de variância foram feitas conforme o modelo misto no qual as médias de tratamentos foram consideradas fixas, e os blocos e ambientes, aleatórios. Os graus de liberdade para tratamentos e tratamentos x ambientes foram desdobrados. Foi utilizado o seguinte modelo matemático.

$$X_{ijk} = m + t_i + b_j(k) + l_k + (tl)_{ik} + e_{(ijk)} \text{ onde}$$

$X_{ijk}$  = observação do tratamento  $i$  na repetição  $j$  no ambiente  $k$ ;

$m$  = média da população;

$t_i$  = valor genotípico do genótipo  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );

$l_k$  = efeito do ambiente  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ );

$k_j(k)$  = efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) no ambiente  $k$ ;

$(t)_{ik}$  = efeito da interação do genótipo  $i$  no ambiente  $k$ ;

$e_{(ijk)}$  = efeito médio do resíduo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresentam-se as análises de variâncias conjuntas e as respectivas significâncias estatísticas dos quadrados médios de todos os caracteres estudados nos sete ambientes nos anos de 1983 e 1984. Pelos resultados, concluiu-se que os ambientes foram efetivos em produzir diferenças estatisticamente significativas sobre as características estudadas. Entretanto, no que diz respeito às outras fontes de variações, seus quadrados médios tiveram respostas diferentes quanto ao carácter e à significância estatística.

Sempre em termos médios, a produtividade de grãos das populações conduzidas nos diferentes ambientes e apresentadas na Tabela 3 mostraram o seguinte comportamento: as populações de Piranáó dentadas VD-2V-Pr e VD-2-IV-Pp foram 6,7% mais produtivas do que as populações de endosperma duro Piranáó VF-1-V-Pr e VF-1-II-Pp. Em relação à média dos híbridos comerciais Ag-br2-351 e Ag-br2-811, as populações dentadas produziram,

respectivamente, 94,6 e 97,5%. Não foram obtidas diferenças significativas entre as seleções de milho prolífico (Pr) e pendão pequeno (Pp). Em termos médios, Piranáó VD-2V-Pr e VD-2-IV-Pp apresentaram produtividades sempre maiores do que as cultivares Maia-br2, Compostos HSF-br2, HSD-br2 e D-br2. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Zanette & Paterniani (1987), que trabalharam com as mesmas populações porém num ciclo de seleção mais avançado. É um dado importante, pois evidencia estabilidade relativa das populações braquíticas.

Ainda na Tabela 3, os resultados sobre a produtividade de grãos dos milhos de endosperma duro, Piranáó VF-1-V-Pr e VF-1-II-Pp foram cerca de 12% menos produtivos do que a produtividade média dos híbridos comerciais Ag-351-br2 e Ag-811-br2 (5.450 kg). E, à semelhança dos milhos dentados, as seleções para prolificidade (Pr) e para pendão pequeno (Pp) não apresentaram diferenças significativas.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de produtividade de grãos de todos os locais das cultivares braquíticas e de seus respectivos cruzamentos. Os dados dos cruzamentos Piranáó VD-2-V-Pr x Piranáó VF-1-V-Pr, Piranáó VF1-V-Pr x Piranáó VD2-IV-Pp e Com-

**TABELA 1. Identificação das populações de milho de cor amarela, de textura Flint (F) e Dentada (D) avaliadas nos anos de 1982-1983 e 1983-1984 nas localidades de Piracicaba e Anhembi, SP, e Cascavel e Palotina, PR.**

Número do tratamento	Identificação
1	Piranáó VF-1-V-Pr Ciclo V de seleção massal para prolificidade
2	Piranáó VF-1-II-Pp Ciclo II de seleção massal para pendão pequeno
3	Piranáó VD-2-V-Pr Ciclo V de seleção massal para prolificidade
4	Piranáó VD-2-IV-Pp Ciclo IV de seleção massal para pendão pequeno
5	Piranáó HV-21-Pr Cruzamento intervarietal prolífico Piranáó VD-2-V-Pr x Piranáó VF-1-V-Pr
6	Piranáó HV-12-Pr Cruzamento intervarietal prolífico Piranáó VF-1-V-Pr x Piranáó VD-2-V-Pr
7	Piranáó HV-21-Pr x Pp Cruzamento intervarietal Piranáó VD-2-V-Pr x Piranáó VF-1-II-Pp
8	Piranáó HV-12-Pr x Pr Cruzamento intervarietal Piranáó VF-1-II-Pp x Piranáó VD2-V-Pp
9	IAC Maianáó Cultivar Maia dentado com o gene br-2 desenvolvida pelo IAC
10	Piranáó HV-1-M Cruzamento intervarietal Piranáó VF-1-V-Pr x Maianáó
11	Composto RSF br-2 Composto formado pela combinação de híbridos simples de grãos duros com o gene br-2
12	Composto HSD br-2 Composto formado pela combinação de híbridos simples de grãos dentados com o gene br-2
13	Composto D br-2 Composto de grãos dentados com o gene br-2
14	Composto F br-2 Composto de grãos duros com o gene br-2
15	Composto HSF x HSD Cruzamentos de Composto de Híbridos Simples de grãos Duros br-2 x grãos Dentados br-2
16	Composto HSD x HSF Cruzamentos de Composto de Híbridos Simples de grãos Dentados br-2 x grãos Duros br-2
17	Ag br-2 351 Híbrido duplo produzido pela indústria de Sementes Agroceres S.A.
18	Ag br-2 811 Híbrido duplo produzido pela indústria de Sementes Agroceres S.A.

**TABELA 2.** Quadrados médios da análise de variância combinada e significâncias para produtividade (P), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), índice altura da primeira espiga sobre altura da planta (AE/AP), número de fileiras por espiga (NFE), prolificidade (Prol) e número de ramificações de pendão (NRP) nos anos agrícolas de 1982-1983 e 1983-1984, nos ambientes de Piracicaba, Anhembi, Cascavel e Palotina.

Fontes de variação	GL	P	AP	AE	AE/AP	NFE	Prol.	GL	NRP
Bloco/Ambientes	28	7220040	1002	369	0,00347	0,6997	0,03473	24	18,6377
Ambientes (A)	6	192199330**	44009**	12186**	0,05195**	4,2093**	1,4449**	5	1502,3634**
Tratamentos (T)	17	4745353	2854**	1989**	0,01176**	6,4789**	0,0963**	17	219,3641**
Progenitores (P)	(8)	5119563**	4956**	3769**	0,01919**	13,8357**	0,1237**	(8)	357,1266**
Híbridos (H)	(6)	1478150	644**	462**	0,00446**	0,9540	0,0692**	(6)	69,8144**
Testemunhas (T)	(1)	442600	554	103	0,00014	2,7997	0,0264	(1)	138,6237**
Entre grupos (EG)	(2)	15201500**	2223**	391**	0,00980**	16,2195**	0,1029**	(2)	157,3220**
Tratamentos x Ambientes	102	3435827**	242**	161**	0,00203**	0,8362*	0,0202*	85	9,9961**
P x A	(48)	1292403**	340**	259**	0,00272**	0,8835	0,0260*	(40)	9,8617**
H x A	(36)	7162024**	133	79	0,00125	0,7361	0,0178	(30)	7,3015
C x A	(6)	969932	192	76	0,00140	1,2214	0,0076	(5)	19,9425**
EG x A	(12)	2063877**	203	56	0,00184	0,7549	0,0128	(10)	13,5439**
Resíduo combinado	476	648362	135	73	0,00117	0,6600	0,0129	408	5,5313

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

**TABELA 3.** Médias de produtividade de grãos em kg/ha de populações de milho braquítico obtidas de cinco repetições por local/ano.

Local/Ano	Piracicaba			Anhembi			Palotina			Cascavel	Média
	82-83	83-84	$\bar{X}$	82-83	83-84	$\bar{X}$	82-83	83-84	$\bar{X}$	82-83	
Cultivares											
Piranião VF-1-V-Pr	5.381	5.196	5.289	2.917	3.516	3.127	5.533	6.010	5.772	6.351	4.986
Piranião VF-1-II-Pp	5.145	5.238	5.192	3.161	2.828	2.995	5.610	5.880	5.745	5.820	4.783
Piranião VD-2-V-Pr	5.109	4.959	5.034	3.146	2.774	2.960	6.469	6.060	6.265	7.586	5.158
Piranião VD-2-IV-Pp	5.329	4.930	5.130	3.311	3.638	3.475	6.325	6.350	6.338	7.328	5.316
Piranião HV-12-Pr	5.920	5.979	5.700	3.274	3.222	3.297	6.612	6.195	6.404	6.718	5.360
Piranião HV-12-Pr x Pp	6.097	5.687	5.892	3.241	3.294	3.268	6.549	6.490	6.520	7.211	5.509
Maianão	5.348	5.225	5.287	3.483	3.345	3.414	5.772	6.210	5.991	5.946	5.047
Piranião HV-1-M	7.009	5.656	6.333	2.945	3.728	3.337	6.564	6.940	6.732	7.264	5.729
Comp. HSF br-2	5.342	4.296	4.819	2.817	2.371	3.337	4.568	6.280	5.424	5.841	4.502
Comp. HSD br-2	5.227	4.487	4.857	2.080	3.055	2.568	4.483	6.040	5.262	4.954	4.332
Comp. D br-2	5.687	5.209	5.448	2.928	2.470	2.699	7.036	6.480	6.758	6.566	5.197
Comp. F x D	5.152	5.203	5.228	3.350	3.844	3.597	6.013	6.385	6.199	6.780	5.247
Ag 351 br-2	6.131	6.660	6.396	3.247	3.173	3.210	5.652	6.040	5.846	6.694	5.371
Ag 811 br-2	5.960	6.956	6.458	2.531	3.889	3.210	6.608	6.530	6.569	6.237	5.530
Média	5.631 ± 539	5.370 ± 723	5.505 ± 561	3.030 ± 372	3.232 ± 484	3.185	5.985 ± 767	6.278 ± 278	6.131 ± 470	6.521 ± 723	5.148 ± 392
CV%	15,0	19,4		20,5	22,3		8,4	14,9		12,1	

**TABELA 4.** Valores médios de produtividade de grãos em kg/ha das populações genitoras e seus cruzamentos calculados sobre todos os locais.

Cruzamento	entre		Produção em kg/ha				F <sub>1</sub> em % de	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	$\bar{M}\bar{P}$	$\bar{M}\bar{P}$	país mais produtivos
Pir. VD-2-V-Pr x Pir. VF-1-V-Pr			5.158	4.986	5.360	5.072	105,68	103,92
Pir. VF-1-V-Pr x Pir. VD-2-IV-Pp			4.986	5.316	5.509	5.151	106,95	103,63
Pir. VF-1-V-Pr x Maianão br-2			4.986	5.047	5.729	5.017	114,19	113,51
Com HSF br-2 x Com. HSD br-2			4.502	4.332	5.247	4.417	118,79	116,55

Média híbridos comerciais (kg/ha): 5.450.

posto HSF-br2 x Composto HSD-br2, representam as médias dos respectivos cruzamentos recíprocos, pois assim os valores são mais representativos desses cruzamentos. Todos os valores de heterose foram positivos. O de maior grau de heterose foi obtido pelo cruzamento dos Compostos de milho duro e dentado, com 18,79%, e em relação à produtividade média dos híbridos comerciais (5.450 kg/ha) produziu 96, 27%. Entretanto, o cruzamento de maior média de produtividade de grãos, com 5.729 kg/ha, foi o Piranão VF1-V-Pr x Maianão br2, que são de endosperma duro e dentado, respectivamente. Estes resultados evidenciaram a presença de apreciável diversidade genética entre os genitores, que é básico para o melhoramento de populações e de linhagens.

Quanto ao caráter altura de planta, os dados contidos na Tabela 5 mostraram que as populações de Piranão VF1, em média, foram 7,3% mais baixas do que a média das populações de Piranão VD2, com 1,70 m. A mesma diferença foi obtida em relação aos híbridos comerciais. O índice altura de espiga/altura de planta foi de 0,51, o que indica uma posição

mediana das espigas na planta. Pela significância dos quadrados médios da altura de planta, de espiga e do índice obtidos (Tabela 2), conclui-se que estas características são passíveis de modificação pelo ambiente. Comparando-se a produtividade média geral (5.148 kg/ha) entre as cultivares com alturas de plantas acima e abaixo dessa média (163 cm), constatou-se que as populações com alturas superiores produziram 10,5% mais do que os genótipos com alturas inferiores a essa mesma média.

O número médio de fileira de grãos por espiga (Tabela 5) foi de 12,95. Os milhos duros, Piranão VF-1, apresentaram 3,1% a mais de fileiras do que os dentados Piranão VD-2. E os cruzamentos entre as duas populações tiveram 2,4% mais fileiras do que seus progenitores e com valores semelhantes aos valores dos híbridos comerciais. Kempton (1920) obteve, em milhos braquíticos, 16,30, e nas versões normais, de 21,20 fileiras por espiga, enquanto Ruschel (1968), trabalhando com populações e híbridos de porte normal, obteve resultados semelhantes aos do presente trabalho. Constataram-se, também, diferenças significativas nos valores

**TABELA 5.** Valores médios das características indicadas de populações de milho braquítico avaliadas nos anos de 1982/1983 e 1983/1984 de ensaios com cinco repetições cada conduzidos em Piracicaba, Anhembi, SP, e Cascavel e Palotina, PR.

Cultivares	Altura planta (cm)	Altura espiga (cm)	Índice AE/AP	Nº fileiras espigas	Prolicidade	Nº ramificações	% plantas aca-madas	% plantas que-bradas	Florescimento masculino	Produtividade (kg/ha)
Piranão VF1-V-Pr	161	82	0,51	13,41	1,08	20,5	10,8	8,5	74,15	4.986
Piranão VF1-II-Pp	154	72	0,51	12,86	1,04	18,2	8,1	7,2	73,28	4.883
Piranão VD2-V-Pr	169	86	0,52	12,43	1,00	16,1	9,5	7,9	75,14	5.158
Piranão VD2-IV-Pp	171	85	0,50	13,00	0,98	14,3	8,8	7,0	73,28	5.316
Piranão HV-12-Pr	168	85	0,51	13,07	1,02	18,5	10,2	9,3	74,79	5.360
Piranão HV-12-Pr x Pp	168	85	0,51	13,28	1,05	16,3	8,2	9,0	73,57	5.509
Maianão	170	84	0,49	12,29	0,98	16,5	8,2	8,1	73,57	5.047
Piranão HV-1-M	169	84	0,50	12,71	1,05	18,7	8,5	8,5	73,41	5.729
Composto HSF br-2	145	69	0,48	13,14	0,93	23,3	7,8	7,9	72,43	4.502
Composto HSD br-2	158	74	0,47	12,71	0,86	15,1	9,3	8,6	72,45	4.332
Composto D br-2	169	88	0,52	12,86	0,97	17,9	8,9	6,6	73,57	5.197
Composto HSF x HSD	159	78	0,49	13,07	0,95	20,3	9,2	7,7	74,07	5.247
Ag 351	155	81	0,53	12,29	0,86	14,9	5,7	6,6	72,57	5.371
Ag 811	160	83	0,52	14,42	0,96	17,2	6,3	7,2	70,43	5.330
Média	163	81	0,50	12,95	0,98	17,7	8,54	7,86	73,31	5.148

médios do número de fileiras entre os ambientes, porém a interação tratamento x ambiente indicou que os efeitos do ambiente não foram significativos para determinar diferenças nesta característica. (Tabela 2).

O índice médio de espigas por planta foi outra característica medida. Foi verificado que o quadrado médio das fontes de variação: tratamentos, ambientes e da interação (Tabela 2), foram significativos. Veja, na Tabela 5, os valores médios de prolificidade de cada cultivar calculados de todos os experimentos. Entre as cultivares de Piranão, 50% apresentam um índice médio de 1,05 espiga por planta, e em relação à média dos híbridos comerciais, os Piranão foram 8,1% mais prolíferos.

Estes resultados evidenciaram que a produtividade de grãos pode ser originada não pelo número de fileiras mas pelo número de grãos por fileiras ou pelo tamanho dos grãos. O grau de heterose dos cruzamentos entre as populações Piranão foi de 7%, e somente no do composto HSF-br2 x HSD-br2. Pereira & Santos (1982a, 1982b) e Castro (1983), trabalhando com milhos Piranão dentado e duro, obtiveram, em média, índices de prolificidade iguais a um. Segovia-Segovia (1983) apresentou resultados de quatro ciclos de seleção para prolificidade em milho Piranão. O índice aumentou 9,9% sobre o ciclo original, isto é, de 0,95 espigas por planta no ciclo zero, passou para 1,06 no ciclo IV. Estes dados evidenciaram a importância da seleção para o aumento de prolificidade do material braquítico, pois os dados disponíveis mostraram que o milho Piranão apresentou médias de produtividade acima de 5.000 kg/ha.

Outro carácter relacionado com a eficiência da planta em milho é o tamanho do pendão, que, segundo observações, age negativamente na produção de grãos. Geraldí et al. (1977) demonstraram, em milho de porte normal, progressos substanciais na produção de grãos por seleção no número de ramificações de pendão. No presente trabalho, as populações Piranão VF1-II-Pp e VD2-IV-Pp estão, respectivamente, no II e IV ciclo de seleção para pendão pequeno, sendo que a segunda população difere 3,9% em relação à primeira, e sua produtividade

de é, em média, 11% maior e 98,9%, em relação à média dos híbridos comerciais Ag-br2 451 e 811.

“Quanto ao relacionamento existente entre as características, foi observado que a produtividade de grãos apresentou coeficientes de correlação positivos e significantes com altura de planta ( $r = 0,60$ ) e com o número de ramificações de pendão, embora de valor muito baixo ( $r = 0,48$ ). Entretanto, considerando-se somente os dados da população dentada selecionada para pendão pequeno, Piranão VD2-IV-Pp, a correlação entre produtividade de grãos e número de ramificações de pendão apresentou um valor positivo e significativo mais alto ( $r = 0,66$ ). Hoen & Andrew (1959) e Schuster et al. (1979) encontraram, também, correlações positivas e significativas entre produtividade de grãos e altura de planta. Enquanto Souza Junior et al. (1980) obtiveram correlações positivas e significativas entre a produtividade de grãos e número de ramificações de pendão. Ao contrário, Geraldí et al. (1977) obtiveram correlações negativas e significativas para número de ramificações e peso de pendão com a produtividade de grãos.

Quanto à antese masculina, a média foi de 73,32 dias, e não havendo diferenças significativas entre os genótipos. Não obstante, Anderson & Chow (1963), trabalhando com milho braquítico, obtiveram diferenças significativas entre os genótipos. O mesmo acontecendo com Valva (1976) e Pereira & Santos (1982b).

Com referência ao acamamento e ao quebramento de colmo, as cultivares braquíticas apresentaram médias percentuais relativamente baixas, cerca de 8%. Trabalhos de Galvão (1974), Esteves (1978) e Anderson & Chow (1963) também registraram baixos valores para estas duas características nos milhos braquíticos. Estes são dados importantes, pois evidenciam a importância do cultivo dos milhos braquíticos.

## CONCLUSÕES

1. A maioria das características analisadas mostraram respostas diferenciadas nos locais avaliados.

2. A produtividade de grãos dos milhos Piranão dentados foi, em média, maior do que a dos milhos Piranão de endosperma duro.

3. A heterose de produtividade dos híbridos interpopulacionais foi, em média, 11,40% mais elevada do que a média parental e dos pais mais produtivos 9,40%. Estes resultados indicaram a existência de uma variabilidade genética entre as populações.

4. Em relação à altura média, os milhos braquíticos de porte mais alto foram mais produtivos que os do porte mais baixo. Deve existir uma altura "ótima" a partir da qual se obtém maior produtividade.

5. Os dados das análises de variância indicaram que os milhos braquíticos apresentaram uma boa adaptabilidade geral em todos os ambientes trabalhados.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.C.; CHOW, P.N. Phenotypes and grain yield associated with br-2 gene in single-cross hybrids of dent corn. *Crop Science*, Madison, v.3, p.111-113, 1963.
- ARBOLEDA, F.R.; MUÑOZ, S.G.; SARRIA, D.V. El gene braquítico-2 en maíces comerciales del trópico colombiano. *Fototecnía Latinoamericana*, Cali, v.10, p.60-64, 1974.
- ARBOLEDA, F.R.; SARRIA, D.V.; MUÑOZ, S.G. Resultados preliminares de conversión de maíces normales en braquíticos. In: REUNION DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA, 5., 1973, Cochabamba. Cali: CIAT, 1973, p.273-277.
- BÜLOW, J.F.W. von. Efeito do gene braquítico-2 em populações análogas e em híbridos de milho (*Zea mays* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Série Agronomia, v.6, p.155-161, 1971.
- CAMPBELL, C.M. New dwarf and modifiers. In: AN. HY. CORN IND. CONF., 20., Washington. *Proceedings...* Washington: [s.n.], 1965, p.22-30.
- CASTRO, G.M. Competição entre populações de milho normais e braquíticas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 155p. Tese de Doutorado.
- COOK, O.F. Brachysm, a hereditary deformity of cotton and other plants. *Journal of Agricultural Research*, Washington, v.3, p.387-399, 1915.
- ESTEVES, A. Interação de genótipos por localidade em cruzamentos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1978. 70p. Tese de Mestrado.
- GALSTON, A.W.; DAVIES, P.J. Mecanismos de controle no desenvolvimento vegetal. [S.l.]: Ed. Blücher/EDUSP, 1972. 171p.
- GALVÃO, J.D. Comportamento do milho Piranão (braquítico-2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 106p. Tese de Doutorado.
- GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOSKY, R. Estimaciones de parámetros genéticos de caracteres de pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. *Relatório Científico*. Instituto de Genética. ESALQ, Piracicaba, v.7, p.74-82, 1977.
- HOEN, K.; ANDREW, R.H. Performance of corn hybrids with various rations of flint-dent germoplasm. *Agronomy Journal*, Madison, v.51, p.451-454, 1959.
- KEMPTON, J.H. Heritable characters of maize. III. Brachytic culm. *Journal of Heredity*, Washington, v.11, p.111-115, 1920.
- KHERA, A.S.; MALHOTRA, V.V.; SAXENA, V.K.; DHILLON, B.S. Role of brachytic-2 in genetic improvement of maize. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, Alexandria, v.4, p.430-432, 1975.
- LEITE, D.R. Comportamento de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 60p. Tese de Mestrado.
- LENG, E.L. Genetic production of short stalked hybrids. In: AN. HY. CORN IND. RES. CONF., 12., Washington. *Proceedings...* Washington: ASTA, 1957. p.80-86.
- ORTIZ-CERECERES, J.; ANGELES, H.H.; VASQUEZ, M.A. Formación de variedades braquíticas de maíz para el trópico mejicano. Méjico: INIA, Deptº de Maíz y Sorgo, 1973. 15p.
- PATERNIANI, E. Avaliação em cultivares de milho braquítico. *Relatório Científico*. Instituto de



- Genética. ESALQ, Piracicaba, v.14, p.61-68, 1980.
- PARTERNIANI, E. Avaliação em cultivares de milho de planta baixa. *Relatório Científico*. Instituto de Genética. ESALQ, Piracicaba, v.12, p.162-167, 1978.
- PATERNIANI, E. Avaliação de populações e híbridos braquíticos de milho. *Relatório Científico*. Instituto de Genética. ESALQ, Piracicaba, v.16, p.97-104, 1982.
- PATERNIANI, E. Origem e comportamento do milho Piranhã. *Relatório Científico*. Instituto de Genética. ESALQ, Piracicaba, v.7, p.148-161, 1973.
- PEREIRA, A.V.; SANTOS, J.A. Cultivares de milho precoce e de planta baixa para o estado do Espírito Santo. Cariacica: EMCAPA, 1982a. p.15. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 6).
- PEREIRA, A.V.; SANTOS, J.A. Cultivares de milho precoce e de planta baixa para o estado do Espírito Santo. Cariacica: EMCAPA, 1982b. p.1-5. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 9).
- POEY, F.R. Maíces enanos en México. *Agricultura de las Américas*, Kansas City, v.22, p.20-21, 1973.
- RUSCHEL, R. Interação genótipos x localidades na região centro-sul em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESAL-USP, 1968. 60p. Tese de Doutorado.
- SCHUSTER, W.; CERNJUL, Z.; POSSELT, U. Correlations between various characters of inbred strains of corn and the relationship between inbred strains and their hybrids tested at three different ecological locations. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.35, p.35-47, 1979.
- SEGOVIA-SEGOVIA, V.F. Avaliação da seleção massal em ambos os sexos para prolificidade em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESAL-USP, 1983. 91p. Tese de Mestrado.
- SINGH, H.; RAI, B. Effect of br-2 dwarfing gene of physiological parameters in maize. *Indian Journal of Agricultural Science*, Pantnagar, v.49, p.168-1732, 1979.
- SINGH, H.; RAI, B.; ASNANI, V.L. Influence of brachytic-2 dwarfing gene on the expression of leaf area index and light transmission in maize. *Indian Journal Genetics & Plant Breeding*, Pantnagar, v.39, p.419-424, 1979.
- SINGH, H.; RAI, B.; ASNANI, V.L. Morpho-physiologic basis for the expression of grain yield in brachytic-2 dwarf maize and its normal counterparts. *Indian Journal of Agricultural Science*, Pantnagar, v.47, p.341-345, 1977.
- SOKOLOV, B.P.; DOMASNEV, P.P. Brachytic forms in breeding hybrid maize. *Proceeding All-Union Lenin Academy Agriculture Science*, Russia, n.5, p.2-7, 1968.
- SOLOVENKO, T.A.; CHALYK, T.S. A study of dwarf maize hybrids. *Bulletin Academy Stúnce RSSMold*, Russia, n.6, p.20-029, 1971.
- SOUZA JÚNIOR, C.L.; GERALDI, I.O.; ZINSLY, J.R. Correlações genéticas e fenotípicas entre seis caracteres da população de milho (*Zea mays* L.) suwan. *Relatório Científico*. Instituto de Genética. ESAL, Piracicaba, v.14, p.246-252, 1980.
- STEIN, O.L. Rates of leaf initiation in two mutants of *Zea mays* L. dwarf-1 and brachytic-2. *American Journal of Botany*, Long Island, v.42, p.885-892, 1955.
- TREGUBENKO, M.J.; NEPOMNJASCIJ, V.I. The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yield. *Bulletin All-Union Science-Research Maize Institute*, Russia, n.6, p.20-26, 1969.
- VALVA, F.D. Heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESAL-USP, 1976. 70p. Tese de Mestrado.
- VALVA, F.D.; PATERNIANI, E. Comportamento de um cruzamento entre duas cultivares de milho braquítico-2. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 21., Piracicaba. *Anais. . . Piracicaba: [s.n.], 1976. p.81-82.*
- ZANETTE, V.A.; PATERNIANI, E. Competição entre cultivares de milho (*Zea mays* L.) braquítico em ciclos avançados de seleção. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.23, p.131-141, 1987.