

MELHORAMENTO GENÉTICO VEGETAL

AValiação DE SETE FAMÍLIAS S₂ PROLÍFICAS DE MINIMILHO PARA A PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS⁽¹⁾

LUÍS ROBERTO FRANCO RODRIGUES⁽²⁾; NORBERTO DA SILVA⁽³⁾; EDSON SEIZO MORI⁽³⁾

RESUMO

Sete famílias S₂ de minimilho foram cruzadas entre si em esquema dialélico completo. Os híbridos simples obtidos foram avaliados na Estação Experimental de São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de São Paulo (UNESP-Botucatu). O experimento foi delineado em blocos casualizados com três repetições. As parcelas consistiram de fileiras de 5 m espaçadas entre si por 0,90 m, com 50 plantas cada uma. Avaliaram-se as seguintes características: número de espigas por parcela (NE), massa de espigas com palha (MECP) e sem palha (MESP), comprimento de espigas com palha (CECP) e sem palha (CESP), diâmetro de espigas com palha (DECP) e sem palha (DESP), altura da planta (AP) e da espiga (AE). Estimaram-se os efeitos da capacidade geral e específica de combinação das famílias pelo método 4, modelo estatístico 1, proposto por Griffing. Houve predominância dos efeitos gênicos aditivos para a massa de espigas com palha e sem palha. Entretanto, para o comprimento de espigas sem palha, diâmetro de espigas com palha e sem palha, altura de planta e altura de espigas, os efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram equivalentes. Pelas estimativas das capacidades combinatórias para o número de espigas por parcela, massa de espigas com palha e sem palha, a família 27 é a indicada para obter genótipos superiores.

Palavras-chave: minimilho, famílias S₂, capacidade de combinação.

ABSTRACT

EVALUATION OF SEVEN PROLIFIC BABY CORN S₂ FAMILIES FOR HYBRIDS PRODUCTION

Seven baby corn families were crossed in a complete diallel scheme. The single-cross hybrids obtained were assessed at São Manuel Experimental Station of Crop Sciences School (Faculdade de Ciências Agrônômicas) of São Paulo State University -Botucatu (UNESP). The experiment was set up in a randomized complete block design with three replications. The experimental plot consisted of one row, 5 m long, with 50 plants. Rows were spaced 0.90 m apart. The traits assessed included: number of ears per plot (NE), weight of ears husked (MECP) and dehusked (MESP), length of ears husked (CECP) and dehusked (CESP), diameter of ears husked (DECP) and dehusked (DESP), plant height (PH) and ear height (EH). General and specific combining ability effects (GCA and SCA) were estimated by Griffing's Method 4, Model 1. There was predominance of additive effects for weight of ears husked and dehusked. However, for other parameters, such as length of ears dehusked, diameter of ears husked and dehusked, plant height and ear height, there was equivalence of additive and non-additive gene effects. The family 27 is indicated for obtantion of superior genotypes from the estimates of combining abilities for number of ears per plot, weight of ears husked and dehusked.

Key words: Baby corn, S₂ families, combining ability.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 28 de outubro de 2002 e aceito em 23 de outubro de 2003.

⁽²⁾ Departamento de Genética, Instituto de Biociências-UNESP, Distrito de Rubião Júnior, s/n, 18618-000 Botucatu (SP).

⁽³⁾ Departamento de Produção Vegetal, FCA-UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu (SP).

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de minimilho ou “baby corn” (*Zea mays* L.) ainda é inexpressiva, apesar de os mercados interno e externo indicarem alto potencial econômico desse produto.

A maior parte do minimilho em conserva encontrada em nosso país ainda é importada da Tailândia (PEREIRA FILHO et al., 1998a).

Para a produção de minimilho ainda não existem cultivares comerciais específicas e a escolha das mais adequadas é considerada a etapa mais crítica para o cultivo do minimilho (PEREIRA FILHO et al., 1998ab; THAKUR et al., 2000). Em razão da maior aceitação pelo mercado consumidor, as cultivares de milho doce e pipoca têm sido as mais utilizadas (PEREIRA FILHO et al., 1998). Entretanto, uma das desvantagens no uso de cultivares de milho doce é o desenvolvimento muito rápido das espiguetas que, ao crescerem demais, podem perder seu valor comercial (BAR-ZUR e SAADI, 1990). Além da qualidade, outras características como porte mais baixo, amadurecimento precoce, uniformidade do florescimento e prolificidade têm sido consideradas mais adequadas para a produção de minimilho (THAKUR et al., 2000).

A utilização de híbridos prolíficos é uma alternativa para obter espiguetas de maior qualidade e reduzir o custo de produção, pois o número de espiguetas colhidas por planta é maior (BAR-ZUR e SAADI, 1990). Ademais, a área de plantio pode ser reduzida em comparação com as cultivares ou híbridos não prolíficos que necessitam de maior densidade populacional para obter alta produtividade.

A heterose tem sido utilizada no melhoramento do milho desde o conceito inicial apresentado por SHULL (1909), envolvendo híbridos simples. Assim, o desenvolvimento de novos híbridos depende da capacidade de combinação das linhagens que vão integrar a produção desses híbridos. Desse modo, é indispensável o conhecimento das combinações híbridas superiores (DELBONI et al., 1989). Com relação ao minimilho, ainda há necessidade de realizar vários trabalhos para definir o manejo mais adequado da cultura, quantificar o potencial genético e qualitativo das diversas cultivares comerciais utilizadas para a produção de minimilho, determinar a herdabilidade das características mais apropriadas para a produção *in natura* ou industrializada e desenvolver cultivares específicas.

GRIFFING (1956) propôs um método para estimar a capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC), definidas por SPRAGUE e TATUM (1942). Esse método tem sido utilizado no melhora-

mento de várias culturas, visando identificar as melhores combinações híbridas entre linhagens, famílias e variedades.

O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade geral e específica de combinação de sete famílias de minimilho para diversos caracteres.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Pesquisa e Produção da Faculdade de Ciências Agronômicas-UNESP, em São Manuel (SP), situada nas coordenadas cartográficas de 22° 44' 5'' latitude sul, 48° 34' 0'' longitude oeste, na altitude média de 750 m, com clima do tipo mesotérmico (Cwa) (ESPINDOLA et al., 1974).

Com base em uma população segregante de milho pipoca indígena foram selecionadas, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas (UNESP - Campus de Botucatu), várias plantas mantenedoras para a produção de minimilho. Após cinco ciclos de seleção, essas plantas deram origem a duas populações: A e B. Novos cruzamentos dessas populações com milho doce, seguidos de cruzamentos pareados entre plantas macho-estéreis e macho-férteis e autofecundações das plantas férteis deram origem, na geração S₂, a sete famílias macho-estéreis e doces identificadas como 21A, 23A, 25A, 27A, 29A, 31A e 33A com suas respectivas famílias mantenedoras 21B, 23B, 25B, 27B, 29B, 31B e 33B (SILVA e IKUTA, 1995). Todas essas famílias foram intercruzadas, seguindo-se o esquema dialélico completo 7 x 7.

Os 21 híbridos simples obtidos foram avaliados em 2000/01. Foi feita a análise prévia do solo, corrigindo-se o pH para 6,0. A adubação básica utilizada foi de 500 kg.ha⁻¹ da formulação 4-14-8. O preparo do solo foi convencional, com uma aração e duas gradagens de nivelamento. Em cobertura, foi aplicada a dose de 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, aos 15 dias após a emergência.

O experimento foi delineado em blocos casualizados com três repetições, com parcelas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,90 m entre si. As parcelas foram semeadas manualmente em 28 de agosto de 2000 e, após 22 dias, realizado o desbaste deixando-se 50 plantas por parcela para obter o estande de 110.000 plantas.ha⁻¹. Na área experimental foi feita a bordadura com duas fileiras de plantas. O controle de plantas daninhas, assim como o de pragas e doenças, foi realizado conforme a recomendação local. O experimento foi irrigado periodicamente.

A colheita iniciou-se após 84 dias da semeadura, quando o estilo-estigma apresentou comprimento variando de 1 a 2 cm. Foram realizadas oito colheitas manuais, com intervalos de um dia. Avaliaram-se as seguintes características: número total de espigas por parcela (NE), feito imediatamente após a colheita; massa de espigas com palha (t.ha⁻¹) (MECP); massa de espigas sem palha (t.ha⁻¹) (MESP); comprimento de espigas com palha (CECP) e sem palha (CESP), em centímetros; diâmetro de espigas com palha (DECP) e sem palha (DESP), em centímetros; altura de planta (AP), em metros, medida do nível do solo até a inserção da folha bandeira em cinco plantas competitivas, ao acaso em cada parcela; altura de inserção da primeira espiga (AE), em metros, medida do nível do solo até a inserção da primeira espiga nas mesmas plantas utilizadas para determinar a altura. Para o número de espigas por parcela, os dados foram transformados em raiz quadrada, conforme recomendação dada por STEEL e TORRIE (1960). Após a análise da variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey, foram estimados os efeitos de capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação empregando-se o método 4, modelo estatístico 1, proposto por GRIFFING (1956), com base no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

em que:

m: média geral; g_i, g_j: efeitos da capacidade geral de combinação do i-ésimo e j-ésimo progenitores; s_{ij}: efeito da capacidade específica de combinação para cruzamentos entre os progenitores de ordem i e j; e_{ij}: erro experimental médio.

As análises de variância e o teste de Tukey foram realizados utilizando-se o Proc Anova (SAS INSTITUTE, 1995). As análises dialélicas foram realizadas com o programa GENES (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias dos híbridos simples, o coeficiente de variação (C.V.%) e a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. A precisão experimental, estimada pelo coeficiente de variação, foi maior para o comprimento de espigas com palha (4,93%), comprimento de espigas sem palha (5,10%) e altura de planta (6,60%), sendo essas características menos afetadas pelas variações ambientais não controláveis. As outras características apresentaram coeficientes de variação entre 7,91% e 14,68%.

Para o número de espigas por parcela, pode-se observar que os híbridos não apresentaram diferenças significativas entre si. Esse resultado já era

esperado, uma vez que, alta prolificidade é uma característica comum em populações de milho pipoca (GAMA et al., 1990). Os híbridos mais produtivos foram 25A x 29B e 29 A x 33B.

Quanto à produção de espigas com palha, o híbrido 27A x 29B foi o mais produtivo e diferiu significativamente em relação ao híbrido 23 A x 33B.

Com a retirada do minimilho, a palha das espiguetas, bem como as folhas, o pendão, o colmo e as espigas não comerciais podem ser utilizados como forragem para alimentação bovina e de outros animais (PEREIRA FILHO et al., 1998a) e como condicionadores do solo. Considerando-se esses aspectos, os híbridos 27A x 29B e 25A x 29B produziram a maior quantidade de palha (Tabela 1).

Em relação à produção de espigas sem palha, o híbrido 27A x 29B diferiu significativamente dos híbridos 21A x 33B, 21A x 25B, 21A x 31B, 21A x 33B, 23A x 31B, 23A x 33B, 25A x 31B, 25A x 33B e 31A x 33B ao apresentar média de produtividade de 2,09 t.ha⁻¹ de espigas sem palha (Tabela 1). Outros híbridos, tais como 25A x 29B, 29A x 33B e 21A x 29B também apresentaram alta produção. O menor valor para essa característica foi observado para o híbrido 23A x 33B (1,02 t.ha⁻¹).

Considerando o comprimento de espigas com palha, pode ser observado que, dentre os híbridos, o cruzamento 27A x 29B apresentou o maior comprimento médio de espigas e diferiu significativamente em relação ao híbrido 23A x 25B (Tabela 1).

Para o comprimento de espigas sem palha, o diâmetro de espigas com palha e sem palha e a altura de espiga não houve diferenças significativas entre os híbridos (Tabela 1).

A avaliação do comprimento e diâmetro de espigas sem palha é importante para a indústria de conservas. As medidas padronizadas para o comprimento de espigas sem palha utilizadas para conserva devem variar de 4,5 a 10 cm e de 0,7 a 1,7 cm para o diâmetro (BAR-ZUR e SAADI, 1990). O comprimento das espigas sem palha apresentou valores entre 6,4 e 8,50 cm e o diâmetro de espigas sem palha de 1,11 cm e 1,32 cm. Desse modo, todos os híbridos apresentaram essas características entre os valores comerciais. Deve ser ressaltado que, no presente estudo, não se obteve o número médio de espigas comerciais de minimilho por planta ou parcela. Essa característica é muito importante para a indústria de conserva. Em conjunto com a produção de espigas, o número de espigas comerciais poderá distinguir ainda mais as cultivares ou variedades mais adequadas para o cultivo do minimilho e, portanto, deverá ser avaliado em experimentos futuros.

Tabela 1. Médias do número de espigas por parcela (NE), massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), comprimento de espigas com palha (CECP), comprimento de espigas sem palha (CESP), diâmetro de espigas com palha (DECP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), da altura da planta (AP) e da altura da espiga (AE) de 21 híbridos simples de minimilho obtidos de um cruzamento dialélico 7 x 7, em São Manuel (SP), 2000

Híbridos	NE	MECP	MESP	CECP	CESP	DECP	DESP	AP	AE
	t.ha ⁻¹			cm			m		
21A x 23B	100,14ab	7,17ah	1,31ch	19,10af	7,36be	2,21b	1,11a	2,08aj	1,21a
21A x 25B	94,87ac	7,26ah	1,17di	19,70ae	7,90be	2,10b	1,22a	2,20ad	1,28a
21A x 27B	92,05ac	7,710ag	1,41bg	20,10ad	8,03be	2,10b	1,22a	2,18af	1,23a
21A x 29B	103,81ab	8,83ad	1,70ad	19,00af	8,20be	2,21b	1,23a	1,94fl	1,21a
2A x 31B	113,33ab	7,91af	1,40cg	18,00cg	7,63be	2,01b	1,23a	1,86in	1,24a
21A x 33B	100,31ab	6,81ai	1,19di	18,20bg	7,66be	2,02b	1,14a	2,09ai	1,10a
23A x 25B	111,63ab	7,33ah	1,43bg	17,30dg	7,30be	2,02b	1,21a	2,08ai	1,31a
23A x 27B	119,30a	9,54ac	1,61ae	20,00ad	8,06be	2,03b	1,22a	2,25ac	1,29a
23A x 29B	116,30ab	8,98ac	1,54be	19,80ae	7,40be	2,12b	1,23a	2,04ak	1,11a
23A x 31B	100,87ab	7,48ah	1,30dh	19,30af	7,66be	2,01b	1,21a	2,14ah	1,28a
23A x 33B	111,32ab	6,52bi	1,02hk	18,72bg	6,40cd	1,93b	1,11a	1,99ck	1,20a
25A x 27B	108,66ab	8,95ac	1,52bf	19,11af	7,66be	2,14b	1,21a	2,28ab	1,16a
25A x 29B	129,16a	10,89ab	1,91ac	20,01ad	7,73be	2,02b	1,22a	2,21ad	1,30a
25A x 31B	109,83ab	8,15ae	1,34ch	18,60bg	7,20be	2,02b	1,11a	2,07aj	1,14a
25A x 33B	98,70ab	6,81ah	1,14dh	20,22ad	7,36be	2,02b	1,12a	2,10ai	1,30a
27A x 29B	114,24ab	11,23a	2,09ab	20,82ac	8,50ac	2,32b	1,31a	1,97dl	1,14a
27A x 31B	101,12ab	8,96ac	1,58ae	20,23ad	8,43ad	2,23b	1,32a	2,25ac	1,21a
27A x 33B	106,65ab	8,31ae	1,44bg	20,13ad	7,50be	2,42b	1,14a	2,02bl	1,27a
29A x 31B	103,88ab	8,51ae	1,59ae	18,82bf	7,13be	2,22b	1,23a	1,87hm	1,17a
29A x 33B	123,91a	9,22ac	1,71ad	18,72bg	7,56be	2,12b	1,21a	2,17af	1,31a
31A x 33B	103,98ab	7,17ah	1,26ch	17,93cg	6,80ce	2,02b	1,12a	2,09ai	1,14a
Média	107,81	8,27	1,46	19,23	7,59	2,11	1,20	2,09	1,22
C.V.(%)	14,68	15,15	13,70	4,93	5,10	8,21	7,91	6,60	8,98
D.M.S.	53,97	4,53	0,68	2,99	2,15	0,95	0,41	0,27	0,39

As médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Com relação à altura da planta, os híbridos 23A x 27B, 25A x 27B e 27A x 31B apresentaram as maiores alturas e diferiram em relação ao híbrido 21A x 33B (Tabela 1). A altura de planta considerada ótima para facilitar a colheita do minimilho varia de 2 a 2,5 m; para a inserção da primeira espiga o recomendado é a altura de 0,50 m (KUMAR e SINGH, 1999). A altura dos híbridos variou de 1,86 a 2,28 m, com média de 2,02 m. Para a altura da inserção da primeira espiga, a variação foi de 1,10 a 1,31 m, com média

geral de 1,30 m (Tabela 1). Desse modo, é possível selecionar entre os híbridos avaliados, aqueles que contribuam para diminuir a altura da inserção da espiga, pela seleção indireta de plantas de menor porte, em vista da correlação positiva encontrada entre essas duas características (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1988; MERLO et al. 1988). Assim, o híbrido 27A x 29B, além de apresentar alta produtividade média, também mostrou altura de planta e de espiga mais adequadas para a colheita.

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância e componentes quadráticos das capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, para número de espigas por parcela (NE), massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), comprimento de espigas com palha (CECP), comprimento de espigas sem palha (CESP), diâmetro de espigas com palha (DECP), diâmetro de espigas sem palha (DESP), altura de planta (AP) e altura da espiga (AE), avaliados em 21 híbridos de minimilho. São Manuel (SP), 2000

F.V.	GL	NE	MECP	MESP	CECP	CESP	DECP	DESP	AP	AE
			t.ha ⁻¹		cm			m		
Híbridos	20	266,54**	4,90**	0,20**	2,55**	0,76**	0,04**	0,011**	0,04**	0,014**
CGC	6	418,48**	13,76**	0,58**	3,99**	1,70**	0,07**	0,025**	0,06**	0,06**
CEC	14	201,42**	1,11*	0,04**	1,93**	0,36**	0,03**	0,005 ^{ns}	0,04**	0,018**
Resíduo	40	77,67	0,52	0,01	0,30	0,05	0,01	0,003	0,006	0,004
Componentes quadráticos										
CGC		67,00	2,65	0,11	0,74	0,33	0,012	0,004	0,011	0,0004
CEC		117,96	0,59	0,03	1,63	0,31	0,020	0,002	0,034	0,014

As análises de variância mostraram diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os híbridos para todas as características avaliadas, indicando a existência de variabilidade genética entre os parentais.

Para a capacidade geral de combinação, efeitos significativos foram observados para todas as características ($P < 0,01$) (Tabela 2).

O diâmetro de espigas sem palha foi a única característica que não apresentou diferenças significativas para a capacidade específica de combinação (Tabela 2). As diferenças significativas encontradas para CGC e CEC indicam a existência de efeitos gênicos aditivos e não aditivos envolvidos no controle dessas características.

Quanto ao tipo de ação gênica predominante, o componente quadrático da capacidade geral de combinação, sendo superior ao relativo à capacidade específica de combinação, evidencia predominância dos efeitos aditivos na expressão da massa de espigas com palha e sem palha (Tabela 2). Para o número de espigas por parcela e comprimento de espigas com palha houve o predomínio dos efeitos não aditivos. Para as demais características, os efeitos aditivos e não aditivos foram igualmente importantes.

As estimativas da capacidade geral de combinação de cada família e os desvios-padrão (DP) dos efeitos de dois genitores diferentes são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g_i) para número de espigas (NE), massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), comprimento de espigas com palha (CECP), comprimento de espigas sem palha (CESP), diâmetro de espigas com palha (DECP), diâmetro de espigas sem palha (DESP), altura de planta (AP) e altura da espiga (AE) para 7 famílias S₂ de minimilho

Famílias	NE	MECP	MESP	CECP	CESP	DECP	DESP	AP	AE
		t.ha ⁻¹		cm			m		
21	-8,473	-0,790	-0,116	-0,255	-0,244	-0,001	-0,005	-0,038	-0,009
23	2,537	-0,524	-0,110	-0,231	-0,277	-0,067	-0,017	0,009	0,171
25	1,195	-0,050	-0,050	-0,086	-0,083	-0,067	-0,017	0,009	0,035
27	-0,971	1,012	0,178	1,003	0,523	0,117	0,059	0,083	-0,003
29	8,885	1,604	0,358	0,359	0,191	0,071	0,051	-0,067	-0,015
31	-2,773	-0,292	-0,058	-0,489	-0,143	-0,029	-0,009	-0,051	-0,027
33	-0,401	-0,960	-0,200	-0,291	-0,457	-0,025	-0,067	-0,015	-0,011
DP (g_i-g_j)	3,34	0,26	0,042	0,20	0,08	0,04	0,02	0,03	0,02

Fonte: Griffing (1956).

Deve ser ressaltado que, sendo este um modelo fixo, as estimativas são válidas para o conjunto de parentais testados e, em outras combinações dialélicas, a capacidade de combinação poderá ser diferente, dependendo da constituição genética dos demais parentais (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Quando se consideram características importantes como o número de espigas, massa de espigas com palha e sem palha, a família 29 apresentou os

maiores efeitos positivos (Tabela 3) e, de fato, essa família produziu nos cruzamentos com outras famílias, os melhores híbridos (Tabela 1).

Para a altura de planta e da espiga a família 29 apresentou, respectivamente, os valores ($g_i = -6,7$ cm) e ($g_i = -15,0$ cm) o que contribui para a redução dessas duas características. Como mencionado, as plantas de porte mais baixo facilitam ainda mais a colheita.

Tabela 4. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (s_{ij}) de 21 híbridos de minimilho para número de espigas (NE), massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), comprimento de espigas com palha (CECP), comprimento de espigas sem palha (CESP), diâmetro de espigas com palha (DECP), diâmetro de espigas sem palha (DESP), altura da planta (AP) e da espiga (AE)

Híbridos	NE	MECP	MESP	CECP	CESP	DECP	DESP	AP	AE
		t.ha ⁻¹		cm			m		
21Ax23B	-1,737	0,211	0,076	0,357	-0,211	0,169	-0,063	0,019	-0,017
21Ax25B	-5,664	-0,1733	-0,124	0,813	0,145	0,059	0,047	0,067	0,035
21Ax27B	-6,319	-0,785	-0,112	0,123	-0,331	-0,125	-0,019	0,045	0,023
21Ax29B	-4,415	-0,257	0,011	-0,333	0,171	0,031	-0,011	-0,045	0,015
21Ax31B	16,763	0,719	0,114	-0,475	-0,065	-0,069	0,031	-0,141	0,057
21Ax33B	1,371	0,287	0,046	-0,483	0,279	-0,063	0,017	0,053	-0,110
23Ax25B	0,085	-0,369	0,130	-1,61	0,065	0,045	0,049	-0,099	0,040
23Ax27B	9,921	0,779	0,082	-0,001	0,219	-0,129	-0,007	0,069	0,057
23Ax29B	-2,935	-0,373	-0,166	0,443	-0,109	0,007	0,001	0,009	-0,111
23Ax31B	-6,707	0,023	0,008	0,800	0,485	-0,003	0,023	0,009	0,071
23Ax33B	1,371	-0,269	-0,130	0,013	-0,461	-0,087	-0,001	-0,093	-0,037
25Ax27B	0,623	-0,285	-0,068	-1,035	-0,375	-0,020	-0,017	0,027	-0,091
25Ax29B	11,267	1,063	0,144	0,509	0,027	-0,095	-0,009	0,107	0,061
25Ax31B	3,595	0,219	-0,012	-0,043	-0,169	0,0067	-0,077	-0,049	-0,087
25Ax33B	-9,907	-0,453	-0,071	1,369	0,305	0,003	0,009	-0,055	0,045
27Ax29B	-1,487	0,341	0,096	0,229	0,191	0,023	0,015	-0,135	-0,161
27Ax31B	-2,949	-0,033	0,011	0,497	0,455	0,033	0,068	0,140	0,021
27Ax33B	0,209	-0,015	0,002	0,189	-0,161	0,219	-0,037	-0,137	0,053
29Ax31B	-10,051	-1,075	-0,168	-0,269	-0,513	0,069	-0,025	-0,101	-0,007
29Ax33B	7,613	0,303	0,094	-0,577	0,2313	-0,035	-0,031	0,163	0,105
31Ax33B	-0,659	0,149	0,058	-0,509	-0,195	-0,035	-0,017	0,068	-0,053
DP (S_{ij})	4,31	0,34	0,05	0,26	0,11	0,05	0,03	0,04	0,03
DP ($S_{it} - S_{ik}$)	0,730	0,53	0,08	0,40	0,16	0,07	0,04	0,06	0,05
DP ($S_{it} - S_{kl}$)	0,632	0,46	0,07	0,35	0,14	0,06	0,03	0,05	0,04

Fonte: Griffing (1956).

As famílias 21, 31 e 33 apresentaram efeitos negativos de capacidade geral de combinação para todas as características avaliadas.

As estimativas da capacidade específica de combinação e os desvios-padrão dos efeitos de dois híbridos F1 com ou sem parental comum e entre dois parentais são apresentados na Tabela 4.

As combinações híbridas superiores que interessam ao melhoramento são aquelas que possuem estimativas de capacidade de combinação específica mais favoráveis e, também, envolvam pelo menos um dos parentais que tenham apresentado o mais favorável efeito da capacidade geral de combinação (CRUZ e REGAZZI, 1994). Sob esse aspecto, podem-se destacar os dois híbridos que apresentaram maior produção de espigas com e sem palha (Tabela 1), quais sejam 25A x 29B e 27A x 29B. Para a produção de espigas com palha, no híbrido 25A x 29B estão associados o alto efeito da capacidade geral de combinação da família 29 (1,604 t.ha⁻¹) com um dos maiores efeitos de combinação específica de combinação estimada (1,063 t.ha⁻¹), já que a família 25 apresenta um gi baixo (-0,050 t.ha⁻¹). Nesse caso, a participação da capacidade específica de combinação é significativa à produção do híbrido, contribuindo quase igualmente, para a capacidade geral de combinação de ambas as famílias, com base em efeitos gênicos dominantes e epistáticos (GARDNER et al., 1953; GARDNER e EBERHART, 1966; GARDNER, 1965). Para o híbrido 27A x 29B, estão associados altos efeitos da capacidade geral de combinação das famílias 27 (1,012 t.ha⁻¹) e 29 (1,604 t.ha⁻¹) com um baixo efeito da capacidade específica de combinação das duas famílias (0,341 t.ha⁻¹). Nesse caso, portanto, a alta produtividade não é função de complementaridade gênica dominante das famílias, mas de efeitos aditivos.

Para a produção de espigas sem palha, os resultados foram semelhantes aos de produção de espigas com palha, ou seja, para o híbrido 25 A x 29B verificou-se que o efeito da capacidade específica de combinação foi mais significativo, enquanto para o híbrido 27A x 29B o efeito da capacidade geral de combinação foi importante. Dessa forma, para a produção de espigas com ou sem palha, a família 29 apresentou o maior potencial de produção, seguida da família 27.

Para o comprimento de espigas com e sem palha, os maiores efeitos positivos de capacidade geral de combinação foram apresentados pelas famílias 27 e 29 (Tabela 3).

Para as mesmas características, os maiores efeitos positivos de capacidade específica de combinação foram observados para os cruzamentos 23A x 31B e 25A x 33B (Tabela 4).

Para o diâmetro de espigas com e sem palha, os maiores efeitos positivos da capacidade geral de combinação foram observados para as famílias 27 e 29. Para as mesmas características, os cruzamentos 21A x 25B, 23A x 31B, 25A x 33B, 27A x 29B e 27A x 31B apresentaram os maiores efeitos positivos para capacidade específica de combinação.

Para a altura de planta e espiga, a maior parte das famílias parentais apresentou efeitos negativos de capacidade geral de combinação, mostrando que, na média, esses parentais contribuíram para reduzir a altura da planta e da espiga em cruzamentos. Para essas características, as famílias 29 e 31 apresentaram os maiores efeitos negativos. Para a capacidade específica de combinação, o cruzamento 29A x 33B revelou o maior efeito positivo para altura de planta e da espiga, enquanto o cruzamento 29A x 33B apresentou o maior efeito negativo para as mesmas características.

4. CONCLUSÕES

1. A família 29 foi a mais promissora para o aumento do número de espigas por parcela e massa de espigas com palha e sem palha;
2. Para o aumento do comprimento das espigas com palha e sem palha, do diâmetro de espigas com palha e sem palha, a família 27 foi a que mais contribuiu;
3. A família 23 foi a que mais contribuiu para o aumento da altura da planta e da espiga, enquanto as famílias 29 e 31 contribuíram para a redução das mesmas características.
4. Efeitos gênicos aditivos foram mais importantes para a expressão da massa de espigas com palha e sem palha enquanto, para o comprimento de espigas sem palha, diâmetro de espigas com palha e sem palha, altura de planta e altura de espigas, os efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram equivalentes.

REFERÊNCIAS

- BAR-ZUR, A.; SAADI, H. Profilic maize hybrids for baby corn. *Journal Horticultural Science*, Ashford, v.65, n.1, p.97-100, 1990.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 390p.

- DELBONI, J. S.; SILVA, J. C.; CRUZ, C. D.; SILVA, C. H. O. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades de milho braquítico-2, usando o método de Gardner e Eberhart. **Revista Ceres**, Lavras, v.36, n.206, p.365-372, 1989.
- ESPINDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1973, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.650-651.
- GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.; SILVA, J.B.; SANA, L.M.; VIANA, P.A.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; CORREA, L.A.; FERNANDES, F.T. Milho pipoca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.165, p.8-12, 1990.
- GARDNER, C. O. Teoría de genética estadística aplicable a las medias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. **Fitotecnia Latinoamericana**, San Jose, v.2, p.11-22, 1965.
- GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. **Biometrics**, Raleigh, v.45, p.439-452, 1966.
- GARDNER, C. O.; HARVEY, P. H.; COMSTOCK, R. E. Dominance of genes controlling quantitative characters in maize. **Biometrics**, Raleigh, v.45, p.186-191, 1953.
- GRIFFING, J. B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel systems. **Australian Journal Biological Science**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2.ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.
- KUMAR, T. V.; SINGH, V. S. Genetic variability studies for baby corn in maize (*Zea mays* L.). **Agricultural Science Digest**, Karnal, v.19, n.1, p.67-71, 1999.
- MERLO, E., FORNASIERI FILHO, D., LAN-SÁNCHEZ, A.. Avaliação de sete cultivares de milho pipoca (*Zea mays*, L.) em três densidades de semeadura. **Científica**, São Paulo, v.16, n.2, p.245-51, 1988.
- PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G; FURTADO, L. A. A. **Produção do minimilho**. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998a. p.1-6. (Pesquisa em Andamento, 23)
- PEREIRA FILHO, I.A.; GAMA, E.E.G; CRUZ, J.C. **Minimilho**: efeito de densidades de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.1-4. 1998b. (Pesquisa em Andamento, 7)
- SAS INSTITUTE. **SAS language and procedures: usage**. Cary, 1995. 473p.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York: MacGraw Hill, 1960. 481p.
- SHULL, G. F. A pure line method of corn breeding. **Am. Breed. Assoc. Rep.**, v.5, p.51-59, 1909.
- SILVA, N. da; IKUTA H. Obtenção de famílias macho estéreis, Shrunken -2 de milho (*Zea mays*) para conserva (Baby-corn). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.115, 1995 (Resumo 294)
- SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. Generals vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal American Society Agronomy**, Washington, v.34, p.923-932, 1942.
- TAKUR, D. R.; SHARMA, V.; PATHIK, S. R. Evaluation of maize (*Zea mays*) cultivars for their suitability baby corn under mid-hills of north-western Himalayas. **Indian Journal Agricultural Sciences**, New Delhi, v.70, n.3, p.146-148, 2000.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.