

MARCELO FRACARO

**ANÁLISE DIALÉLICA DE LINHAGENS DE MILHO-PIPOCA PARA
PRODUÇÃO DE MINIMILHO**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2009**

MARCELO FRACARO

**ANÁLISE DIALÉLICA DE LINHAGENS DE MILHO-PIPOCA PARA
PRODUÇÃO DE MINIMILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2009**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F797	<p>Fracaro, Marcelo Análise dialéctica de linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho / Marcelo Fracaro. -- Maringá: [s.n.], 2009. 43 f.</p> <p>Orientador : Profº Drº Carlos Alberto Scapim. Co-orientador: Ronald José Barth Pinto. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá.</p> <p>1. Milho (<i>Zea mays</i> L.) - Análise dialéctica 2. Milho em conserva. 3. Milho - Capacidade combinatória. I. TÍTULO</p> <p>CDD 21. ed. 633.15</p>
------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aos meus pais,

Delvino Fracaro e Leonida Borsoi Fracaro,
pelo amor incondicional, incentivo, apoio, amizade e, principalmente, por serem
meu alicerce.

Aos meus irmãos,

Leandro Fracaro e Cristiane Fracaro,
pelo amor, amizade sincera, companheirismo e lealdade.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus, incondicionalmente, por todas as conquistas e labutas na vida, por tudo que tenho e que sou. Com certeza tudo o que eu fizer ainda será pouco para retribuir tudo o que eu ganhei de Ti, Senhor.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, por viabilizarem a realização deste projeto, além de me darem a oportunidade de chegar a mais esta titulação.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - PGA/UEM.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim, pela orientação e conselhos.

Ao Prof. Dr. Ronald José Barth Pinto, pela co-orientação.

Aos amigos, Marcos de Araújo Rodovalho, Rafael Reccanello Barreto, Gilberto Barbosa Sandoval Jr, Israel Leite de Souza Neto, Lucas Souto Bignotto, Mariana Gomes Brescansin e Fernando Sabadin dos Santos.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá - FEI/UEM, em especial ao Gildo Duarte, Antonio Queiroz, Valdir do Amaral, Wilmar Rikli e Oswaldo Passolongo.

Aos meus pais, Delvino Fracaro e Leonida Borsoi Fracaro, pela união de nossa família, pelos bons princípios que me ensinaram, pelos esforços financeiros e pelo amor infinito.

Muito obrigado.

BIOGRAFIA

MARCELO FRACARO, filho de Delvino Fracaro e Leonida Borsoi Fracaro, nasceu em Medianeira, Paraná, em 02 dias de outubro de 1982.

No ano de 1997, iniciou o curso Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Camboriú, na cidade de Camboriú, Santa Catarina, recebendo o título de Técnico Agropecuário em dezembro de 1999.

Em março de 2000, iniciou no Curso de Agronomia na Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná, e graduou-se em Agronomia em 17 de novembro de 2005.

Em março de 2006, iniciou disciplinas no curso de Pós-graduação em Agronomia, como aluno não-regular, e, em março de 2007, iniciou no curso de Pós-graduação em nível de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá, sob a orientação do Professor Doutor Carlos Alberto Scapim.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 MINIMILHO	4
2.1.1 Cultivo	4
2.1.2 Semeadura	5
2.1.3 Densidade de semeadura e qualidade de espigas de minimilho	6
2.2 HÍBRIDOS DE MILHO	9
2.2.1 Obtenção de linhagens	9
2.2.2 Análise dialélica	10
2.2.2.1 Análise dialélica modelo de Griffing (1956)	12
2.2.2.2 Dialelo parcial por Geraldi e Miranda Filho (1988)	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 MATERIAL GENÉTICO DIALELO 1	16
3.2 MATERIAL GENÉTICO DIALELO 2	17
3.3 TRATOS CULTURAIS	18
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NOS DIALELOS 1 E 2	18
3.4.1 Preparo do material a ser colhido	18
3.4.2 Avaliações das características	19
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DIALELOS 1 e 2	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 ANÁLISE DO DIALELO 1	21
4.1.1 Análise da Capacidade Combinatória dialelo 1	25
4.1.2 Estimção dos efeitos das Capacidades de Combinação dialelo 1	26

4.1.2.1	Estimação dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC), dialelo 1	26
4.1.2.2	Estimação dos efeitos da Capacidade de Específica de Combinação (CEC), dialelo 1	28
4.2	ANÁLISE DO DIALELO 2	31
4.2.1	Análise da Capacidade Combinatória dialelo 2	34
4.2.2	Estimação dos efeitos das Capacidades de Combinação dialelo 2	35
4.2.2.1	Estimação dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC), dialelo 2	35
4.2.2.2	Estimação dos efeitos da Capacidade de Específica de Combinação (CEC), dialelo 2	37
5.	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quadro de Anova dialelo completo de Griffing (1956)	14
Tabela 2	Tabela dialélica parcial constituindo cruzamentos entre p famílias S_2 (Grupo-1) e q testadores (Grupo-2)	15
Tabela 3	Genitores das linhagens utilizadas nessa avaliação. Maringá-PR-2009	16
Tabela 4	Linhagens e híbridos simples formados (dialelo 1). Maringá-PR-2009	17
Tabela 5	Linhagens e híbridos simples formados (dialelo 2). Maringá-PR-2009	17
Tabela 6	Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas. Maringá-PR-2009	21
Tabela 7	Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas. Maringá-PR-2009	21
Tabela 8	Médias observadas para as oito características avaliadas nos híbridos simples de milho-pipoca para avaliação do potencial de minimilho. Maringá-PR 2007-2008	23
Tabela 9	Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing. Maringá-PR-2009	25
Tabela 10	Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing. Maringá-PR-2009	25
Tabela 11	Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR-2009	26
Tabela 12	Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR-2009	27

Tabela 13	Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) para oito caracteres de minimilho e desvios-padrão (DP). Maringá, UEM, 2009	29
Tabela 14	Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas. Maringá-PR-2009	31
Tabela 15	Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas. Maringá-PR-2009	32
Tabela 16	Médias observadas para as oito características avaliadas nos híbridos simples de milho-pipoca para avaliação do potencial de minimilho. Maringá-PR 2007-2008	33
Tabela 17	Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing. Maringá-PR-2009	34
Tabela 18	Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing. Maringá-PR-2009	34
Tabela 19	Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em milho-pipoca, para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR-2009	35
Tabela 20	Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em milho-pipoca, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR-2009	36
Tabela 21	Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) para oito caracteres de minimilho e desvios-padrão (DP). Maringá-PR, 2009	37

RESUMO

FRACARO, Marcelo, MS, Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2009. **Análise dialéctica de linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho.** Orientador: Carlos Alberto Scapim. Co-orientador: Ronald José Barth Pinto.

Minimilho é o nome dado às espigas de milho não-fertilizadas. Ainda não existe no país nenhuma cultivar comercial específica para a produção de minimilho. Tem-se utilizado, preferencialmente, o milho-doce e o milho-pipoca. Os objetivos deste trabalho foram: avaliar as capacidades combinatórias de linhagens e híbridos de milho-pipoca com características para produção de minimilho e identificar híbridos simples promissores para este fim. Nesse contexto, foram realizados dois cruzamentos dialécticos. No primeiro cruzamento dialéctico completo, foram obtidos 36 híbridos simples a partir de linhagens extraídas de “Zélia”, “CMS 42”, “CMS 43”, “UEM M2”, “Zaeli” e “IAC 112”. No segundo cruzamento dialéctico parcial foram obtidos 25 híbridos simples originados dos cruzamentos de cinco linhagens derivadas do genótipo “Zaeli” com cinco linhagens extraídas do híbrido simples modificado “IAC 112”. As características avaliadas foram: diâmetro, comprimento, massa e rendimento das espigas com palha e sem palha. Os resultados obtidos permitiram concluir que no dialeto 1, as linhagens extraídas de “Zaeli” e “CMS 42” podem ser indicadas em programas de obtenção de híbridos superiores com maior rendimento de espigas sem palha. No dialeto 2, as linhagens 1 e 5 do Grupo I-“Zaeli” e as linhagens 3 e 5 do Grupo II-“IAC 112” podem ser recomendadas para a recombinação dentro de cada grupo e formação de duas populações sintéticas para seleção recorrente ou podem ser indicadas em programas de obtenção de híbridos superiores visando aumentar o rendimento de espigas sem palha. Nos dois dialetos, nenhum híbrido de linhagem apresenta média de rendimento de espigas sem palha que possa ser indicado para o comércio de forma imediata.

Palavras-chave: *Zea mays* L., minimilho, capacidade combinatória.

ABSTRACT

FRACARO, Marcelo, MS, State University of Maringá, February 2009. **Diallel analyses of popcorn strains for the production of baby corn**. Advisor: Dr. Carlos Alberto Scapim. Co-advisor: Dr. Ronald José Barth Pinto.

Baby corn consists of non-fertilized corn ears. Since no specific commercial cultivar exists in Brazil for the production of baby corn, sweet corn or popcorn has been used instead. Current experiment analyzes the combinatory capacities of popcorn strains and hybrids characterized for baby corn production, and identifies promising simple hybrids. Two diallel crossings were undertaken. Whereas the first complete diallel crossing yielded 36 simple hybrids from “Zélia”, “CMS 42”, “CMS 43”, “UEM M2”, “Zaeli” and “IAC 112” strains, the second partial diallel crossing yielded 25 simple hybrids from the crossings of five strains from genotype “Zaeli” with five strains from modified simple hybrid “IAC 112”. Diameter, length, mass and yield of corn ears with and without husks were evaluated. Results show that the strains from “Zaeli” and “CMS 42” in diallel 1 may be recommended in projects featuring higher hybrids with greater corn ear yields without husks. Strains 1 and 5 of Group 1 “Zaeli” and strains 3 and 5 of Group II – “IAC 112” in diallel 2 may be suggested for recombination within each group and for the formation of two synthetic populations for recurring selection. They may also be recommended in projects featuring higher hybrids to increase ear yield without husk. No strain hybrid in the two diallels showed satisfactory mean ear yield without husk that may be recommended immediately for commercial use.

Keywords: *Zea mays* L., baby corn, combinatory capacity.

1. INTRODUÇÃO

Minimilho ("baby-corn") é o nome atribuído às espigas imaturas, não-fertilizadas, antes da formação de grãos. As espigas jovens, quando empregadas pela indústria de conservas alimentícias, são utilizadas no estágio de dois ou três dias após a exposição dos estigmas da espiga (PEREIRA FILHO, GAMA; CRUZ, 1998).

O milho sempre foi usado "in natura" na alimentação humana, seja na forma de milho cozido, assado ou mesmo como salada. Mesmo antes do desenvolvimento da indústria de enlatamento e conservas, algumas famílias já usavam o minimilho como alimento cotidiano. Com o advento da indústria de conservas e a crescente importância desse produto, resultou no incremento das áreas cultivadas para tal, à semelhança do verificado com o milho verde (doce ou de endosperma normal) (ALMEIDA et al., 2005).

O minimilho é mais consumido no continente asiático. Essa hortaliça representa uma atividade econômica para países como Tailândia, Sri Lanka, Taiwan, China, Zimbábue, Zâmbia, Indonésia, Nicarágua, Costa Rica, Guatemala e Honduras, que são os exportadores mais conhecidos.

A Tailândia é um dos principais países produtores, sendo o maior exportador. Em 2000, a exportação de minimilho enlatado da Tailândia foi de 55.000 mil toneladas, correspondente a cerca de 42 milhões de dólares. Desses, 42,8% foram exportados para os EUA, 8,9% para a Austrália e 8,9% para o Japão (AETAKASANAWAN, 2001).

No Brasil, até 1998 não havia relatos da exportação de minimilho fresco (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ, 1998). O minimilho é importado exclusivamente na forma de conservas ou enlatado. Essas conservas são re-embaladas em recipientes menores, com rótulos da empresa importadora.

Existem relatos no Brasil, Estados Unidos e Japão, sobre a preferência para o consumo "in natura" do minimilho nacional, pelo fato de esse produto não conter conservantes e outros aditivos químicos, os quais estão presentes no produto importado (MILES; ZENS, 1998). Por isso, a produção de minimilho "in natura" cresceu em países importadores e mais especificamente no Brasil,

dando oportunidade aos produtores de processar e enlatar seus produtos para o mercado interno (MILES; ZENS, 1998).

Na indústria, o minimilho é processado antes da comercialização utilizando os mesmos procedimentos, comumente utilizadas para outras matérias-primas processadas.

No Brasil, várias cultivares de milho têm sido avaliadas com o intuito de identificar as mais adaptadas às condições tropicais. Têm-se utilizado, principalmente, cultivares selecionadas de germoplasma de milho-doce e de pipoca. Em menor escala e com grande potencial de uso, são também usadas cultivares prolíficas selecionadas de milho comum (PEREIRA FILHO; GAMA; FURTADO, 1988).

O minimilho é um produto promissor para o mercado externo e interno, sobretudo porque, no Brasil, o produto industrializado é, geralmente, importado da Tailândia.

O aparecimento crescente do produto nas prateleiras dos supermercados mostra o potencial do mercado consumidor brasileiro, indicando também uma abertura para o mercado externo, principalmente o americano e o europeu.

Até o ano de 1998, não existiam relatos no país de nenhuma cultivar específica para a produção de minimilho (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ, 1998). Tem-se utilizado para conserva, preferencialmente, o milho doce e o milho-pipoca. Além da qualidade, outras características como porte baixo, amadurecimento precoce, uniformidade do florescimento e prolificidade têm sido consideradas como adequadas à produção de minimilho (THAKUR; SHARMA; PATHIK, 2000). A utilização de híbridos prolíficos é uma alternativa para obter espigas de maior qualidade e reduzir o custo de produção, pois o número de espigas colhidas por planta é maior (BAR-ZUR; SAADI, 1990).

Existem relatos de pesquisas na Embrapa sobre o desenvolvimento de uma cultivar ideal para atender à demanda por parte da indústria, no País. A Unesp/Botucatu - SP anunciou o desenvolvimento da cultivar Curumim, selecionada a partir de uma população de pipoca indígena. Seria a primeira desenvolvida no Brasil e a única capaz de produzir três espigas por planta, além de ser mais doce. No entanto, essa variedade ainda não está disponível comercialmente.

No Brasil, há carência de informações tecnológicas sobre esse tipo de produto. A elaboração deste estudo é justificada, portanto, pela importância do minimilho e pela necessidade de maiores conhecimentos sobre seu cultivo, com importante papel do melhoramento genético.

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar as capacidades combinatórias de linhagens de milho pipoca com características de minimilho e identificar híbridos simples promissores de minimilho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MINIMILHO

2.1.1 Cultivo

Minimilho é o nome atribuído à espiga de milho jovem, em desenvolvimento, não-fertilizada, ou ao sabugo jovem da espiga de uma planta de milho. As plantas são semelhantes às de milho normal, ou seja, não são plantas anãs (VON PINHO et al., 2003).

No Brasil, a produção de minimilho (*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, conforme Pereira Filho, Gama e Cruz (1998).

Em princípio não existe, no Brasil, material genético específico para a produção de minimilho, entretanto, a Embrapa trabalha neste sentido (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ, 1998), e também há carência de informações científicas para a avaliação tecnológica desse tipo de produto.

Inúmeros materiais de milho têm sido avaliados com o intuito de identificar aqueles mais adaptados às condições tropicais. Pela maior aceitação pelo mercado consumidor, as cultivares de milho doce e pipoca têm sido as mais utilizadas e também, em menor escala e com grande potencial de uso, cultivares prolíficas selecionadas de milho comum (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ, 1998).

Como não há cultivares comerciais específicas, a escolha é considerada a etapa mais crítica do cultivo (RODRIGUES; SILVA; MORI, 2004). Uma das desvantagens no uso de cultivares de milho doce é o desenvolvimento muito rápido das espigas que, ao crescerem demais, podem perder seu valor comercial (RODRIGUES; SILVA; MORI, 2004). Além da qualidade, outras características como porte baixo, amadurecimento precoce,

uniformidade do florescimento, e prolificidade têm sido consideradas adequadas para a produção de minimilho.

A utilização de híbridos prolíficos é uma alternativa para obter espigas de maior qualidade e reduzir o custo de produção, pois o número de espigas colhidas por planta é maior. A área de plantio pode ser reduzida em comparação com as áreas ocupadas com cultivares ou híbridos não-prolíficos que necessitam de maior densidade populacional para obter alto rendimento (RODRIGUES; SILVA; MORI, 2004).

Segundo Rodrigues, Silva e Mori (2004), 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 utilizadas para a produção de minimilho, determinar as características mais apropriadas para a produção “in natura” ou industrializadas e desenvolver cultivares específicas.

2.1.2 Semeadura

A semeadura para a obtenção do minimilho é similar à utilizada para a produção de grãos, apenas aumentando a população de plantas. Para a cultura do milho normal, as faixas de densidades mais frequentemente recomendadas para as variedades variam de 40 a 50 mil plantas ha^{-1} ; para os híbridos duplos, de 45 a 55 mil plantas ha^{-1} ; havendo casos de recomendação de até 60 mil plantas ha^{-1} . Para os híbridos triplos e simples, é frequente a densidade de 60 mil plantas ha^{-1} , havendo casos de recomendação de até 80 mil plantas ha^{-1} . No caso do minimilho, o estande pode alcançar 180.000 plantas por hectare, uma vez que o interesse é a maior produção de espigas por área (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ; 1998a).

O minimilho pode ser cultivado tanto sob manejo convencional como em plantio direto. Nesse último sistema, dependente da palhada, o próprio cultivo do minimilho se encarrega de produzi-la. É importante a antecipação da adubação nitrogenada para o estágio de três a quatro folhas.

O manejo da cultura diferencia-se do cultivo do milho para grãos, principalmente quanto à densidade de semeadura. A densidade pode ser três a quatro vezes maior, variando de 150.000 a 200.000 plantas ha^{-1} , com o objetivo

de maior rendimento e redução no tamanho do produto final, aspecto ideal para o cultivo do minimilho.

Não existe uma época de semeadura determinada, depende essencialmente da demanda. No verão, a colheita é feita mais cedo e, no inverno, colhe-se mais tarde. A colheita, geralmente, é iniciada entre 40 a 60 dias após a germinação, podendo variar em até 85 dias, de acordo com o ciclo da cultivar utilizada e o clima. O ponto ideal, recomendado por Pereira Filho, Gama e Cruz (1998), é atingido quando as espigas estiverem no estágio de dois a três dias após a exposição dos estilo-estigmas.

Após a retirada do minimilho, o restante da planta pode ser utilizado como forragem (PEREIRA FILHO; GAMA; CRUZ, 1998).

Resultados de pesquisa obtidos na Embrapa Milho e Sorgo sobre densidade de semeadura e cultivares de milho para minimilho evidenciaram bons rendimentos de minimilho comercial nas densidades de 187.500 e 237.500 plantas por hectare, num estudo em que a densidade de semeadura variou de 87.500 a 237.500 plantas por hectare em um espaçamento de 80 cm (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2001).

2.1.3 Densidade de semeadura e qualidade de espigas de minimilho

O minimilho é similar, na sua composição, a outras hortaliças, como a couve-flor, o tomate, a berinjela e o pepino. Em 100 g de amostra, o teor de proteína é de 1,90 g; na couve-flor, 2,40 g; na couve, 1,70 g; no tomate e na berinjela, 1,00 g; e no pepino, 0,060 g. O minimilho possui cerca de 89,1% de umidade, 0,020% de gordura, 8,20% de carboidratos e 0,060% de cinzas. Cem gramas de minimilho contêm, em média, 86 mg de fósforo, 0,1 mg de ferro, 64 UA de vitamina A, 0,05 mg de tiamina, 0,8 mg de riboflavina, 11,0 mg de ácido ascórbico e 0,3% de niacina (VON PINHO et al., 2003).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o ciclo da cultura compreende três etapas de desenvolvimento: (i) germinação e emergência: ocorre entre a semeadura e o aparecimento da plântula, cujo período varia entre quatro e 12 dias, em função da temperatura e umidade do solo; (ii) crescimento vegetativo: iniciado a partir da emissão da segunda folha, até o início do florescimento, cuja extensão varia em função do genótipo e de fatores

climáticos, caracterizando e classificando diferentes genótipos quanto à duração do ciclo; (iii) florescimento: estabelecido entre o início da polinização e o início da frutificação.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), a fotossíntese, a respiração e a transpiração são processos fisiológicos da planta de milho que resultam diretamente da energia disponível ao ambiente.

Apesar da importância de fatores ambientais de natureza edáfica, climática e biológica, os produtores podem manipular o ambiente utilizando práticas de manejo testadas e aprovadas. Tais operações incluem a preparação do solo e fertilização, irrigação e o controle de invasoras e insetos (RITCHIE et al., 2003).

Segundo Hardoim, Sandri e Maluf (2002), os rendimentos são variáveis em função da cultivar, do manejo da cultura e das condições ambientais. Entretanto, resultados de pesquisa têm mostrado produtividade de até 2,5 t ha⁻¹ de minimilho aproveitável para atender aos padrões exigidos pelos consumidores e pela indústria de conservas. O aproveitamento varia entre 15 e 20% da quantidade de minimilho colhido para industrialização, satisfazendo as exigências do consumidor e da indústria, apresentando tamanho de espiga entre 4 e 10 cm, diâmetro de 1,0 a 1,5 cm, forma cilíndrica e coloração que variam de branco – pérola a creme – amarelada.

Para se obter o máximo número de grãos por unidade de área sob determinada densidade de plantas, é recomendável fazer com que o pendoamento ocorra nos dias mais longos do ano, de modo a coincidir a máxima área foliar de plantas com a maior disponibilidade de radiação solar (SANGOI, 1990; VON PINHO et al., 2003).

O aumento da tolerância da planta de milho à intensa competição por luz, nutrientes e água, vem sendo obtido pela seleção de genótipos mais produtivos em alta população de plantas e ampla variedade de área, segundo Sangoi et al. (2001). A densidade é considerada uma das práticas culturais que determinam a produtividade de minimilho.

Os híbridos precoces requerem maior densidade de plantas em relação aos de ciclo normal para atingir seu potencial de rendimento. Isso se deve ao fato de, geralmente, apresentarem menor estatura, folhas menores, menor área foliar por planta e menor sombreamento do dossel da cultura. As diferenças na

resposta à densidade entre cultivares precoces e tardias são mais acentuadas quando o nível de produtividade é elevado. Sob baixo potencial produtivo, há pouco efeito das variações de densidade sobre o rendimento (SANGOI, 1990).

A disponibilidade de água é, provavelmente, o principal fator que afeta a escolha da densidade ótima das plantas. Representa a época mais crítica à deficiência hídrica, no período entre duas a três semanas do espigamento, conforme Meneghetti et al. (2008).

A menor oxidação de auxinas decorrentes da proximidade das plantas em densidades elevadas estimula a alongação celular. Com isso, os entrenós do colmo são mais longos, aumentam a estatura da planta e a estatura de inserção de espigas. Além disso, a maior competição intraespecífica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo (SANGOI et al., 2002).

Em trabalhos desenvolvidos na região Sul do Brasil para determinar a densidade ótima de plantas híbridas de milho com elevado potencial de rendimento de grãos, Silva, Argenta e Rezera (1999) observaram que o máximo rendimento de grãos foi obtido com densidades superiores a oito plantas m^{-2} . Isso evidencia que a recomendação de densidade de até sete plantas m^{-2} pode ser ampliada em ambientes favoráveis para obtenção de altos rendimentos.

Para a produção de milho verde, recomenda-se densidade de plantas entre 3,5 a 4,0 plantas m^{-2} , para as espigas ganharem tamanho. Para o minimilho, a densidade varia de 14 a 18 plantas m^{-2} (SANGOI et al., 2001).

A densidade de semeadura e o espaçamento nas entrelinhas podem influenciar no rendimento e em outras características importantes para a comercialização deste tipo de milho, como citaram Silva, Argenta e Rezera (1999).

Trabalhando com densidades de 87.500, 137.500, 187.500 e 237.500 plantas por hectare, Pereira Filho e Cruz (2001) verificaram que as densidades de semeadura afetaram significativamente o número de espigas comerciais, índices de espigas e a massa de espigas comerciais. O número médio de espigas comerciais cresceu com o aumento da densidade de plantas ha^{-1} . O índice de espigas foi maior na menor densidade, mas apresentou maior rendimento de espigas comerciais de minimilho e menor massa.

O aumento da densidade de semeadura tende a aumentar o rendimento até ser atingida uma densidade ótima, específica para cada cultivar

e afetada por condições edafoclimáticas do local e do manejo da lavoura. O uso de densidades superiores à densidade ótima resultará em decréscimo progressivo no rendimento da cultura. Portanto, a densidade ótima depende de três condições: cultivar, disponibilidade hídrica e nível de fertilidade do solo (RESENDE; ALBUQUERQUE; COUTO, 2003).

2.2 HÍBRIDOS DE MILHO

Em 1908, o botânico e geneticista norte-americano, George Harrison Shull criou o primeiro esquema para a produção de sementes híbridas de milho. Ele mostrou que, ao fecundar a planta com o próprio pólen (autofecundação), eram produzidos descendentes menos vigorosos. Repetindo o processo nas seis ou sete gerações seguintes, os descendentes fixavam características agrônômicas e econômicas importantes. Por meio da seleção, esses descendentes tornavam-se semelhantes. As plantas que geravam filhos geneticamente semelhantes, e também iguais às mães, passaram a ser chamadas de linha pura. Shull notou que duas linhas puras diferentes ao serem cruzadas entre si produziam descendentes com grande vigor, denominado de vigor híbrido ou heterose, dando origem ao milho híbrido (GUIMARÃES, 2007).

A palavra híbrido requer sempre qualificação, principalmente quanto ao tipo de parentais envolvidos. O híbrido é o indivíduo ou população de resultantes do cruzamento entre genitores com diferentes constituições genéticas (RONZELLI JUNIOR, 1996). Esses genitores podem ser variedades, linhagens, clones, entre outros.

2.2.1 Obtenção de linhagens

Hallauer (1990) descreve vários métodos de obtenção de linhagens de milho.

A seleção por fenótipo é aquela em que as características fenotípicas são tomadas como base para selecionar quais linhagens prosseguirão no avanço das gerações de autofecundação.

O método com avanço de gerações de autofecundação é tido como padrão. Outros métodos, como o da cova única, diferem deste pelo fato de

cada linhagem ser representada por uma cova com três plantas e não por uma linha.

Existem ainda métodos alternativos para a obtenção de linhagens. Um deles é a obtenção de duplo haploides a partir de cultura de anteras. Neste método, a homozigose final é alcançada rapidamente, enquanto que o método padrão requer cinco a sete gerações. Contudo, o método em questão tem como empecilho os distúrbios citogenéticos gerados por mutação citogenética.

Se obtida determinada linhagem, o uso de retrocruzamentos pode ser requerido para melhorá-la por meio de transferências de características de interesse.

2.2.2 Análise dialélica

Os cruzamentos dialélicos são amplamente utilizados em quase todas as espécies cultivadas, em razão do grande número de informações genéticas que podem gerar. Essas informações podem permitir inferências sobre a capacidade combinatória de genitores e híbridos (CRUZ; REGAZZI, 2004).

Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) relatam que uma parcela importante do melhoramento genético é representada pela hibridação das cultivares e linhagens, a qual possibilita a recombinação da variabilidade existente para produzir novas cultivares adaptadas a diversas finalidades.

Em programas de melhoramento em que se opta pela hibridação, o maior problema ou dificuldade é a escolha dos genitores a serem cruzados para formação de uma nova variedade híbrida, dado o grande número de materiais disponíveis. Além disso, o profissional Melhorista terá que definir como será realizada a hibridação e como as populações segregantes serão conduzidas (ALLARD, 1971).

Auxiliam na escolha de genitores com base em seus valores genéticos e na capacidade de se combinarem formando híbridos promissores, os cruzamentos dialélicos. O método tem como finalidade expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos resultantes do cruzamento entre p genitores (ARAGÃO, 2002).

O conceito de análise dialélica foi introduzido por Sprague e Tatum (1942), e deste então, foram propostos vários métodos para análise das

tabelas dialélicas e, entre eles os mais empregados são os métodos de Jinks e Hayman (1953), Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966).

Sprague e Tatum (1942) criaram dois termos em relação ao comportamento relativo das linhagens cruzadas. Definiram a capacidade geral de combinação (CGC), que expressa o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas e capacidade específica de combinação (CEC), que expressa o comportamento de combinações híbridas específicas, dependendo do que se poderia esperar com base na CGC das linhagens.

A análise dialélica proposta por Griffing (1956) permite estimar a CGC e a CEC dos genitores envolvidos nos cruzamentos dialélicos. O método pode apresentar variações de esquemas de cruzamentos, valendo-se de quatro métodos experimentais: Método 1, em que são avaliados os parentais e os cruzamentos entre esses parentais e seus recíprocos; Método 2, em que são avaliadas as $n(n+1)/2$ combinações correspondentes aos parentais e seus cruzamentos entre esses parentais, excluindo-se os recíprocos; Método 3, em que são avaliadas as $n(n-1)$ combinações que correspondem aos cruzamentos e aos recíprocos, excluindo-se os parentais; e, Método 4, em que são avaliadas apenas as $n(n-1)/2$ combinações correspondentes aos cruzamentos dos n parentais. Cada um desses métodos pode ser analisado, considerando um modelo fixo ou aleatório, dependendo da natureza amostral dos genitores (CRUZ; REGAZZI, 2004).

Segundo Federer (1967), um dos primeiros autores a discutir o conceito de cruzamentos dialélicos foi Schimidt, com um trabalho que considerou o “testcrossing” como uma forma de cruzamento dialélico.

A literatura sobre cruzamentos dialélicos no milho permite afirmar que não existe outra espécie em que esse tipo de esquema seja tão utilizado (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1981).

As metodologias de análise dialélica têm por finalidade analisar o delineamento genético definido e prover estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento da natureza e magnitude dos efeitos genéticos na determinação dos caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2004).

Baixa estimativa de CGC, positiva ou negativa, indica que o valor de CGC do genitor, obtida com base em suas populações híbridas, não difere

muito da média geral da população dialélica. Se os valores de CGC são altos, positivos ou negativos, há indícios de que o genitor em questão é muito superior ou inferior aos demais genitores do dialelo, com relação ao desempenho médio das progênies. Os efeitos da CEC estimados como desvio do comportamento, em relação ao que seria esperado com base na CGC, são medidas dos efeitos gênicos não-aditivos. São desejáveis aquelas combinações híbridas com estimativa de CEC mais favoráveis, que envolvam pelo menos um dos genitores que tenha apresentado o mais favorável efeito de CGC (CRUZ; REGAZZI, 2004).

2.2.2.1 Análise dialélica modelo de Griffing (1956)

O termo dialelo é utilizado para expressar um conjunto de $p(p - 1)/2$ híbridos resultantes do cruzamento entre p genitores (linhagens, variedades, clones etc), podendo incluir, além dos respectivos pais, os híbridos recíprocos e/ou outras gerações relacionadas, tais como F_2 's e retrocruzamentos.

O método desenvolvido por Griffing (1956) estima tanto a capacidade geral como a capacidade específica de combinação, além dos efeitos gênicos extranucleares, quando os recíprocos estão presentes.

Cada um dos quatro métodos formulados pode ser analisado considerando efeitos fixos ou aleatórios, dependendo da natureza amostral de cada parental. O modelo fixo é usado quando os tratamentos experimentais fornecem conclusões específicas particulares, podem ser extrapoladas (a quem vc está se referindo? para uma população, situação na qual os tratamentos representam uma amostra. No modelo fixo, apenas o efeito pelo resíduo é aleatório. E no modelo aleatório, apenas o efeito pela média geral é considerado fixo.

A estimativa da capacidade geral de combinação de um parental no dialelo é um importante indicador da sua potencialidade. Em outras palavras, a sua qualidade genotípica se expressa quando o caráter em análise é determinado predominantemente por efeitos aditivos, servindo para indicar se o parental é portador de alta frequência de genes favoráveis. Logo, pode ser utilizado para a identificação de parentais que serão utilizados em programas de melhoramento intra e/ou interpopulacional.

A capacidade geral de combinação, do parietal (CGC) g_i , é calculada com base em seus cruzamentos com os demais parentais, quando o valor que é altamente positivo ou negativo; o parietal em questão é muito superior ou inferior aos demais parietais presentes no dialelo com relação ao comportamento médio dos cruzamentos.

A capacidade específica de combinação fornece a identificação de híbridos geneticamente superiores, sendo útil quando houver interesse no melhoramento interpopulacional e/ou na obtenção de híbridos de linhagens ou de variedades, sendo interpretada como o desvio de um híbrido, em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parietais.

Valores baixos de CEC que o híbrido em questão que ele comportasse como era esperado com base na CGC, dos parentais. Valores altos de CEC demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor ou pior do que era esperado, tendo por base a CGC dos pais. Os valores de CEC mostram os efeitos não-aditivos. Será apresentado, a seguir, o Método 4, modelo que considera apenas os F_1 's:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + S_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida ($i, j=1, 2, \dots, p, 1 < j$);

m : média geral;

g_i, g_j : efeitos da capacidade geral de combinação do i -ésimo ou j -ésimo progenitor respectivamente;

S_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores, i , e j ; e

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

O esquema da análise de variância, com os quadrados médios, e suas respectivas esperanças matemáticas para o modelo fixo é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Esquema da análise de variância para dialelos balanceados envolvendo apenas os híbridos F_1 's, segundo a metodologia proposta por Griffing (1956)

FV	GL	QM	$\frac{F}{\text{Fixo}}$	E[QM]
CGC	p-1	QMG		
CEC	$p(p-3)/2$	QMS		QMG/QMR
Resíduo	F	QMR		QMS/QMR

em que:

p: número de genitores;

f: número de graus de liberdade do resíduo.

2.2.2.2 Dialelo parcial por Geraldi e Miranda Filho (1988)

Os dialelos parciais envolvem dois grupos de parentais e seus respectivos cruzamentos. Segundo Cruz (2004), neste tipo de dialelo, as adaptações do modelo de Griffing (1956) têm possibilitado maximizar as informações sobre os grupos estudados com um número menor de cruzamentos. Segundo Miranda Filho e Geraldi (1984) e Geraldi e Miranda Filho (1988), o esquema de dialelo parcial é utilizado quando se dispõe de dois grupos distintos de variedades ou de populações, por exemplo, milho tipo “dent” x tipo “flint”, ciclo precoce x ciclo tardio. Este modelo permite avaliar as análises de variância, estimar a variabilidade dentro dos grupos e verificar os efeitos resultantes da hibridação entre os dois grupos distintos (MORELLO; MIRANDA FILHO; GORGULHO, 2001).

A análise do dialelo parcial é realizada em nível de médias dos tratamentos, utilizando modelo proposto por Griffing (1956), adaptado por Geraldi e Miranda Filho (1988) aos cruzamentos dialélicos parciais, e foram avaliadas pq combinações híbridas, sendo p linhagens (Grupo I) e q linhagens (Grupo II), conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela dialélica parcial constituindo cruzamentos entre p linhagens (Grupo-I) e q linhagens (Grupo-2)

<i>Grupo</i> ₁	1'	2'	...	q
<i>Grupo</i> ₂				
1	Y ₁₁	Y ₁₂	...	Y _{1q}
2	Y ₂₁	Y ₂₂	...	Y _{2q}
...
p	Y _{p1}	Y _{p2}	...	Y _{pq}

O modelo estatístico a ser adotado é o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida entre o i -ésimo progenitor do Grupo I(p) e j - ésimo progenitor do Grupo II(q);

μ : média geral;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i -ésimo progenitor do Grupo I;

g_j : efeito da capacidade geral de combinação do j -ésimo progenitor do Grupo II;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação entre progenitores de ordem i e j , dos Grupos I e II, respectivamente; e

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção dos híbridos simples e a condução dos experimentos tiveram por local a Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, nos anos agrícolas de 2006-2007 e 2007-2008, em um solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico. A FEI está localizada numa latitude de 23°25'S; 51°57'O, a 550 m de altitude. A precipitação média anual é de 1.500 mm, e a temperatura média anual é de 19°C.

3.1 MATERIAL GENÉTICO DO DIALELO 1

As linhagens utilizadas no presente experimento são oriundas do Programa de Melhoramento Genético de Milho da Universidade Estadual de Maringá-UEM-PR. Foram utilizadas nove linhagens S₈ de milho-pipoca extraídas de seis fontes de germoplasma (Tabela 3).

Tabela 3 – Genitores das linhagens utilizadas nessa avaliação

Genitores	Tipo de material genético e empresa	Linhagem extraída e sua codificação
Zélia	Híbrido triplo da Pioneer	L1.1
CMS-42	Embrapa-CNPMS	L3.2
CMS-43	Embrapa-CNPMS	L4.4
UEM-M2	Variedade de polinização aberta da UEM	L7.1 L7.4
Zaeli	Genealogia desconhecida	L8.4
IAC-112	Híbrido simples modificado do IAC-SP	L9.1 L9.2 L9.3

As linhagens utilizadas como genitoras foram a L1.1, L3.2, L4.4, L7.1, L7.4, L8.4, L9.1, L9.2 e L9.3. Essas linhagens foram selecionadas para os cruzamentos por terem alta prolificidade. No total, foram obtidos 36 híbridos simples para a avaliação, das diversas características de minimilho (Tabela 4).

Tabela 4 – Linhagens(L) e híbridos simples (HS) formados no dialelo 1. Maringá-PR, 2009

		L1.1	L3.2	L4.4	L7.1	L8.4	L9.1	L9.2	L9.3	L7.4
1	L1.1		HS1	HS2	HS3	HS4	HS5	HS6	HS7	HS8
2	L3.2			HS9	HS10	HS11	HS12	HS13	HS14	HS15
3	L4.4				HS16	HS17	HS18	HS19	HS20	HS21
4	L7.1					HS22	HS23	HS24	HS25	HS26
5	L8.4						HS27	HS28	HS29	HS30
6	L9.1							HS31	HS32	HS33
7	L9.2								HS34	HS35
8	L9.3									HS36
9	L7.4									

Considerando a ausência de materiais comerciais recomendados para a produção de minimilho, foram usados como testemunhas alguns materiais comerciais recomendados para a produção de milho pipoca, a saber: “Jade” (híbrido triplo) e “Zélia” (híbrido triplo) da empresa Pioneer, as cultivares “IAC-112” (híbrido simples modificado) e “IAC-125” (híbrido “top cross”) do Instituto Agronômico de Campinas; a cultivar “BRS-Angela” da EMBRAPA (variedade de polinização aberta), e uma cultivar utilizada por pequenos produtores na região de Cascavel-PR, destinada à produção de minimilho, denominada milho Tailandês (origem e genealogia desconhecidas).

3.2 MATERIAL GENÉTICO DO DIALELO 2

Foram utilizadas no dialelo 2, dez linhagens utilizadas no presente experimento foram extraídas de dois genótipos do Programa de Melhoramento Genético de Milho Especiais da UEM. Cinco linhagens S₈ (Grupo I-G1) foram obtidas do material Zaeli e cinco (Grupo II-G2) do híbrido simples modificado IAC-112.

As linhagens utilizadas como genitoras, assim bem como seus híbridos formados em esquema dialélico parcial estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Esquema de dialelo parcial do dialelo 2 e codificação das linhagens, Maringá-PR, 2009

Dialelo 2			GI				
			1	2	3	4	5
			P9.5.1	P9.5.2	P9.5.3	P9.5.4	P9.5.5
GII	1	P8.1	HS1	HS6	HS11	HS16	HS21
	2	P8.2	HS2	HS7	HS12	HS17	HS22
	3	P8.3	HS3	HS8	HS13	HS18	HS23
	4	P8.4	HS4	HS9	HS14	HS19	HS24
	5	P8.5	HS5	HS10	HS15	HS20	HS25

3.3 TRATOS CULTURAIS

De acordo com as características experimentais específicas nas quais se busca obter um maior número de espigas e, concomitantemente, um rendimento elevado de espigas sem palha da área cultivada, bem como as informações de literatura, adotou-se o espaçamento de 0,9 m entre as linhas, com o intuito de facilitar os tratos culturais e o trabalho de colheita. A população inicial foi de 180.000 semente ha^{-1} , obtendo-se, após desbaste, 160.000 plantas ha^{-1} .

Os tratos culturais realizados foram os mesmos praticados no cultivo convencional de milho, deferindo apenas no aumento da adubação em virtude da maior competição por nutrientes pela elevada população adotada. Aplicaram-se 350 kg ha^{-1} da formulação 8-28-18 na semeadura e duas aplicações de 150 kg ha^{-1} cada de ureia, a primeira no estágio v2 e a segunda no estágio v6. A adubação foi realizada com auxílio de uma semeadora-adubadora de plantio direto sem as linhas de disposição de sementes, e a semeadura foi efetuada com matracas experimentais de disposição individual de sementes, controlada manualmente, com auxílio de gabarito graduado com a distância entre sementes determinadas.

As aplicações de defensivos foram realizadas com pulverizador costal de capacidade de 20 L e as adubações de cobertura realizadas manualmente, sendo usados para a dessecação 4 L/ha de glifosato + 30 mL/ha de lambidialotriona para controle de plantas daninhas e controle inicial de percevejos, seguido de 3 L/ha de atrazina como herbicida pré-emergente e três aplicações de 250 mL/ha de profenofós + 100 mL/ha de Lufenuron para controle das pragas infestantes.

A colheita foi realizada manualmente e as espigas acondicionadas em caixas individuais por parcela identificada, e imediatamente realizadas as aferições das características analisadas.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NOS DIALELOS 1 E 2

3.4.1 Preparo do material a ser colhido

No início da floração feminina de cada tratamento foram consideradas como espigas viáveis para produção de minimilho aquelas que apresentassem emissão de estilos-estigmas de 2 a 3 cm de comprimento. A colheita foi

realizada diariamente nos períodos de temperatura amenas, a fim de obter o máximo rendimento de cada tratamento, reduzindo a desidratação das espigas e garantindo a manutenção de suas características organolépticas ideais e texturais para o consumo “in natura”.

3.4.2 Avaliações das características

As características avaliadas nos híbridos simples para produção de minimilho foram: diâmetro de espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP), comprimento de espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), massa de espiga com palha (MECP) e sem palha (MESP), rendimento com palha (RECP) e sem palha (RESP). Os dados foram expressos em kg ha^{-1} .

As características diâmetro com palha e sem palha foram obtidas, pela média aritmética simples de 15 espigas por parcela tomando-se a parte central de cada espiga. Para avaliar o diâmetro de cada espiga utilizou-se um paquímetro digital de precisão em milímetros. Os comprimentos das espigas com palha e sem palha foram obtidos com uma régua graduada em centímetros. Na avaliação da massa de espigas com palha e sem palha, utilizou-se uma balança de precisão (grama). O rendimento de minimilho em cada parcela foi avaliado por meio de uma balança analítica (gramas) e convertido em quilos por hectare (kg ha^{-1}).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DIALELOS 1 E 2

Para os dois experimentos, utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos com os tratamentos ao acaso, com quatro repetições e 42 tratamentos para o experimento do dialelo 1 e três repetições com 25 tratamentos para o dialelo 2. A parcela experimental foi composta de uma linha de 5 m de comprimento com 0,9 m de distância entre as fileiras

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, em nível de 5% de probabilidade do erro, no programa estatístico SAS. As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de Scott e Knott (1974).

Para o dialelo 1, empregou-se o método 4 de Griffing (1956), e a metodologia de Griffing (1956) adaptada para dialelo parcial por Geraldi e Miranda Filho (1988) para o dialelo 2. Ambas as análises foram realizadas com auxílio do programa computacional Genes, da Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO DIALELO 1

Nas Tabelas 6 e 7, encontram-se os quadrados médios para os tratamentos da análise de variância para o delineamento de blocos completos com os tratamentos ao acaso, os coeficientes de variação e as médias gerais para os caracteres avaliados em todos os genótipos de milho-pipoca para produção de minimilho, cultivados em Iguatemi-PR, em 2007/2008.

Tabela 6 – Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas, Iguatemi-PR, 2007-2008

FV	GL	QM			
		MECP (g)	CECP (cm)	DECP (cm)	RECP (kg.ha ⁻¹)
Tratamentos	41	79,641 *	5,737 *	0,064 *	473140,690 *
Blocos	3	147,251	11,355	0,198	1657307,070
Resíduo	123	22,749	2,693	0,021	211670,010
CV (%)		15,000	8,340	7,800	31,730
Média		31,810	19,690	1,870	14500

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; MECP - massa das espigas com palha (g); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); diâmetro das espigas com palha (cm); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 7 – Análise de variância para característica de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas, Iguatemi-PR, 2007-2008

FV	GL	QM			
		MESP (g)	CESP (cm)	DESP (cm)	RESP (kg.ha ⁻¹)
Tratamentos	41	7,624 *	3,323 *	0,032 *	34125,570 *
Blocos	3	44,543	0,913	0,057	154643,671
Resíduo	123	3,352	0,995	0,012	19123,920
CV(%)		19,00	9,80	8,29	37,62
Média		9,63	10,18	1,30	367,56

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; MESP - massa das espigas sem palha (g); CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

O teste F indicou a existência de diferenças significativas a 5% de probabilidade entre as médias para todos os caracteres, o que demonstra a variabilidade do material.

O coeficiente de variação (CV%) para o rendimento de espigas com palha (RECP) foi de 31,73%. Esse valor é considerado elevado quando comparado com a estimativa obtida por Carvalho, Pinho e Pereira Filho (2002) (22%). No entanto, é prematuro fazer juízo da precisão experimental, pois existem poucos trabalhos sobre minimilho na literatura mundial. É importante salientar que as medições das características de minimilho foram feitas diariamente, o que pode ter levado a uma maior influência ambiental, inerente à própria característica em avaliação nos genótipos em tela, sem que o CV expresse baixa precisão experimental. Para as variáveis massa de espigas com palha (MECP), comprimento de espigas com palha (CECP) e diâmetro de espiga com palha (DECP), os coeficientes de variação estão próximos aos encontrados na literatura (ALMEIDA et al., 2005).

Para os caracteres de espiga avaliados sem palha, tais como massa, comprimento e diâmetro, os valores de CV estão próximos aos relatados por Carvalho, Pinho e Pereira Filho (2002). Para a característica rendimento de espigas sem palha, o coeficiente de variação foi maior ao obtido por Silva et al. (2006). Mas, a consideração supracitada é igualmente válida em virtude da pouca literatura, o que se pode resumir que todas as inferências são de valor.

As médias encontradas para todas as características avaliadas para produção de minimilho encontram-se dentro dos padrões sugeridos pela Embrapa para comercialização (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2001). As médias estão apresentadas na Tabela 8.

A massa de espigas com palha (MECP) apresentou uma amplitude de variação de 21,08 a 41,98g entre os híbridos simples HS25 e HS7, respectivamente. Para a variável comprimento de espiga com palha, a amplitude de variação foi de 5,34 cm e o menor comprimento ocorreu para o híbrido triplo da Pioneer Jade com 16,89 cm e o maior comprimento de espigas foi observado no HS36 22,23 cm. Em relação ao diâmetro de espigas com palha, observou-se uma variação de 1,56 a 2,19 cm entre os valores observados nos H25 e H36, respectivamente. Não é possível realizar comparações em virtude da inexistência de trabalhos relacionados com a característica específica.

Tabela 8 – Médias observadas para as oito características avaliadas nos híbridos simples de milho-pipoca para avaliação do potencial de minimilho, Iguatemi-PR 2007-2008.

Cruzamento (<i>pxq</i>)	Híbridos simples (HS)	RESP (kg ha ⁻¹)	RECP (kg ha ⁻¹)	MECP (g)	CECP (cm)	DECP (cm)	MESP (g)	CESP (cm)	DESP (cm)
Zélia x CMS 42	HS 1	313,07 c	1109,33 d	28,24 d	20,05 b	1,81 d	9,30 b	10,70 c	1,29 c
Zélia x CMS 43	HS 2	280,44 c	1169,17 d	23,26 e	17,74 d	1,70 e	7,07 d	8,64 e	1,17 d
Zélia x UEM-M2 I	HS 3	106,56 e	720,41 d	36,30 b	19,77 c	1,97 c	11,38 a	11,73 a	1,36 b
Zélia x Zaeli	HS 4	279,97 c	1049,88 d	31,22 c	18,81 c	1,97 c	9,41 b	9,31 d	1,35 b
Zélia x IAC-112 I	HS 5	193,03 d	1045,38 d	36,52 b	21,62 a	2,11 b	11,01 a	11,03 b	1,40 b
Zélia x IAC-112 II	HS 6	390,20 b	1199,48 d	27,95 d	17,68 d	1,71 e	10,25 b	10,33 c	1,28 c
Zélia x IAC-112 III	HS 7	335,48 c	1809,44 b	41,98 a	20,99 b	1,99 c	11,34 a	10,58 c	1,32 b
Zélia x UEM-M2 II	HS 8	296,06 c	1319,81 c	30,93 c	19,15 c	1,68 e	7,88 c	9,85 d	1,09 d
CMS 42 x CMS 43	HS 9	585,52 a	2038,70 a	31,59 c	20,38 b	1,92 c	10,67 a	10,05 c	1,33 b
CMS 42 x UEM-M2 I	HS 10	319,30 c	1116,57 d	39,15 a	20,09 b	1,99 c	12,17 a	11,30 b	1,35 b
CMS 42 x Zaeli	HS 11	476,74 a	2011,81 a	34,35 c	20,22 b	1,79 d	10,07 b	10,13 c	1,26 c
CMS 42 x IAC-112 I	HS 12	428,20 b	1775,82 b	33,82 c	19,73 c	1,96 c	9,96 b	10,13 c	1,24 c
CMS 42 x IAC-112 II	HS 13	337,23 c	1457,26 c	32,35 c	19,37 c	1,84 d	9,23 b	9,55 d	1,24 c
CMS 42 x IAC-112 III	HS 14	417,56 b	1867,53 a	35,09 c	19,26 c	1,88 d	9,09 b	9,72 d	1,27 c
CMS 42 x UEM-M2 II	HS 15	333,92 c	1125,46 d	27,41 d	19,19 c	1,72 e	10,61 a	10,08 c	1,33 b
CMS 43 x UEM-M2 I	HS 16	210,22 d	1004,69 d	32,91 c	20,52 b	1,90 c	8,22 c	10,60 c	1,23 c
CMS 43 x Zaeli	HS 17	347,60 c	1117,44 d	27,00 d	19,60 c	1,75 e	9,14 b	10,34 c	1,29 c
CMS 43 x IAC-112 I	HS 18	315,58 c	1063,32 d	29,32 d	19,16 c	1,81 d	9,67 b	10,18 c	1,33 b
CMS 43 x IAC-112 II	HS 19	365,50 c	1412,19 c	26,61 d	18,94 c	1,75 e	7,48 d	8,76 e	1,25 c
CMS 43 x IAC-112 III	HS 20	405,26 b	1718,99 b	34,81 c	20,21 b	1,84 d	10,21 b	12,08 a	1,21 c
CMS 43 x UEM-M2 I	HS 21	493,41 a	1669,53 b	31,59 c	18,89 c	1,86 d	9,94 b	10,89 c	1,20 c
UEM-M2 I x Zaeli	HS 22	530,73 a	2140,67 a	32,57 c	20,36 b	1,85 d	8,97 b	10,42 c	1,34 b
UEM-M2 I x IAC-112 I	HS 23	338,76 c	1315,70 c	36,83 b	19,46 c	1,87 d	11,51 a	9,34 d	1,33 b
UEM-M2 I x IAC-112 II	HS 24	356,77 c	1290,12 c	27,18 d	18,63 c	1,76 e	8,96 b	9,41 d	1,28 c
UEM-M2 I x IAC-112 III	HS 25	332,24 c	1501,06 b	21,08 e	18,54 c	1,56 f	5,85 d	8,41 e	1,10 d
UEM-M2 I x UEM-M2 II	HS 26	426,20 b	1850,52 a	28,63 d	20,30 b	1,84 d	7,00 d	8,60 e	1,24 c
Zaeli x IAC-112 I	HS 27	361,13 c	1440,30 c	27,18 d	19,33 c	1,78 d	8,57 c	10,01 c	1,21 c
Zaeli x IAC-112 II	HS 28	504,02 a	1967,01 a	33,85 c	20,20 b	1,98 c	9,54 b	9,33 d	1,34 b
Zaeli x IAC-112 III	HS 29	385,36 b	1605,21 b	27,93 d	19,64 c	1,87 d	7,14 d	8,89 e	1,25 c
Zaeli x UEM-M2 II	HS 30	337,78 c	1388,89 c	31,00 c	19,00 c	1,80 d	9,40 b	9,80 d	1,25 c
IAC-112 I x IAC-112 II	HS 31	354,93 c	1452,77 c	32,17 c	19,39 c	1,86 d	9,72 b	10,18 c	1,30 b
IAC-112 I x IAC-112 III	HS 32	370,34 c	1515,53 b	33,38 c	19,50 c	1,87 d	10,00 b	10,40 c	1,33 b
IAC-112 I x UEM-M2 II	HS 33	386,42 b	1581,04 b	34,01 c	20,89 b	1,96 c	10,36 a	10,70 c	1,38 b
IAC-112 II x IAC-112 III	HS 34	403,22 b	1649,43 b	34,70 c	21,31 a	2,04 b	10,67 a	11,10 b	1,42 a
IAC-112 II x UEM-M2 II	HS 35	420,76 b	1720,82 b	35,69 b	21,76 a	2,06 b	10,96 a	11,49 b	1,47 a
IAC-112 III x UEM-M2 II	HS 36	439,06 b	1795,34 b	38,48 a	22,23 a	2,19 a	11,27 a	11,83 a	1,52 a
37(Zélia)	37(Zélia)	357,01 c	1203,92 d	34,37 c	19,57 c	1,87 d	11,50 a	11,71 a	1,33 b
38(Jade)	38(Jade)	484,98 a	1385,23 c	24,73 e	16,89 d	1,69 e	9,64 b	10,57 c	1,27 c
39(IAC 112)	39(IAC 112)	456,79 b	1769,94 b	34,17 c	19,30 c	1,81 d	9,91 b	10,06 c	1,24 c
40(IAC 125)	40(IAC 125)	423,52 b	1523,80 b	33,97 c	20,33 b	1,94 c	10,45 a	10,16 c	1,33 b
41(Angela)	41(Angela)	220,10 d	868,31 d	35,80 b	21,94 a	2,00 c	9,82 b	10,34 c	1,32 b
42(Tailandês)	42(Tailandês)	316,41 c	1123,72 d	25,88 d	16,89 d	1,95 c	9,39 b	9,02 e	1,49 a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott – Knott, a 5% de probabilidade. DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg.ha⁻¹); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); MESP - massa das espigas sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

A característica rendimento de espigas com palha teve amplitude de variação de 1.420 kg, sendo o menor valor de espigas com palha observado em HS3 com 720 kg, e o maior rendimento em HS22, com 2.140 kg. O grupo formado pelos híbridos HS26, HS14, HS28, HS11, HS9 e HS22 apresentou os maiores rendimentos (1.850,52; 1.867,53; 1.967,01; 2.011,81; 2.038,7 e 2.140,67 kg ha⁻¹, respectivamente).

Os resultados encontrados para os caracteres avaliados sem palha foram semelhantes aos encontrados por Almeida et al. (2005), quando testaram em materiais comerciais de milho comum, e inferiores aos encontrados por Rodrigues, Silva e Mori (2003, 2004); Como os trabalhos relacionados são escassos na literatura, estes valores podem ser considerados aceitáveis.

Para a característica massa das espigas sem palha, observou-se uma amplitude de variação de 6,32 g, com a menor média observada no HS25 com 5,85 g e a maior encontrada no HS10 com 12,17 g. Esses valores estão dentro do limite de produção de minimilho “in natura” exigido pelas empresas (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2001).

A característica comprimento de espiga sem palha registrou amplitude de variação de 3,67 cm, sendo o menor comprimento constatado no HS25 com 8,41 cm e o maior em HS20, com 12,08 cm. Para a característica diâmetro das espigas, a variação foi de 0,43 cm. O menor diâmetro médio foi observado no HS8 com 1,09 cm e o maior diâmetro foi de 1,52 cm, observado no HS36. Esta característica é um bom indicador fitotécnico de qualidade de minimilho, visto que maiores diâmetros de espiga relacionam-se diretamente em maior desenvolvimento do sabugo, tendo conseqüentemente maior acúmulo de matéria seca, aumento da textura e redução de sua palatabilidade, assim como, diâmetros inferiores resultam em perdas pela fragilidade da matéria-prima, que se rompe facilmente, depreciação da qualidade visual do produto e redução do rendimento final de minimilho.

Para rendimento de espigas sem palha, obteve-se a amplitude de variação de 478 kg. A maior média foi obtida no HS9 com 585 kg ha⁻¹ e no mesmo grupo estatístico, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott), encontram-se os híbridos simples HS22, HS28, HS21, HS11 e o híbrido triplo Jade. Os valores de rendimento de espigas sem palha desse experimento

estão de acordo com os obtidos por Almeida et al. (2005), trabalhando com cultivares de milho comum.

4.1.1 Análise da Capacidade Combinatória do dialelo 1

Nas Tabelas 9 e 10, encontram-se os quadrados médios da capacidade geral (CGC) e da capacidade específica (CEC) de combinação, para as oito características avaliadas.

Tabela 9 – Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para quatro caracteres de minimilho com palha, de acordo com o Modelo 4, de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

FV	GL	QM			
		RECP	MECP	CECP	DECP
C.G.C	8	841381,2 *	51,448230 *	2,766825 *	0,030883 *
C.E.C	27	374964,5 *	88,178240 *	4,694230 *	0,077574 *
RESÍDUO	123	52917,5	5,687243	0,673140	0,005301

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 10 – Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (C.G.C) e da capacidade específica de combinação (CEC), para quatro caracteres de minimilho sem palha, de acordo com o Modelo 4, de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

F.V.	G.L.	QM			
		CESP	MESP	DESP	RESP
C.G.C	8	0,030883 *	5,974621 *	0,017616 *	67674,54 *
C.E.C	27	0,077574 *	9,135178 *	0,035819 *	24444,79 *
RESÍDUO	123	0,005301	0,837887	0,00289	4780,98

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Os quadrados médios para CGC e CEC foram significativos a 5% de probabilidade para todas as características avaliadas. Isso denota a existência de variabilidade genética, resultante da ação de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos no controle da expressão gênica. Também é importante destacar as

evidências da variabilidade genética entres as linhagens genitoras, linhagens que têm potencial superior para características de produção de minimilho e também a ocorrência de combinações específicas entre linhagens na formação de híbridos.

4.1.2 Estimação dos efeitos das Capacidades de Combinação do dialelo 1

4.1.2.1 Estimação dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC), do dialelo 1

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) dependem do conjunto particular das linhagens incluídas nos híbridos em teste. Portanto, as inferências são válidas somente para o material experimental utilizado (GRIFFING, 1956). Nas Tabelas 11 e 12, estão apresentadas as estimativas dos efeitos de CGC, para cada linhagem, e os desvios-padrão dos efeitos das linhagens genitoras e do contraste entre duas linhagens para as oito características avaliadas.

Tabela 11 – Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

	C.G.C.			
	RECP	MECP	CECP	DECP
G(1) -L1.1	-336,939	0,213	-0,342	0,000
G(2) -L3.2	103,001	1,013	0,013	-0,005
G(3) - L4.4	-83,920	-2,545	-0,395	-0,059
G(4) - L7.1	-120,247	-0,037	-0,076	-0,029
G(5) -L8.4	134,248	-1,401	-0,149	-0,022
G(6) -L9.1	-84,516	1,189	0,125	0,040
G(7) - L9.2	52,516	-0,630	-0,132	0,008
G(8) - L9.3	240,151	1,792	0,497	0,043
G(9) - L7.4	95,706	0,405	0,458	0,024
DP(\hat{G}_i)	40,990	0,420	0,150	0,010
DP($\hat{G}_i - \hat{G}_j$)	61,480	0,640	0,220	0,020

DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 12 – Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em linhagens de milho-pipoca para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

	C.G.C.			
	RESP	MESP	CESP	DESP
G(1) - L1.1	-104,823	0,170	0,123	-0,012
G(2) - L3.2	40,424	0,664	0,050	-0,005
G(3) - L4.4	10,708	-0,578	0,033	-0,048
G(4) - L7.1	-43,970	-0,341	-0,214	-0,016
G(5) - L8.4	42,108	-0,601	-0,440	-0,008
G(6) - L9.1	-25,740	0,622	0,094	0,025
G(7) - L9.2	29,151	0,052	-0,166	0,034
G(8) - L9.3	22,850	-0,126	0,243	0,011
G(9) - L7.4	29,291	0,139	0,276	0,019
DP (\hat{G}_i)	12,32	0,16	0,09	0,01
DP($\hat{G}_i - \hat{G}_j$)	18,48	0,24	0,13	0,01

DECP - diâmetro das espigas sem palha (cm); CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); MESP - massa das espigas sem palha (g); RECP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

Adotou-se como critério considerar a existência de diferença entre dois genitores quaisquer, quando essa diferença ultrapassar o valor de dois desvios-padrão. Altas estimativas de \hat{G}_i , em valores absolutos, ocorrem, em geral, para os genótipos, cujas frequências de alelos favoráveis são consistentemente maiores ou menores que a frequência média dos alelos favoráveis em todos os genótipos testados. Assim, esses valores constituem uma indicação de genes que são predominantemente aditivos em seus efeitos (SPRAGUE; TATUM, 1942).

Para todos os caracteres avaliados com palha, rendimento (RECP), massa (MECP), comprimento (CECP) e diâmetro (DECP), a linhagem que mais contribuiu para aumentar as médias dos caracteres foi a linhagem 8 (P9.3), com estimativas de \hat{G}_i de 240,151; 1,792; 0,497 e 0,043; respectivamente. Para a massa das espigas com palha (MECP), os efeitos da CGC apresentaram maior efeito positivo na linhagem 8 (P9.3) como citado anteriormente, em contrapartida à linhagem que teve menor contribuição (linhagem 1). A amplitude de variação foi de 5,48 desvios-padrão.

Para os caracteres comprimento de espiga (CECP), diâmetro (DECP) e massa de espiga (MECP), a linhagem 3 teve a menor contribuição, com \hat{G}_i s de (-2,545; -0,395 e -0,059), respectivamente, apresentando também contribuição negativa para rendimento de espigas com palha com \hat{G}_i de -83,92.

Para comprimento de espigas com palha (CECP), a linhagem que mais contribuiu foi a 8, com \hat{G}_i de 0,497, e a que menos contribuiu foi a linhagem 3 com \hat{G}_i de -0,395 e amplitude de variação de 4,05 desvios-padrão.

Para o caráter diâmetro de espiga com palha, a linhagem que mais contribuiu para o diâmetro foi a linhagem 8, com \hat{G}_i de 0,043. Em contrapartida, a menor contribuição foi observada na linhagem 3, com \hat{G}_i -0,059, com amplitude de variação correspondente a 5,1 desvios-padrão.

A linhagem 8 foi a que mais contribuiu para a massa de espigas com palha com \hat{G}_i de 1,792. A linhagem que menos contribuiu para tal caráter foi a linhagem 3, com \hat{G}_i de -2,545. A amplitude observada foi de 6,77 desvios-padrão.

Para massa de espigas sem palha, a linhagem que mais contribuiu para incremento foi a linhagem 2 com um \hat{G}_i de 0,664; em contrapartida, a linhagem que menos contribuiu para tal característica foi a 5, com \hat{G}_i de -0,601. A amplitude de variação apresentada foi de 5,27 desvios-padrão.

A linhagem que apresentou melhor desempenho para a característica comprimento de espigas sem palha foi a 9, com um \hat{G}_i de 0,276, contribuindo mais que as demais linhagens testadas. No entanto, a linhagem que apresentou menor contribuição para o comprimento de espigas sem palha foi a 5, com um \hat{G}_i de -0,440 e amplitude apresentada foi de 5,51 vezes o desvio-padrão.

Para o caráter diâmetro de espigas sem palha, a linhagem 7 foi superior, apresentando \hat{G}_i positivo e alto (\hat{G}_i de 0,034). A que menos contribuiu foi a 3, com amplitude de variação de 8,20 vezes o desvio-padrão.

A linhagem 5 foi a que mais contribuiu para o rendimento de espigas sem palha, com um \hat{G}_i de 42,108. A menor contribuição para o rendimento de espigas sem palha foi observada na linhagem 1, que apresentou \hat{G}_i de -104,82. A amplitude de variação apresentada para tal característica foi de 7,95 vezes o desvio-padrão.

4.1.2.2 Estimação dos efeitos da capacidade de específica de combinação (CEC), do dialelo 1

As estimativas dos efeitos da CEC (\hat{S}_{ij}) e os desvios-padrão referentes aos 36 híbridos simples de milho-pipoca para avaliação de minimilho estão

apresentados na Tabela 13. Baixos valores de \hat{S}_{ij} indicam que o desempenho dos híbridos podem ser previsto com base na capacidade geral de combinação dos seus parentais (CRUZ; REGAZZI, 2004).

Tabela 13 – Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) para oito caracteres de minimilho e desvios-padrão (DP). Maringá-PR, 2009

\hat{S}_{ij}	HS	RESP	RECP	MECP	CECP	DECP	MESP	CESP	DESP
Zélia x CMS 42	HS 1	11,398	-129,416	-4,850	0,604	-0,053	-1,091	0,363	0,014
Zélia x CMS 43	HS 2	8,483	117,345	-6,272	-1,299	-0,109	-2,078	-1,680	-0,063
Zélia x UEM-M2 I	HS 3	-110,718	-295,088	4,260	0,413	0,131	1,995	1,658	0,095
Zélia x Zaeli	HS 4	-23,387	-220,114	0,544	-0,475	0,124	0,285	-0,537	0,077
Zélia x IAC-112 I	HS 5	-42,478	-5,849	3,254	2,061	0,203	0,662	0,649	0,094
Zélia x IAC-112 II	HS 6	99,800	11,219	-3,497	-1,622	-0,166	0,472	0,209	-0,035
Zélia x IAC-112 III	HS 7	51,382	433,544	8,111	1,060	0,080	1,739	0,050	0,028
Zélia x UEM-M2 II	HS 8	5,520	88,359	-1,552	-0,742	-0,212	-1,985	-0,713	-0,210
CMS 42 x CMS 43	HS 9	168,316	546,935	1,259	0,987	0,116	1,028	-0,197	0,090
CMS 42 x UEM-M2 I	HS 10	-43,225	-338,868	6,310	0,378	0,156	2,291	1,300	0,078
CMS 42 x Zaeli	HS 11	28,136	301,876	2,874	0,581	-0,052	0,451	0,356	-0,020
CMS 42 x IAC-112 I	HS 12	47,445	284,651	-0,246	-0,183	0,057	-0,882	-0,178	-0,073
CMS 42 x IAC-112 II	HS 13	-98,417	-170,941	0,103	-0,286	-0,032	-1,042	-0,498	-0,082
CMS 42 x IAC-112 III	HS 14	-11,785	51,694	0,421	-1,025	-0,026	-1,005	-0,737	-0,029
CMS 42 x UEM-M2 II	HS 15	-101,867	-545,931	-5,872	-1,056	-0,167	0,251	-0,410	0,023
CMS 43 x UEM-M2 I	HS 16	-122,590	-263,826	3,629	1,215	0,120	-0,417	0,618	0,001
CMS 43 x Zaeli	HS 17	-71,288	-405,572	-0,917	0,368	-0,037	0,764	0,583	0,053
CMS 43 x IAC-112 I	HS 18	-35,460	-240,928	-1,187	-0,346	-0,039	0,071	-0,111	0,060
CMS 43 x IAC-112 II	HS 19	-40,431	-29,089	-2,079	-0,309	-0,067	-1,549	-1,271	-0,029
CMS 43 x IAC-112 III	HS 20	5,630	90,075	3,700	0,333	-0,012	1,358	1,640	-0,046
CMS 43 x UEM-M2 I	HS 21	87,339	185,061	1,867	-0,949	0,027	0,824	0,418	-0,065
UEM-M2 I x Zaeli	HS 22	166,520	653,985	2,144	0,810	0,033	0,356	0,910	0,071
UEM-M2 I x IAC-112 I	HS 23	42,399	47,779	3,814	-0,365	-0,009	1,674	-0,704	0,028
UEM-M2 I x IAC-112 II	HS 24	5,518	-114,832	-4,017	-0,938	-0,087	-0,307	-0,374	-0,030
UEM-M2 I x IAC-112 III	HS 25	-12,711	-91,528	-12,539	-1,656	-0,322	-3,239	-1,783	-0,188
UEM-M2 I x UEM-M2 II	HS 26	74,808	402,378	-3,602	0,143	-0,023	-2,354	-1,625	-0,056
Zaeli x IAC-112 I	HS 27	-21,310	-82,116	-4,472	-0,422	-0,106	-1,007	0,192	-0,100
Zaeli x IAC-112 II	HS 28	66,689	307,562	4,017	0,705	0,126	0,534	-0,228	0,021
Zaeli x IAC-112 III	HS 29	-45,670	-241,874	-4,324	-0,483	-0,019	-1,689	-1,077	-0,046
Zaeli x UEM-M2 II	HS 30	-99,691	-313,748	0,133	-1,085	-0,070	0,306	-0,200	-0,055
IAC-112 I x IAC-112 II	HS 31	-14,553	12,086	-0,253	-0,379	-0,056	-0,509	0,088	-0,052
IAC-112 I x IAC-112 III	HS 32	7,159	-112,789	-1,464	-0,898	-0,080	-0,052	-0,101	0,001
IAC-112 I x UEM-M2 II	HS 33	16,798	97,166	0,553	0,531	0,029	0,044	0,166	0,043
IAC-112 II x IAC-112 III	HS 34	-14,853	-115,921	1,674	1,170	0,121	1,188	0,859	0,083
IAC-112 II x UEM-M2 II	HS 35	-3,754	99,915	4,051	1,658	0,160	1,214	1,216	0,124
IAC-112 III x UEM-M2 II	HS 36	20,848	-13,201	4,420	1,500	0,256	1,701	1,148	0,197
DP(\hat{S}_{ij})		29,94	99,61	1,03	0,36	0,03	0,40	0,22	0,02
DP($\hat{S}_{ij} \hat{S}_{ik}$)		45,27	150,60	1,56	0,54	0,05	0,60	0,33	0,04
DP($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$)		41,32	137,47	1,43	0,49	0,04	0,55	0,30	0,03

(1) - L1.1; (2) - L3.2; (3) - L4.4; (4) - L7.1; (5) - L8.4; (6) - L9.1; (7) - L9.2; (8) - L9.3 e (9) - L7.4.

Altos valores (positivos ou negativos) de \hat{S}_{ij} indicam que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor ou pior do que o esperado, com base na capacidade geral de combinação das linhagens envolvidas.

As discussões serão voltadas para as combinações híbridas com estimativas mais altas de capacidade específica de combinações, nas quais pelo menos uma das linhagens genitoras tenha apresentado um efeito favorável da capacidade geral de combinação (GRIFFING, 1956).

Para o caráter rendimento de espigas sem palha, as maiores estimativas em ordem crescente de \hat{S}_{ij} foram observadas nos híbridos, HS 7; HS 28; HS 26; HS 21; HS 6; HS 22 e HS 9, com estimativas de capacidade específica de combinação da ordem de 51,382; 66,689; 74,808; 87,339; 99,8; 166,52; e 168,316, respectivamente. A amplitude de variação foi de 6,43 vezes o valor do desvio-padrão entre os híbridos HS 9 e HS 16.

Os híbridos HS 12; HS 11; HS 28; HS 26; HS 7; HS 9 e HS 22 foram os que apresentaram maiores valores positivos crescentes, em valores numéricos, para as estimativas da capacidade específica para o rendimento de espigas com palha, com os valores 284,651; 301,876; 307,562; 402,378; 433,544; 546,935 e 653,985, respectivamente. As linhagens 2 e 5 estiveram presentes em três desses híbridos. A amplitude de variação foi de 7,97 desvios-padrão entre os híbridos HS 15 e HS 22 com as estimativas (-545,931 e 653,985), respectivamente.

Para a variável massa de espigas com palha, as combinações híbridas que obtiveram os maiores valores positivos de capacidade específica de combinação foram, HS23; HS28; HS35; HS3; HS36; HS10 e HS7 com estimativas de 3,814; 4,017; 4,051; 4,260; 4,420; 6,310 e 8,111, respectivamente. Vale ressaltar a presença das linhagens 4, 7 e 8 nas combinações em tela. A linhagem 4 está presente em três combinações híbridas citadas, e as demais, em duas combinações.

Os híbridos que apresentaram maiores valores de capacidade específica de combinação para massa de espigas sem palha foram HS35; HS20; HS23; HS36; HS7; HS3 e HS10, com as seguintes estimativas de valores positivos: 1,214; 1,358; 1,674; 1,701; 1,739; 1,995 e 2,291, respectivamente. É possível

observar que a linhagem 8 está presente em três das maiores CEC para esta característica avaliada. A amplitude foi da ordem de 9,22 desvios-padrão.

De acordo com os resultados observados, por meio das estimativas de capacidade geral de combinação e valores de estimativas de capacidade específica de combinação, o melhor cruzamento foi observado entre as linhagens 5 e 4 (híbrido HS22), sendo o principal caráter avaliado o RESP (grifado na Tabela 13). Todas as estimativas de valores de \hat{S}_{ij} foram positivas, para os caracteres estudados, e também foi a linhagem 5 que mais contribuiu para as características avaliadas com palha para as estimativas de \hat{G}_i . A linhagem 4 apresentou \hat{G}_i negativos todas as características avaliadas. Isso significa que pode haver alto grau de complementariedade genética entre as duas linhagens, expresso nas estimativas positivas e elevadas de \hat{S}_{ij} associado à alta CGC da linhagem 5.

4.2 ANÁLISE DO DIALELO 2

Na Tabelas 14 e 15, encontram-se os quadrados médios, coeficientes de variação e médias gerais da análise de variância para o delineamento em blocos completos com os tratamentos ao acaso para oito caracteres avaliados nos genótipos de milho-pipoca para produção de minimilho, cultivados em Iguatemi-PR, em 2007/2008.

Tabela 14 – Análise de variância para quatro características de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas, Maringá-PR, 2009

FV	GL	QM			
		CECP (cm)	DECP (cm)	MECP (g)	RECP (kg ha ⁻¹)
Blocos	2	6,9007	0,8582	3,9225	30651,21
Tratamentos	29	6,7443	0,5514	75,1104	219.243,14
Resíduo	58	7,9264	0,6979	56,2256	30.656,63
CV(%)		14,69	38,88	25,07	16,53
Média		19,16	2,15	29,91	1060

ns: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 15 – Análise de variância para quatro características de minimilho em híbridos simples de linhagens de milho-pipoca e testemunhas, Maringá-PR, 2009

FV	GL	QM			
		CESP (cm)	DESP (cm)	MESP (g)	RESP (kg ha ⁻¹)
Blocos	2	0,0960	0,000023	3,8866	2.543,38
Tratamentos	29	1,8973 ^{ns}	0,028998 ^{ns}	8,9101 ^{ns}	118.948,28 *
Resíduo	58	1,3651	0,026356	8,6224	5.057,24
CV(%)		14,98	13,49	42,20	11,31
Médias		7,80	1,20	6,96	628,96

ns: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); MESP - massa da espiga sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

O teste F indicou a existência de diferenças significativas a 5% de probabilidade, entre as médias de tratamentos (híbridos simples e testemunhas) para, somente, rendimento de espigas com palha (RECP) e rendimento de espigas sem palha (RESP).

As estimativas dos coeficientes de variação para as características de espigas sem palha, como: comprimento (CECP), diâmetro (DECP) e rendimento (RESP), bem como as características de espigas com palha: comprimento (CECP), e massa (MECP), estão em consonância com outros autores (ALMEIDA et al., 2005; PEREIRA FILHO; GAMA; FURTADO, 1998). Por outro lado, para as características diâmetro de espigas com palha (DECP) e massa de espigas sem palha (MESP), os coeficientes de variação encontrados foram de 38,88 e 42,20%, respectivamente, valores elevados quando comparado com a literatura (PEREIRA FILHO; GAMA; FURTADO, 1998). Todas as considerações em relação a essas estimativas já foram exaustivamente discutidas no dialeto 1.

As médias das oito características estão apresentadas na Tabela 16. As médias gerais de todas as características avaliadas estão de acordo com a literatura (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2001).

Tabela 16 – Médias observadas para as oito características avaliadas nos híbridos simples de milho-pipoca para avaliação do potencial de minimilho. Maringá-PR 2007-2008

GRUPO I Zaeli	GRUPO II IAC 112	Trat	CECP (cm)	DECP (cm)	MECP (g)	CESP (cm)	DESP (cm)	MESP (g)	RECP kg ha ⁻¹	RESP kg ha ⁻¹
1	1	HS 1	20,83 a	2,06 a	33,57 a	8,81 a	1,32 a	8,33 a	864,07 c	566,29 c
1	2	HS 2	19,19 a	3,27 a	29,15 a	6,96 a	1,16 a	5,18 a	930,46 c	576,9 c
1	3	HS 3	20,62 a	1,79 a	20,69 a	7,33 a	1,1 a	5 a	883,52 c	554,1 c
1	4	HS 4	18,87 a	1,89 a	23,97 a	7,23 a	1,17 a	7,53 a	994,81 c	646,57 c
1	5	HS 5	19,63 a	2,13 a	33,76 a	7,97 a	1,25 a	7,22 a	1.360,67 b	941,15 a
2	1	HS 6	20,63 a	2,1 a	35,95 a	8,46 a	1,28 a	8,68 a	1.765,18 a	659,26 c
2	2	HS 7	19,6 a	2,17 a	32,43 a	7,97 a	1,34 a	7,13 a	795,55 c	475,55 d
2	3	HS 8	18,72 a	1,92 a	31,44 a	7,28 a	1,15 a	5,58 a	930,42 c	540,41 c
2	4	HS 9	18,27 a	2,05 a	29,68 a	8,11 a	1,23 a	7,21 a	1.111,48 c	591,11 c
2	5	HS 10	21,42 a	2,22 a	42,46 a	9,2 a	1,31 a	9,36 a	820,42 c	557,85 c
3	1	HS 11	16,81 a	1,85 a	24,32 a	7,27 a	1,08 a	5,04 a	1.523,1 a	641,15 c
3	2	HS 12	18,72 a	3,06 a	25,33 a	7,89 a	1,21 a	7,31 a	848,89 c	636,3 c
3	3	HS 13	21,27 a	2,09 a	31,7 a	7,73 a	1,21 a	5,83 a	1.499,24 a	969,27 a
3	4	HS 14	19,13 a	1,99 a	27,53 a	5,97 a	1,14 a	7,24 a	754,81 c	496,3 d
3	5	HS 15	14,08 a	1,37 a	22,65 a	9,25 a	1,43 a	10,37 a	823,73 c	471,06 d
4	1	HS 16	16,97 a	1,89 a	24,63 a	7,13 a	1,15 a	6,57 a	781,48 c	268,15 e
4	2	HS 17	19,87 a	2,01 a	31,27 a	7,6 a	1,23 a	5,66 a	900,37 c	638,89 c
4	3	HS 18	19,8 a	2,21 a	32,93 a	8,17 a	1,17 a	6,97 a	1.140,37 c	791,85 b
4	4	HS 19	18,27 a	2,11 a	34,33 a	8,4 a	1,35 a	8,9 a	1.238,89 b	882,59 a
4	5	HS 20	18,13 a	1,93 a	24,73 a	7,2 a	1,12 a	4,95 a	1.119,67 c	671,34 c
5	1	HS 21	17,61 a	3,08 a	23,16 a	6,68 a	1,08 a	4,62 a	847,64 c	313,53 e
5	2	HS 22	18,53 a	2,05 a	33,62 a	7,7 a	1,24 a	6,85 a	1.504,81 a	929,63 a
5	3	HS 23	18,83 a	1,99 a	26,62 a	7,13 a	1,11 a	5,33 a	1.328,84 b	735,73 b
5	4	HS 24	19,44 a	2,15 a	37,22 a	8,95 a	1,36 a	11,37 a	992,47 c	558,35 c
5	5	HS 25	20,53 a	2,1 a	34,43 a	8,25 a	1,18 a	7,22 a	1.287,03 b	951,85 a
		26(Zélia)	19,39 a	2,02 a	32,97 a	8,95 a	1,29 a	9,18 a	778,58 c	404,27 d
		27(Jade)	19,35 a	1,83 a	28,33 a	7,92 a	1,1 a	6,5 a	851,85 c	363,19 e
		28(IAC112)	20,2 a	2,07 a	32,4 a	8,47 a	1,2 a	7,03 a	1.217,77 b	998,51 a
		29(IAC125)	20,4 a	3,16 a	29,65 a	6,96 a	1,08 a	6,14 a	967,51 c	635,27 c
		30(Angela)	19,77 a	1,94 a	26,28 a	7,14 a	1,05 a	4,47 a	914,98 c	402,53 d

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott – Knott, a 5% de probabilidade. DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg.ha⁻¹); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); MESP - massa das espigas sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

Em consonância com o teste F, a 5% de probabilidade, o teste de Scott-Knott também não detectou diferenças significativas, a 5% de probabilidade do erro, para todas as características, com duas exceções, rendimento de espigas com palha e sem palha. Evidentemente, a discussão deve ser concentrada somente nessas duas características.

Para a característica rendimento de espigas com palha, foram formados três grupos distintos. O primeiro grupo, das maiores médias, foi formado por quatro tratamentos (HS6, HS11, HS22 e HS13). Em relação à característica rendimento de espigas sem palha foram formados cinco grupos distintos. O grupo, com as maiores médias, é formado por cinco híbridos

simples (HS13, HS25, HS5, HS22 e HS19) e a testemunha IAC-112, selecionados em virtude do índice de aproveitamento industrial.

4.2.1 Análise da Capacidade Combinatória do dialelo 2

Para facilitar a apresentação e discussão dos resultados é importante relembrar as cinco linhagens S₈ (Grupo I-GI) obtidas do genótipo Zaeli cruzadas, em dialelo parcial, com cinco linhagens S8 (Grupo II-GII) extraídas do híbrido simples modificado IAC-112. Doravante, denominar-se-ão, GI-Zaeli e GII-IAC 112.

As estimativas dos quadrados médios das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC), para as quatro características avaliadas com palha em dialelo parcial, encontram-se nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 – Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing. Maringá-PR, 2009

F.V.	GL	QM							
		CECP		DECP		MECP		RECP	
CGC G-I	4	8,852388	*	0,167718	ns	139,5984	*	74908,83	*
CGC G-II	4	3,872118	ns	0,778578	*	28,18112	ns	84349,29	*
CEC IxII	16	8,379894	*	0,537313	*	88,33945	*	322124,7	*
Média (u)		19,0308		2,1392		29,9028		1081,917	
DP(u)		0,325093		0,096464		0,865838		20,21769	

DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 18 – Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC), para oito caracteres de minimilho, de acordo com o Modelo 4, de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

F.V.	GL	QM							
		CESP		DESP		MESP		RESP	
CGC G-I	4	0,850602	ns	0,011238	ns	2,44911	ns	35126,84	*
CGC G-II	4	1,705962	*	0,034098	*	18,05925	*	131370	*
CEC IxII	16	2,251288	*	0,029875	*	8,749413	*	115157,3	*
Média (u)		7,7856		1,2148		7,018		642,6072	
DP(u)		0,134912		0,018744		0,339065		8,211569	

CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); MESP - massa da espiga sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

Na análise dialélica, utilizando o modelo de Griffing (1956), adaptada para o dialelo parcial por Geraldi e Miranda Filho (1988), observaram-se diferenças significativas da CGC ($P < 0,05$) para as linhagens do Grupo I-Zaeli para as características CECp-comprimento das espigas com palha; MECp-massa das espigas com palha; RECP - rendimento das espigas com palha e RESP - rendimento das espigas sem palha. Para as linhagens do Grupo II-IAC 112 foram encontradas diferenças significativas da CGC ($P < 0,05$) para todas as características com duas exceções: CECp-comprimento das espigas com palha e MECp-massa das espigas com palha. As significâncias das CGC observadas para os genitores dos Grupos I-Zaeli e II-IAC 112 indicam que existe variação entre as linhagens dentro de cada grupo, para as características em tela.

A estimativa dos quadrados médios para a capacidade específica de combinação para as quatro características avaliadas com e sem palha foram significativas a 5% de probabilidade, reportando a existência de variabilidade associada a efeitos genéticos não-aditivos.

4.2.2 Estimativas dos efeitos das Capacidades de Combinação do dialelo 2

4.2.2.1 Estimativas dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC) do dialelo 2

As estimativas da CGC e desvios-padrão, para as oito características estão apresentadas nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 – Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em milho-pipoca, para produção de minimilho, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

G I(Zaeli)	C.G.C.			
	CECP	DECP	MECP	RECP
1	0,7972	0,0888	-1,6748	-75,2108
2	0,6972	-0,0472	4,4892	2,6932
3	-1,0288	-0,0672	-3,5968	8,0372
4	-0,4228	-0,1092	-0,3248	-45,7608
5	-0,0428	0,1348	1,1072	110,2412

Tabela 19, Cont.

G II(IAC 112)	CECP	DECP	MECP	RECP
1	-0,4608	0,0568	-1,5768	74,3772
2	0,1512	0,3728	0,4572	-85,9008
3	0,8172	-0,1392	-1,2268	74,5612
4	-0,2348	-0,1012	0,6432	-63,4248
5	-0,2728	-0,1892	1,7032	0,3872
DP(\hat{G}_i):	0,65	0,19	1,73	40,44
DP($\hat{G}_i - \hat{G}_i'$):	1,03	0,31	2,74	63,93

GI: 1 - P9.5.1; 2 - P9.5.2; 3 - P9.5.3; 4 - P9.5.4 e 5 - P9.5.5. GII:1 - P8.1; 2 - P8.2; 3 - P8.3; 4 - P8.4 e 5 - P8.5. DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg ha⁻¹).

Tabela 20 – Estimativas de efeitos de capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) em milho-pipoca, segundo o método de Griffing (1956). Maringá-PR, 2009

G I(Zaeli)	C.G.C.			
	CESP	DESP	MESP	RESP
1	-0,1256	-0,0148	-0,3660	14,3948
2	0,4184	0,0472	0,5740	-77,7712
3	-0,1636	-0,0008	0,1400	0,2088
4	-0,0856	-0,0108	-0,4080	7,9568
5	-0,0436	-0,0208	0,0600	55,2108
G II(IAC 112)	CESP	DESP	MESP	RESP
1	-0,1156	-0,0328	-0,3700	-152,9312
2	-0,1616	0,0212	-0,5920	8,8468
3	-0,2576	-0,0668	-1,2760	75,6648
4	-0,0536	0,0352	1,4320	-7,6232
5	0,5884	0,0432	0,8060	76,0428
DP(\hat{G}_i):	0,27	0,04	0,68	16,42
DP($\hat{G}_i - \hat{G}_i'$):	0,43	0,06	1,07	25,97

GI: 1 - P9.5.1; 2 - P9.5.2; 3 - P9.5.3; 4 - P9.5.4 e 5 - P9.5.5. GII:1 - P8.1; 2 - P8.2; 3 - P8.3; 4 - P8.4 e 5 - P8.5. CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); MESP - massa da espiga sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

Em relação ao Grupo I-Zaeli, a linhagem 2 apresentou estimativas positivas de \hat{G}_i para as características com palha das espigas, a saber: comprimento-CECP, massa-MECP e rendimento-RECP. Destacam-se, ainda, nesse grupo, as altas estimativas positivas de \hat{G}_i para a linhagem 5 nas características de rendimento de espigas com palha-RECP e sem palha-RESP.

Em relação ao Grupo II-IAC 112, as linhagens 1 e 3 apresentaram altas estimativas positivas de \hat{G}_i para a características rendimento de espigas com palha-RECP. As linhagens 3 e 5 apresentaram altas estimativas positivas de

\hat{G}_i para rendimento de espigas sem palha-RESP. Aliás, a linhagem 5 apresentou todas as estimativas positivas para as quatro características das espigas sem palha.

4.2.2.2 Estimativas dos efeitos da capacidade de específica de combinação do dialelo 2

As estimativas das capacidades específicas de combinação (CEC) para as oito variáveis estão apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21 – Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) para oito caracteres de minimilho e desvios-padrão (DP). Maringá-PR, 2009

Trat.	G I Zaeli	GII IAC 112	C.E.C.							
			CECP	DECP	MECP	CESP	DESP	MESP	RECP	RESP
HS 1	1	1	1,463	-0,225	6,919	1,266	0,153	2,048	-217,013	62.219
HS 2	1	2	-0,789	0,669	0,465	-0,538	-0,061	-0,880	9,655	-88.949
HS 3	1	3	-0,025	-0,299	-6,311	-0,072	-0,033	-0,376	-197,747	-178.567
HS 4	1	4	-0,723	-0,237	-4,901	-0,376	-0,065	-0,554	51,529	-2.809
HS 5	1	5	0,075	0,091	3,829	-0,278	0,007	-0,238	353,577	208.105
HS 6	2	1	1,363	-0,049	3,135	0,372	0,051	1,458	606,193	247.355
HS 7	2	2	-0,279	-0,295	-2,419	-0,072	0,057	0,130	-203,159	-98.133
HS 8	2	3	-1,825	-0,033	-1,725	-0,666	-0,045	-0,736	-228,751	-100.091
HS 9	2	4	-1,223	0,059	-5,355	-0,040	-0,067	-1,814	90,295	33.897
HS 10	2	5	1,965	0,317	6,365	0,408	0,005	0,962	-264,577	-83.029
HS 11	3	1	-0,731	-0,279	-0,409	-0,236	-0,101	-1,748	358,769	151.265
HS 12	3	2	0,567	0,615	-1,433	0,430	-0,025	0,744	-155,163	-15.363
HS 13	3	3	2,451	0,157	6,621	0,366	0,063	-0,052	334,725	250.789
HS 14	3	4	1,363	0,019	0,581	-1,598	-0,109	-1,350	-271,719	-138.893
HS 15	3	5	-3,649	-0,513	-5,359	1,040	0,173	2,406	-266,611	-247.799
HS 16	4	1	-1,177	-0,197	-3,371	-0,454	-0,021	0,330	-329,053	-229.483
HS 17	4	2	1,111	-0,393	1,235	0,062	0,005	-0,358	-49,885	-20.521
HS 18	4	3	0,375	0,319	4,579	0,728	0,033	1,636	29,653	65.621
HS 19	4	4	-0,103	0,181	4,109	0,754	0,111	0,858	266,159	239.649
HS 20	4	5	-0,205	0,089	-6,551	-1,088	-0,127	-2,466	83,127	-55.267
HS 21	5	1	-0,917	0,749	-6,273	-0,946	-0,081	-2,088	-418,895	-231.357
HS 22	5	2	-0,609	-0,597	2,153	0,120	0,025	0,364	398,553	222.965
HS 23	5	3	-0,975	-0,145	-3,163	-0,354	-0,017	-0,472	62,121	-37.753
HS 24	5	4	0,687	-0,023	5,567	1,262	0,131	2,860	-136,263	-131.845
HS 25	5	5	1,815	0,015	1,717	-0,080	-0,057	-0,664	94,485	177.989
DP(\hat{S}_{ij})			1.300	0,386	3,463	0,540	0,075	1,356	80,871	32,846
DP($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ij}$)			2.056	0,610	5,476	0,853	0,119	2,144	127,868	51,935
DP($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ij}$)			1.781	0,528	4,742	0,739	0,103	1,857	110,737	44,977

GI: 1 - P9.5.1; 2 - P9.5.2; 3 - P9.5.3; 4 - P9.5.4 e 5 - P9.5.5. GII: 1 - P8.1; 2 - P8.2; 3 - P8.3; 4 - P8.4 e 5 - P8.5. DECP - diâmetro das espigas com palha (cm); CECP - comprimento das espigas com palha (cm); MECP - massa das espigas com palha (g); RECP - rendimento das espigas com palha (kg.ha⁻¹); DESP - diâmetro das espigas sem palha (cm); CESP - comprimento das espigas sem palha (cm); MESP - massa das espigas sem palha (g); RESP - rendimento das espigas sem palha (kg ha⁻¹).

As combinações híbridas mais favoráveis são: 1x5(HS 5), 2x1, (HS 6) 3x3 (HS 13) e 5x2 (HS 22) com ênfase para as características de rendimento de espigas com palha e sem palha.

5. CONCLUSÃO

No dialelo 1, as linhagens extraída de “Zaeli” e “CMS 42” podem ser indicadas em programas de obtenção de híbridos superiores com maior rendimento de espigas sem palha.

No dialelo 2, as linhagens 1 e 5 do Grupo I-“Zaeli” e as linhagens 3 e 5 do Grupo II-“IAC 112” podem ser recomendadas para a recombinação dentro de cada grupo e a formação de duas populações sintéticas para seleção recorrente ou podem ser indicadas em programas de obtenção de híbridos superiores visando aumentar o rendimento de espigas sem palha.

Nos dois dialelos, nenhum híbrido de linhagem apresenta média de rendimento de espigas sem palha que possa ser indicado para o comércio de forma imediata.

REFERÊNCIAS

- AEKATASANAWAN, C. Baby corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. cap. 9, p. 275-293.
- ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético de plantas**. Rio de Janeiro: Edgar Blucher, 1971.
- ALMEIDA, I. P. C. et al. Baby corn, green ear, and grain yield of corn cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 960-964, 2005.
- ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super-doce (*Zea mays* L.) portadores do gene shrunken--2 (sh_2sh_2) utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Botucatu, 2002.
- BAR-ZUR, A.; SAADI, H. Profilic maize hybrids for baby corn. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 65, no. 1, p. 97-100, 1990.
- CARVALHO, G. S.; PINHO, R. G. V.; PEREIRA FILHO, I. A. Efeito do tipo de cultivar, despendoamento das plantas e da época de semeadura na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 47-58, 2002.
- CRUZ, D. C. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. 2007. Disponível em: <www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Acesso em: 24 ago. 2008.
- CRUZ, D. C.; REGAZZI, A. D. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 1.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- FEDERER, W. J. **Diallel cross designs and their relation to fractional replication**. [S.l.]: Der Zuchter, 1967.
- GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, London, v. 22, no. 3, p. 439-452, 1966.
- GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 419-430, 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, no. 4, p. 463-493, 1956.

GUIMARÃES, P. S. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal)-Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2007.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981.

HALLAUER, A. R. Methods used in developing maize inbreds. **Maydica**, Bergamo, v. 35, no. 3, p. 1-16, May 1990.

HARDOIM, P. R.; SANDRI, E.; MALUF, W. R. **Como fazer minimilho para aumentar a renda no meio rural**. Lavras: UFLA, 2002. (Boletim técnico de hortaliças, n. 72).

JINKS, J. L.; HAYMAN, B. I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, Columbia, no. 27, p. 48-54, 1953.

MENEGHETTI, A. M. et al. Análise de crescimento de minimilho submetido a lâminas de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 211-216, 2008.

MILES, C.; ZENS, L. **The web of science**. Washington, D.C.: Washington State University, 1998. Disponível em: <<http://agsyst.wsu.edu>>. Acesso em: 27 out. 2001.

MIRANDA FILHO, J. B.; GERALDI, I. O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 677-688, 1984.

MORELLO, C. L. de; MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Partial diallel cross between exotic and adapted maize populations evaluated in acid soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 313-319, 2001.

PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; CRUZ, J. C. **Minimilho: efeito de densidade de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho**. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1998. (Pesquisa em andamento, 23).

PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; FURTADO, A. A. L. **A Produção do Minimilho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1988b. (Comunicado técnico, 7).

PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; FURTADO, L. A. A. **Produção do minimilho**. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1998.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Manejo cultural do minimilho**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 2001.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COTO, L. **Cultura do milho irrigado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

RITCHIE, S. et al. **Como a planta do milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafós, 2003. (Informações agronômicas, n. 103). Disponível em: <<http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

RODRIGUES L. R.; SILVA, N.; MORI, E. S. Baby corn single-cross hybrids yield in two plant densities. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, no. 3, p. 177-184, 2003.

RODRIGUES L. R.; SILVA, N.; MORI, E. S. Avaliação de sete famílias S2 prolíficas de minimilho para a produção de híbridos. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 31-38, 2004.

RONZELLI JÚNIOR, P. **Melhoramento de plantas**. Curitiba: P. Ronzelli Júnior, 1996.

SAHOO, S. C.; PANDA, M. M. Fertilizer requirement of baby corn (*Zea mays* L) in wet and winter seasons. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 67, no. 9, p. 397-398, Sept. 1997.

SANGOI, L. Efeitos do arranjo de plantas sobre características agronômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 7, p. 945-953, 1990.

SANGOI, L. et al. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SANGOI, L. et al. Bases morfo-fisiológicas para a maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SAS Institute. **Statistical analysis system**. Cary, 1999.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, London, v. 30, no. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas, em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 585-595, 1999.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, D.C., v. 34, no. 10, p. 923-932, 1942.

TAKUR, D. R.; SHARMA, V.; PATHIK, S. R. Evaluation of maize (*Zea mays*) cultivars for their suitability babycorn under mid-hills of north-western Himalayas. **Indian Journal Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 70, no. 3, p. 146-148, 2000.

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. R. **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 373-408.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades**. 1970. 59 f. Tese (Livre-Docência em Genética e Melhoramento de Plantas)-Esalq/USP, Piracicaba, 1970.

VON PINHO, R. G. et al. Características físicas e químicas de cultivares de milho para a produção de Minimilho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1419-1425, 2003.