

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE LINHAGENS S₄ DE MILHO EM CRUZAMENTOS TOP CROSSES

MARIANA MARTINS MARCONDES¹, MARCOS VENTURA FARIA¹, MARCELO CRUZ MENDES¹, BRUNO RODRIGUES DE OLIVEIRA¹, JÉSSICA FRANCIELLE SANTOS¹, PAULO HENRIQUE MATCHULA¹, ANNA LAURA BALZAN WALTER¹

¹Unicentro, Guarapuava, PR, Brasil, mariana.mmarcondes@hotmail.com, ventura_faria@yahoo.com.br, mcruzm@gmail.com, bruno_br6@hotmail.com, jehfran_@hotmail.com, paulo_h_matchula@hotmail.com, annalaurawalter@hotmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.1, p. 145-154, 2015

RESUMO - Objetivou-se avaliar o desempenho de 82 linhagens S₄ de milho, obtidas a partir do híbrido Penta, em *top crosses* com o híbrido simples P30F53 (testador) mais as testemunhas (P30F53, Penta e Status). Foram avaliados: florescimento masculino (FM); altura de planta (AP); altura de inserção de espiga (AE); e produtividade de grãos (PG), em dois espaçamentos. Houve diferença significativa entre os genótipos para todas as características avaliadas e somente não foi constatado efeito significativo dos espaçamentos para a PG. Contudo, a interação 'genótipos x espaçamentos', neste caso, foi significativa. Entre os híbridos *top crosses* (HTC), as médias para o FM variaram de 76 a 84 dias. A AP variou de 2,02 (HTC 188) a 2,51 m (HTC 213) e a AE de 1,09 (HTC 188) a 1,49 m (HTC 10). A PG, no espaçamento 1, variou de 6.815 (HTC 131) a 13.075 kg ha⁻¹ (HTC 213) e, no espaçamento 2, a PG variou de 5.273 (HTC 131) a 13.510 kg ha⁻¹ (HTC 82). Os híbridos *top crosses* 19, 82, 97 e 213 apresentaram alta produtividade de grãos, aliando características de plantas de estatura média e ciclo precoce. Portanto, suas respectivas linhagens S₄ devem ser avançadas em programas de melhoramento de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., linhagens parcialmente endogâmicas, melhoramento vegetal.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF S₄ MAIZE LINES IN TOP CROSSES

ABSTRACT - The present study aimed to evaluate the performance of 82 maize lines (S₄) generated from hybrid Penta, in top crosses with the simple cross hybrid P30F53 (tester), and checks (P30F53, Penta and Status). The characters evaluated were: male flowering (MF), plant height (PH), ear insertion height (EH) and grain yield (GY), in two row spacings. Significant difference was observed among the genotypes for all the characteristics evaluated except of row-spacing for GY, however the genotype x row-spacing interaction was significant in this case. Among the top cross hybrids (TCH) the averages for MF ranged from 76 to 84 days. The PH ranged from 2.02 (TCH) to 2.51 (TCH 213) and the EH from 1.09 (TCH 188) to 1.49 m (TCH 10). In the row-spacing 1, the GY ranged from 6,815 (TCH 131) to 13,075 kg ha⁻¹ (TCH 213) and in the row-spacing 2 from 5,273 (TCH 131) to 13, 510 kg ha⁻¹ (TCH 82) in the TCH. The top cross hybrids 19, 82, 97 and 213 showed high grain yield, combining characteristics of plants with medium height and early cycle. Therefore, their inbred lines should be advanced in breeding programs.

Key words: *Zea mays* L., partially inbred lines, plant breeding.

O milho é o exemplo mais notável da utilização do processo da hibridação para explorar a heterose, partindo de germoplasma que melhor atende aos propósitos do melhoramento. O desenvolvimento de híbridos exige rigor nos trabalhos de avaliação e de seleção de linhagens, considerando tanto o comportamento “per se”, quanto em combinações híbridas, a fim de orientar a escolha de genótipos superiores (Ferreira et al., 2009).

A primeira etapa para obtenção de híbridos envolve a escolha de populações-base, a partir das quais são obtidas as linhagens (Oliboni et al., 2013). Essas populações podem ser geradas a partir de híbridos comerciais, pois são genótipos testados em vários ambientes, que possuem características agronômicas desejáveis e acumulam grande proporção de alelos associados a alta produtividade e, portanto, são qualitativa e economicamente viáveis para a obtenção de linhagens, as quais são denominadas linhagens de segundo ciclo (Amorim & Souza, 2005). Carvalho et al. (2004) avaliaram a capacidade combinatória de 20 progênies S_2 obtidas de três híbridos simples comerciais distintos, em esquema de dialelo circulante, e observaram que os sintéticos obtidos apresentaram comportamento distinto para a extração de linhagens e que alguns híbridos de progênies S_2 apresentaram desempenho equivalente ou até mesmo superior aos híbridos comerciais. Do inter cruzamento de doze híbridos comerciais de milho, na avaliação do potencial para a geração de populações-base para obtenção de linhagens, Oliboni et al. (2013) identificaram híbridos para geração de populações com bom potencial de linhagens superiores no melhoramento intrapopulacional, bem como híbridos que apresentaram potencial para geração de populações para melhoramento interpopulacional.

Após a obtenção das linhagens, essas precisam ser avaliadas quanto à capacidade de combinação. O mérito relativo de linhagens parcialmente endogâmicas

pode ser avaliado por meio de *top crosses*, que permitem selecionar as linhagens de desempenho agrônômico superior quando cruzadas com um testador em comum, tornando mais racional e eficiente o desenvolvimento de híbridos (Paterniani et al., 2006; Ferreira et al., 2010; Cancellier et al., 2011; Guedes et al., 2011), com as vantagens da facilidade na obtenção dos cruzamentos e de avaliar um número elevado de linhagens ocupando menor área (Ferreira et al., 2009).

O objetivo com este trabalho foi avaliar, por meio de cruzamentos *top crosses*, o desempenho relativo de linhagens S_4 , provenientes da população gerada a partir do híbrido Penta, utilizando o híbrido simples P30F53 como testador, e selecionar as melhores linhagens S_4 com potencial para avançar o programa de melhoramento de milho da Unicentro visando à produção de grãos.

Material e Métodos

A partir de autofecundações de plantas da geração F_2 do híbrido comercial Penta, foram obtidas 82 linhagens parcialmente endogâmicas (S_4). Essas linhagens foram cruzadas com um testador de base genética restrita, o híbrido comercial P30F53, resultando em 82 híbridos *top crosses* que, juntamente com três testemunhas (os híbridos Penta, P30F53 e Status), foram avaliados em dois experimentos com espaçamentos distintos no município de Guarapuava, PR. Os três híbridos simples comerciais (Penta, P30F53 e Status) são de ciclo precoce, apresentam alto potencial produtivo e excelente qualidade de grãos, sendo todos recomendados para o cultivo de verão na região Sul do Brasil.

O clima da região de Guarapuava, segundo classificação de Köppen, é Cfb subtropical, sem estação seca definida, temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e com precipitação anual média de 1800

mm (Pereira et al., 2001), e solo classificado como Latossolo Bruno Aluminico típico (Embrapa, 2006).

O experimento com o espaçamento 1 foi conduzido na área experimental do *campus* Cedeteg da Unicentro (latitude 25°23'36"S, longitude 51°27'19"W e altitude de 1.120 m) e o experimento com o espaçamento 2 foi conduzido na área experimental da Fazenda Três Capões, da empresa Santa Maria (latitude 25°25'60"S, longitude 51°39'27"W e altitude de 990 m), na safra agrícola 2011/2012.

Os dois experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos com os tratamentos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída por duas linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 0,80 m no espaçamento 1 e em 0,45 m no espaçamento 2, totalizando área útil de 8 m² e 4,5 m², respectivamente. Em ambos os experimentos, a densidade foi de 70.000 plantas por hectare.

Os experimentos foram semeados manualmente em sistema de plantio direto, em 01/11/2011 no ambiente 1 e em 02/11/2011 no ambiente 2. Para todos os experimentos, foi realizada adubação de semeadura com 350 kg ha⁻¹ do formulado comercial NPK 8-28-16 e adubação nitrogenada de cobertura com 400 kg ha⁻¹ de ureia, parcelada em duas vezes, sendo a primeira no estádio de três folhas expandidas e a segunda com seis folhas expandidas.

Para manejo de plantas daninhas e insetos-praga, foram feitas aplicações comumente utilizadas para a cultura do milho (Fancelli & Dourado Neto, 2004). Não foram realizadas aplicações de fungicidas para o controle de doenças.

As características agronômicas avaliadas foram: florescimento masculino (FM); altura de planta (AP); altura de inserção de espiga (AE); e produtividade de grãos (PG). O florescimento masculino foi obtido pela contagem do número de dias até a emissão

de pendões em 50% das plantas na parcela, a contar da data de semeadura. A altura de planta e a altura de inserção de espiga foram obtidas pela média da medida de seis plantas competitivas de cada parcela, tomada desde o solo até a folha bandeira e até a inserção da espiga principal, respectivamente, após o completo florescimento. A produtividade de grãos foi estimada por meio da massa dos grãos do total de espigas da parcela, corrigida para 13% de umidade.

Para cada experimento, após constatado efeito não significativo para o número de plantas por parcela, foi realizada correção de estande de cada parcela pelo método da covariância (Ramalho et al., 2000), considerando o estande ideal para densidade de 70.000 plantas por hectare para ambos os ambientes. Os valores obtidos das características em cada experimento foram submetidos à análise de variância individual e, posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta considerando os dois espaçamentos. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Na análise conjunta, houve diferença significativa entre os genótipos para todas as características avaliadas e entre os espaçamentos para os caracteres florescimento masculino (FM), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), o que demonstra que os ambientes, apesar da proximidade entre os locais e as datas de semeadura, foram suficientemente distintos devido, principalmente, a diferenças no espaçamento e a arranjo entre as plantas (Tabela 1). Foi observada diferença significativa entre os híbridos *top crosses* e no contraste entre os híbridos *top crosses* com as testemunhas para todas as características. E, entre as testemunhas, apenas

para altura de planta e altura de inserção de espiga. Não houve efeito significativo dos espaçamentos para a produtividade de grãos (PG). Contudo, nesse caso as interações ‘genótipos x espaçamentos’ e ‘híbridos *top crosses* x espaçamentos’ foram significativas. Para todos os caracteres, o coeficiente de variação (CV) foi inferior a 12%, evidenciando a boa precisão experimental.

Na média geral dos genótipos, o florescimento masculino foi ligeiramente antecipado no espaçamento 1, quando comparado ao espaçamento 2 (Tabela 2). As médias do florescimento masculino variaram de 76 a 84 dias. Onze híbridos *top crosses* (HTC 103, HTC 135, HTC 141, HTC 148, HTC 163, HTC 165, HTC 169, HTC 187, HTC 189, HTC 236 e HTC 256) floresceram

mais tardiamente nos dois experimentos. Por outro lado, os híbridos *top crosses* HTC 72, HTC 88, HTC 89 e HTC 276 floresceram mais precocemente, indicando a existência de linhagens S_4 com potencial para serem utilizadas na obtenção de híbridos de ciclo mais precoce, de interesse na atualidade.

As médias de altura de plantas variaram de 2,02 m (HTC 188) a 2,51 m (HTC 213) e de altura de espigas de 1,09 m (HTC 188) a 1,49 m (HTC 10) (Tabela 2). Segundo Pinto et al. (2010), genótipos cujos valores de altura de planta estejam entre 2,80 m e 2,20 m são considerados de porte médio e genótipos menores que 2,20 m são considerados de baixa estatura e tendem a ser menos suscetíveis ao acamamento. Os híbridos *top*

TABELA 1. Resumo da análise de variância conjunta das características: florescimento masculino (FM), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AE) e produtividade de grãos (PG), de 85 híbridos *top crosses* de milho e testemunhas, avaliados na safra 2011/2012 em dois espaçamentos no Município de Guarapuava, PR. Unicentro, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	AP	AE	PG
Blocos/Espaçamentos	4	5,28	0,0256	0,0337	14516292
Genótipos (G)	84	20,47*	0,0701*	0,0463*	14561124*
Híbridos <i>top crosses</i> (HTC)	81	21,08*	0,0707*	0,0464*	11846589*
Testemunhas (T)	2	0,888	0,4421*	0,0263*	1672854
HTC vs T	1	10,50*	0,735*	0,0771*	260216617*
Espaçamentos (E)	1	1147,50*	4,8706*	3,8671*	17920804
G x E	84	0	0,0095	0,0085	2010980*
HTC x E	81	0	0,009494	0,0086	1992087*
T x E	2	0	0,0127	0,0004	2238301
(HTC vs T) x E	1	0	0,03061	0,0125	3086680
Erro médio	336	0,85	0,0093	0,0068	1436306
Média Geral		79,86	2,30	1,30	10,404
CV (%)		1,16	4,20	6,38	11,52

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2. Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias após a semeadura (das), da altura de planta (AP) e da altura de inserção de espiga (AE), em metros, e da produtividade de grãos (PG), em kg ha⁻¹, de 85 híbridos *top crosses* (HTC) e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois espaçamentos no município de Guarapuava, PR. Unicentro, 2012.

Genótipo	FM (das)	AP (m)	AE (m)	PG (kg ha ⁻¹)	
				Espaçamento 1	Espaçamento 2
HTC	Média	Média	Média		
3	79 C	2,21 B	1,19 B	11.922 Ba	11.078 Ca
5	80 C	2,40 A	1,38 A	11.160 Ba	11.724 Ca
7	79 C	2,26 B	1,25 B	11.534 Ba	10.269 Ca
9	79 C	2,30 A	1,29 B	10.919 Ba	10.875 Ca
10	80 C	2,49 A	1,49 A	10.942 Ba	9.123 Da
11	79 C	2,22 B	1,29 B	11.268 Ba	12.039 Ba
12	79 C	2,24 B	1,25 B	9.954 Ca	11.135 Ca
15	80 C	2,22 B	1,25 B	11.020 Ba	11.071 Ca
17	80 C	2,28 B	1,27 B	11.837 Ba	10.803 Ca
18	80 C	2,30 A	1,36 A	8.685 Ca	10.106 Ca
19	78 D	2,38 A	1,43 A	12.296 Aa	13.066 Ba
20	79 C	2,43 A	1,45 A	12.368 Aa	11.183 Ca
28	80 C	2,08 C	1,11 B	8.509 Da	6.370 Eb
29	78 D	2,26 B	1,31 A	10.822 Ba	10.779 Ca
31	80 C	2,29 B	1,23 B	11.648 Ba	10.846 Ca
32	80 C	2,28 B	1,35 A	11.369 Ba	10.928 Ca
37	78 D	2,34 A	1,39 A	11.458 Ba	9.129 Db
43	80 C	2,21 B	1,24 B	10.696 Ba	10.324 Ca
48	80 C	2,45 A	1,33 A	10.749 Ba	10.918 Ca
49	78 D	2,43 A	1,36 A	10.814 Ba	11.101 Ca
50	78 D	2,33 A	1,29 B	10.442 Ba	10.107 Ca
51	79 C	2,23 B	1,30 B	10.870 Ba	10.086 Ca
54	80 C	2,44 A	1,38 A	11.008 Ba	11.112 Ca
55	82 B	2,47 A	1,38 A	10.297 Bb	12.456 Ba
58	80 C	2,17 C	1,21 B	9.082 Ca	10.426 Ca
59	79 C	2,15 C	1,21 B	9.077 Ca	10.813 Ca

61	78 D	2,25 B	1,21 B	11.240 Ba	10.194 Ca
64	80 C	2,37 A	1,35 A	10.463 Ba	9.849 Ca
66	80 C	2,33 A	1,34 A	10.807 Ba	9.547 Ca
71	78 D	2,29 B	1,29 B	12.483 Aa	11.043 Ca
72	77 E	2,34 A	1,27 B	10.942 Ba	7.845 Db
77	80 C	2,42 A	1,40 A	11.164 Ba	11.699 Ca
82	80 C	2,42 A	1,41 A	12.737 Aa	13.510 Ba
84	78 D	2,23 B	1,35 A	10.363 Ba	10.381 Ca
85	79 C	2,43 A	1,35 A	11.341 Ba	11.210 Ca
87	80 C	2,31 A	1,34 A	10.204 Ca	11.078 Ca
88	76 E	2,20 B	1,25 B	10.991 Ba	10.297 Ca
89	76 E	2,19 B	1,24 B	10.350 Ba	9.402 Ca
91	78 D	2,37 A	1,43 A	11.821 Ba	10.270 Ca
92	79 C	2,17 C	1,20 B	9.778 Ca	10.151 Ca
97	80 C	2,40 A	1,36 A	12.672 Aa	13.530 Ba
100	80 C	2,47 A	1,44 A	11.695 Ba	11.340 Ca
103	84 A	2,34 A	1,34 A	9.970 Ca	9.014 Da
111	82 B	2,07 C	1,21 B	9.513 Ca	7.047 Db
131	82 B	2,08 C	1,15 B	6.816 Da	5.274 Ea
132	82 B	2,16 C	1,18 B	9.254 Ca	8.312 Da
133	81 B	2,13 C	1,13 B	9.823 Ca	7.626 Db
135	83 A	2,34 A	1,29 B	9.614 Ca	9.686 Ca
137	81 B	2,34 A	1,41 A	10.470 Ba	10.778 Ca
138	78 D	2,15 C	1,20 B	10.768 Ba	11.828 Ca
141	84 A	2,33 A	1,40 A	11.104 Ba	10.352 Ca
148	84 A	2,27 B	1,24 B	9.730 Ca	8.541 Da
150	82 B	2,13 C	1,14 B	7.923 Da	7.385 Da
163	84 A	2,28 B	1,28 B	8.973 Ca	8.503 Da
164	78 D	2,45 A	1,40 A	9.667 Ca	11.428 Ca
165	84 A	2,36 A	1,25 B	9.456 Ca	9.658 Ca
166	78 D	2,28 B	1,27 B	11.166 Ba	10.537 Ca
169	84 A	2,31 A	1,29 B	9.024 Ca	7.825 Da

170	82 B	2,36 A	1,34 A	10.727 Ba	10.266 Ca
171	80 C	2,22 B	1,23 B	10.785 Ba	11.001 Ca
179	82 B	2,27 B	1,22 B	7.016 Da	7.519 Da
181	79 C	2,19 B	1,20 B	11.434 Ba	9.784 Ca
186	82 B	2,34 A	1,34 A	10.233 Ca	10.831 Ca
187	83 A	2,27 B	1,22 B	8.438 Da	7.303 Da
188	82 B	2,02 C	1,09 B	7.309 Da	5.843 Ea
189	83 A	2,04 C	1,12 B	8.151 Da	5.555 Eb
193	78 D	2,30 A	1,26 B	9.856 Ca	8.147 Da
200	80 C	2,37 A	1,29 B	10.818 Ba	11.126 Ca
202	79 C	2,43 A	1,33 A	12.316 Aa	9.831 Cb
208	82 B	2,29 B	1,30 B	9.790 Ca	8.810 Da
211	79 C	2,34 A	1,33 A	10.759 Ba	9.977 Ca
213	79 C	2,51 A	1,46 A	13.075 Aa	13.021 Ba
233	80 C	2,42 A	1,39 A	11.804 Ba	9.654 Cb
236	83 A	2,29 B	1,27 B	10.829 Ba	10.377 Ca
241	80 C	2,36 A	1,36 A	10.337 Ba	12.055 Ba
244	78 D	2,46 A	1,41 A	11.847 Ba	12.543 Ba
246	81 B	2,26 B	1,23 B	9.103 Ca	9.506 Ca
255	79 C	2,27 B	1,32 A	9.678 Ca	11.595 Ca
256	84 A	2,28 B	1,27 B	9.237 Ca	8.555 Da
270	79 C	2,34 A	1,28 B	10.841 Ba	10.970 Ca
275	80 C	2,39 A	1,44 A	11.386 Ba	10.069 Ca
276	77 E	2,31 A	1,31 A	9.737 Ca	8.045 Da
Média	80	2,30	1,30	10.470	10.066
Testemunhas					
P30F53 (testador)	81 B	2,32 A	1,30 B	13.877 Aa	14.193 Aa
Penta (genitor)	80 C	2,30 A	1,36 A	13.853 Aa	15.570 Aa
Status	81 B	2,46 A	1,43 A	14.029 Aa	13.312 Ba
Média Esp. 1	78 b	2,40 a	1,39 a	-	-
Média Esp. 2	81 a	2,20 b	1,21 b	-	-
Média Geral	80	2,30	1,30	10.592	10.217

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

crosses mais baixos indicam que suas linhagens S_4 genitoras podem ser utilizadas na obtenção de híbridos de porte mais baixo.

Os híbridos *top crosses* HTC 28, HTC 188 e HTC 189 foram classificados nos grupos das menores médias de altura de plantas e altura de inserção de espiga. Entretanto, foram classificados no grupo de produtividade de grãos mais baixa em ambos os espaçamentos (Tabela 2). Isso indica que as linhagens S_4 genitoras desses *top crosses*, embora favoráveis quanto ao porte, não contribuíram para a produtividade de grãos de maneira satisfatória e, portanto, podem ser descartadas do programa de melhoramento. Diferentemente, o híbrido *top cross* HTC 213 e a testemunha comercial Status foram incluídos nos grupos de maior altura de planta e altura de inserção de espiga e também figuraram no grupo de genótipos mais produtivos nos dois espaçamentos.

Oliboni et al. (2013) avaliaram um dialelo de híbridos comerciais e encontraram valores negativos da capacidade geral de combinação dos híbridos Penta e P30F53 (utilizados no presente trabalho como genitor das linhagens e testador, respectivamente) para o florescimento masculino em Guarapuava, PR e para altura de planta em três locais do Centro-Sul do Paraná.

No geral, no espaçamento 1 de maior entrelinhas, as médias de altura de planta e de altura de inserção de espiga foram cerca de 8% e 13% superiores às médias obtidas no espaçamento entrelinhas reduzido (Tabela 2). Alterações no espaçamento entrelinhas promovem mudanças na competição entre as plantas que afetam as suas características e a produtividade, isso relacionado à eficiência na interceptação da radiação solar recebida no interior do dossel da cultura e da competição por água e nutrientes (Argenta et al., 2001a; 2001b).

As médias obtidas para altura de planta foram similares às relatadas por Oliboni et al. (2013)

na região Centro-Sul do Paraná. Contudo, foram de maior magnitude em relação aos valores obtidos por Ferreira et al. (2009), cuja média foi de 2,00 m para altura de planta em híbridos *top cross* de linhagens S_3 de milho avaliados em espaçamentos de 0,80 m e 0,90 m em três locais do estado de São Paulo. Essas diferenças provavelmente são atribuídas tanto pelas diferenças na constituição genética dos materiais, quanto às variações entre espaçamentos.

Para a produtividade de grãos, devido ao efeito significativo da interação 'genótipos x espaçamentos', as médias dos genótipos foram apresentadas e discutidas para cada ambiente. As médias tiveram amplitude de 6.815 kg ha⁻¹ (HTC 131) a 14.029 kg ha⁻¹ (Status) no espaçamento 1 (Tabela 2). Os híbridos *top crosses* HTC 19, HTC 20, HTC 71, HTC 82, HTC 97, HTC 202 e HTC 213 foram classificados como mais produtivos e não diferiram significativamente da testemunha Status, do testador P30F53 e do genitor Penta, o que se atribui ao alto potencial genético das linhagens S_4 genitoras desses *top crosses* para produtividade de grãos. Os híbridos Penta e P30F53 apresentaram médias altas e elevada estimativa da capacidade específica de combinação da produção de espigas despalhadas, em dialelo avaliado por Oliboni et al. (2013) na região Centro-Sul do Paraná, o que justifica a utilização destes no presente trabalho como fonte das linhagens e testador, respectivamente.

A produtividade de grãos no espaçamento 2 variou de 5.273 kg ha⁻¹ (HTC 131) a 15.569 kg ha⁻¹ (Penta) (Tabela 2). Apenas os híbridos comerciais Penta e P30F53 foram classificados no grupo dos mais produtivos, com produtividades médias de 15.569 kg ha⁻¹ e 14.192 kg ha⁻¹, respectivamente. Os híbridos *top crosses* HTC 11, HTC 19, HTC 55, HTC 82, HTC 97, HTC 213, HTC 241 e HTC 244 ficaram no segundo grupo de

maior produtividade e não diferiram estatisticamente da testemunha Status.

Os híbridos *top crosses* HTC 28, HTC 131, HTC 188 e HTC 189 mantiveram-se no grupo dos genótipos menos produtivos em ambos os espaçamentos, com médias de produtividades abaixo de 8.600 kg ha⁻¹ no espaçamento 1 (Tabela 2). Por outro lado, os *top crosses* HTC 19, HTC 82, HTC 97 e HTC 213 alcançaram produtividades superiores a 12.200 kg ha⁻¹ nos dois espaçamentos, indicando que as linhagens genitoras destes são promissoras para a obtenção de novos híbridos com elevada produtividade de grãos, considerando a época e a região do estudo. Na média dos espaçamentos, os *top crosses* HTC 188 e HTC 131 se mantiveram abaixo da produtividade média obtida no Paraná no ano agrícola 2011/12, de 6.800 kg ha⁻¹ (Conab, 2012).

As produtividades dos híbridos comerciais foram superiores às obtidas por Pfann (2010) no município de Guarapuava, que relatou 10.649 kg ha⁻¹, 10.554 kg ha⁻¹ e 9.226 kg ha⁻¹ para Status, Penta e P30F53, respectivamente. Provavelmente, pela diferença na área e pelas condições climáticas atuantes no período de desenvolvimento dos experimentos.

Conclusões

O método *top cross*, utilizando o híbrido simples P30F53 como testador, foi eficiente na avaliação do mérito relativo das linhagens S₄ provenientes do híbrido comercial Penta e auxiliou na seleção quanto às características agrônômicas para produção de grãos.

Os híbridos *top crosses* HTC 19, HTC 82, HTC 97 e HTC 213 apresentaram alta produtividade de grãos, plantas de estatura média e ciclo precoce, o que classifica as respectivas linhagens S₄ como promissoras para seguirem no programa de melhoramento.

Agradecimentos

À Capes, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao CNPq e à Fundação Araucária, pelo apoio financeiro.

Referências

- AMORIM, E. P.; SOUZA, J. C. de. **Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações S0 de híbridos simples comerciais.** *Bragantia*, Campinas, v.64, n.3, p.561-567, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.1, p.71-78, 2001a.
- ARGENTA, G.; SILVA P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001b.
- CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A.; CARVALHO, E. V.; DUTRA, D. P.; CORNÉLIO, G. L.; Avaliação de *top crosses* de milho no sul do Tocantins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.6, n.4, p.557-564, 2011.
- CARVALHO, A. D. F. de; SOUZA, J. C. de; RAMALHO, M.A.P. Capacidade de combinação de progênies parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.3, n.3, p.429-437, 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

- CONAB. **ACOMPANHAMENTO DE SAFRA BRASILEIRA:** grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2012. Brasília: Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_08_09_10_58_55_boletim_portugues_agosto_2012.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes:** Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Embrapa solos, Rio de Janeiro, 2. ed. 2006, 306p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** 2ed., Piracicaba, 2004, 360p.
- FERREIRA, E. A.; PATERNIANI M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E.; AZEVEDO FILHO, J. A.; GUIMARÃES, P. S. Desempenho de híbridos *top crosses* de linhagens S₃ de milho em três locais do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.319-327, 2009.
- FERREIRA, E. A.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SANTOS, F. M. C. Potencial de híbridos comerciais de milho para obtenção de linhagens em programas de melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** Goiânia, v.40, n.3, p.304-311, 2010.
- GUEDES, F. L.; SOUZA, J. C.; COSTA, E. F. N.; REIS, M. C.; CARDOSO, G. A., EMATNÉ, H. J. Evaluation of maize top crosses under two nitrogen levels. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v.35, n.6, p.1115-1121, 2011.
- OLIBONI, R.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J. T. V.; BATTISTELLI, G. M.; TEGONI, R. G.; OLIBONI D. F. Análise dialéctica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina: Ciências Agrárias.** Londrina, v.34, n.1, p.7-18, 2013.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LUDERS, R. R.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de *top crosses* em três locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.597-605, 2006.
- PAZIANI, S. de F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.3, p.411-417, 2009.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Classificação de Köppen. In: **Agrometeorologia.** Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2001, p.304-308.
- PFANN, A. Z. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos simples de milho na região Centro-Sul do Paraná.** 2010. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR.
- PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. P.; ABRAHÃO, J. J. dos S.; OLIVEIRA, J. S. e; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000. 326p.