



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

THIAGO HIDEYO NIHEI

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE LINHAGENS PARA A
PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM RESISTÊNCIA
A DOENÇAS FOLIARES**

Londrina
2011

THIAGO HIDEYO NIHEI

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE LINHAGENS PARA A
PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM RESISTÊNCIA
A DOENÇAS FOLIARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Genética e Biologia Molecular, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Josué Maldonado Ferreira

Londrina
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

N691c Nihei, Thiago Hideyo.
Capacidade combinatória de linhagens para a produção de híbridos de milho com resistência a doenças foliares / Thiago Hideyo Nihei. – Londrina, 2011.
73 f. : il.

Orientador: Josué Maldonado Ferreira.
Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, 2011.
Inclui bibliografia.

1. Milho – Melhoramento genético – Teses. 2. Milho – Resistência a doenças e pragas – Aspectos genéticos – Teses. 3. Linhagem (Genética) – Milho – Teses. 4. Endogamia – Teses. 5. Milho híbrido – Teses. I. Ferreira, Josué Maldonado. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular. III. Título.

CDU 631.52:633.15

THIAGO HIDEYO NIHEI

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE LINHAGENS PARA A
PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM RESISTÊNCIA A
DOENÇAS FOLIARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Josué Maldonado Ferreira
UEL – Londrina – PR

Profa. Dra. Rosângela Maria Pinto Moreira
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Devanir Mitsuyuki. Murakami
UFMT – Mato Grosso – MT

Londrina, 24 fevereiro de 2011.

DEDICATÓRIA

À minha esposa, pais, avó e irmãos

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida abençoada.

À minha esposa Priscila Andressa pelos momentos e aprendizados compartilhados, além de todo o apoio e carinho.

Aos meus pais Lauro e Maria do Carmo Nihei, pelo esforço depreendido em busca de minha formação e educação.

À minha avó Nair Marquesini pela vida de carinho e dedicação que teve para comigo e meus irmãos.

Aos meus irmãos Diego e Thaylla Nihei pelo respeito e consideração.

Ao Prof. Dr. Josué Maldonado Ferreira pela grande contribuição pessoal e profissional através dos ensinamentos e, sobretudo, pela amizade.

À Empresa GS Pesquisa, na pessoa de Carlos de Freitas e Rita Beatriz, por proporcionar tão valorosa oportunidade da concretização do meu mestrado, e contribuir significativamente para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Aos técnicos agrícolas Vitor Pinheiro Machado e Bruno Arnas pela amizade e contribuição direta nos trabalhos desenvolvidos.

À Prof^a. Dr^a. Rosângela Maria Pinto Moreira, Prof. Dr. Devanir Mitsuyuki. Murakami, Dr. Pedro Mario Araújo e Dr. Marcus Reis Sena por aceitarem participar na avaliação da dissertação e pelas preciosas sugestões

.Ao corpo docente do Curso de Mestrado em Genética e Biologia Molecular, pelo aprimoramento de meus conhecimentos.

À Sueli e demais funcionários, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”

Roberto Shinyashiki

NIHEI, Thiago. Hideyo. **Capacidade combinatória de linhagens para a produção de híbridos de milho com resistência a doenças foliares**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

As doenças foliares do milho estão entre os fatores mais limitantes à produtividade, sendo o desenvolvimento de genótipos resistentes um dos principais alvos do melhoramento genético. Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial genético de dez linhagens endogâmicas desenvolvidas pela Empresa GS Pesquisas, para uso como testadoras e na obtenção de híbridos, com elevado desempenho agrônomico e resistência a doenças foliares; identificar o tipo de ação gênica predominante para resistência à Mancha-branca do milho; *Exserohilum turcicum*; *Physopella zae*; e *Puccinia polysora*. Os F₁s dos cruzamentos dialélicos das dez linhagens e as testemunhas P3069, P30F90, BG7060, Balu761 e Dow2A120 foram avaliados em quatro locais (Dourados – MS; Sorriso – MT; Jaciara - MT e Pitangueiras - PR), utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas de fileiras únicas de 5 metros de comprimento, no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas dentro da fileira, totalizando 25 plantas/parcela. Foram realizadas análises de variância e da capacidade geral e específica de combinação para: produtividade de grãos (t ha⁻¹, corrigido para estande ideal de 25 plantas por parcela e umidade de 14%); altura média da planta (cm); altura média da espiga (cm) e notas de severidade às doenças Mancha-branca, Mancha foliar de *E. turcicum*, e Ferrugens tropical e polissora. As linhagens com maior frequência de alelos favoráveis foram LGS₂, LGS₉, LGS₄ e LGS₃, participando na formação dos melhores híbridos (LGS₃ x LGS₉, LGS₂ x LGS₆, LGS₂ x LGS₄ e LGS₂ x LGS₃), apresentando excelente desempenho em relação às testemunhas, para os diferentes caracteres avaliados. A partir dos resultados dos dialelos, infere-se que os efeitos gênicos aditivos são os mais importantes para resistência à Mancha-branca e altura de espiga, enquanto os não aditivos são mais importantes para produtividade, altura de planta, resistência à *E. turcicum*, *P. zae* e *P. polysora*.

Palavras chave: Melhoramento genético. Resistência genética. Doenças foliares. Capacidade de combinação.

NIHEI, T. H. **Combining capacity to produce corn hybrids with resistance for foliar diseases.** 2011. 73 f. Dissertation (Master's Degree in Genetics and Molecular Biology) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

Corn leaf diseases are among the most limiting factors of yield, what makes the development of resistant genotypes one of the major targets of genetic improvement. The objectives of this research were to define the genetic potential of ten inbred lines developed by the Enterprise GS Researches, to use them as testers and to obtain hybrids with high agronomic performance and resistance to leaf diseases; to identify the predominant type of gene action for resistance to the white spot of corn; *Exserohilum turcicum*; *Physopella zae*; and *Puccinia polysora*. The F₁s of the diallel crosses from the ten lines and the checks P3069, P30F90, BG7060, Balu761 and Dow2A120 were evaluated in four locations (Dourados - MS; Sorriso - MT; Jaciara - MT and Pitangueiras - PR) using the randomized block designs, with three repetitions. The plots were consisted of single rows of five meters of length with the space among rows of 0.80m. and 0.20m. among plants in the rows, totaling 25 plants/portion. The characters evaluated were: grain yield (t ha⁻¹, corrected to ideal stand of 25 plants and 14% moisture); plant height (cm); ear height (cm) and grades of severity to the diseases white spot, *turcicum* leaf blight, tropical rust and *Maize* southern rust. The lines with higher frequency of favorable alleles were LGS₂, LGS₉, LGS₄ and LGS₃ participated in the formation of the best hybrids (LGS₃ x LGS₉, LGS₂ x LGS₆, LGS₂ x LGS₄ and LGS₂ x LGS₃), showing excellent performance in relation to checks, for different evaluated characters. From the results of the diallel, it is possible to infer that the additive effects are most important for resistance of white spot and ear height, while the non-additive are most important to the yield, plant height, resistance of à *E. turcicum*, *P. zae* and *P. polysora*.

Keywords: Genetic improvement. Genetic resistance. Leaf diseases. Combining ability

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características das dez linhagens (LGS) da Empresa GS Pesquisas.....	28
Tabela 2 –	Níveis de reação de resistência a doenças foliares (MR - Medianamente resistente; MS - Medianamente susceptível; S – Susceptível; SI - Sem informação) dos híbridos utilizados como testemunhas	29
Tabela 3 –	Esquema da análise individual com base nas médias dos tratamentos por local, envolvendo as testemunhas (T), híbridos experimentais (H), obtidos pela combinação de n genitores, e o contraste (T vs H).....	32
Tabela 4 –	Esquema da análise conjunta de locais (L) com base nas médias dos tratamentos, envolvendo as testemunhas (T), híbridos experimentais (H), obtidos pela combinação de n genitores, e o contraste (T vs H).....	33
 ARTIGO		
Tabela 1 –	Quadrados médios e níveis de significância das análises conjuntas, com base em médias de tratamentos em quatro locais (Pitangueiras, Sorriso, Jaciara e Dourados) e componentes quadráticos para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm) e de dois locais (Pitangueiras e Sorriso) para notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP).....	46
Tabela 2 –	Estimativas de médias dos 41 híbridos para as características produtividade de grãos corrigida (t ha ⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO)	47
Tabela 4 –	Estimativas CEC (s_{ii}) das combinações dos genitores dois a dois para as características produtividade de grãos (t ha ⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca	

	(MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP) e o desvio-padrão (DP) das estimativas CEC e seus contrastes, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).....	50
Tabela 5 –	Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Pitangueiras (PR).....	61
Tabela 6 –	Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Sorriso (MT).....	62
Tabela 7 –	Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Jaciara (MT)	63
Tabela 8 –	Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa	

	da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q). Dourados (MS)	64
Tabela 9 –	Quadrados médios e níveis de significância da análise conjunta com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga na planta (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP)	65
Tabela 10 –	Estimativas das médias dos cruzamentos (m) e de CGC (g _i) dos genitores para as características produtividade de grãos (t ha ⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP) e o desvio-padrão (DP) das estimativas e seus contrastes, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO)	66
Tabela 11 –	Estimativas de capacidade específica de combinação e dos desvios padrão (DP) das diferenças entre efeitos de dois híbridos para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); características notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO)	67
Tabela 12 –	Estimativas dos componentes quadráticos (ϕ) de CGC e CEC para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha ⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga na planta e porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade a Mancha-branca (MB), Mancha foliar de <i>Exserohilum</i> (ET), Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em quatro locais	69
Tabela 13 –	Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características produtividade de	

grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); posição relativa da espiga e porcentagem de acamamento, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO) 70

Tabela 14 – Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características porcentagem de quebramento (%Q) e notas de severidade às foliares, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO) 72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	O MILHO HÍBRIDO.....	16
2.2	RESISTÊNCIA A DOENÇAS FOLIARES.....	18
2.2.1	Ferrugem Polissora.....	20
2.2.2	Ferrugem Tropical.....	21
2.2.3	Mancha-branca.....	22
2.2.4	Mancha Foliar de Exserohilum.....	23
2.3	CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS E A SELEÇÃO DE TESTADORES.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	MATERIAL GENÉTICO.....	28
3.2	CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	29
3.3	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	30
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	31
3.4.1	Análise Dialélica.....	31
	ARTIGO	35
	REFERÊNCIAS.....	43
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICE	60

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é considerada uma das mais importantes para a agricultura brasileira, porém a produtividade média nacional ainda é considerada baixa. O rendimento da cultura pode ser influenciado direta ou indiretamente por diversos fatores relacionados à planta e ao ambiente, como a disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, população de plantas, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido e por manejos inadequados de plantas daninhas, pragas e doenças (SANDINI & FANCELLI, 2000).

Para a safra 2010/11, a produtividade média nacional prevista é 4,0% menor que a da safra 2009/10, ficando na casa dos 4236 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011). Essa redução destaca que, apesar de todo o avanço produtivo conquistado ao longo dos anos com o melhoramento genético, as variáveis de produção que independem da vontade do produtor ou da própria tecnologia são fatores determinantes. Um dos principais fatores limitantes à produtividade no Brasil é o agravamento de doenças foliares. Além disso, as mudanças climáticas têm promovido a desestabilização da distribuição das chuvas na safrinha, o que reforça a necessidade de híbridos bem adaptados e com boa sanidade.

Por muito tempo, a cultura do milho no Brasil foi considerada resistente à maioria das doenças foliares, não sendo relatados danos significativos na produtividade. Desta forma, as ações de melhoramento priorizavam a precocidade e produtividade, sem considerar a resistência genética. À medida que a cultura evoluiu no território nacional, houve uma intensificação das doenças foliares, provocando uma nova visão em relação à importância da sanidade dos cultivares e uma intensificação dos esforços dos programas de melhoramento genético para a obtenção de híbridos de milho e linhagens, com resistência às doenças e com adequada adaptação a diferentes condições climáticas.

O aumento do inóculo proporcionado pela prática do plantio direto, a sucessão de cultivos, a manutenção da umidade por irrigações, o aumento da área cultivada e o uso de híbridos e variedades suscetíveis às doenças, em áreas de risco de epidemias, são fatores que têm contribuído para o aumento das doenças no campo, sendo a resistência genética a alternativa mais segura e econômica para o controle.

A identificação do tipo de ação gênica predominante para resistência às doenças foliares auxilia no direcionamento das ações de melhoramento. Dessa forma, os dialelos têm auxiliado nesta identificação e na seleção de linhagens com elevado potencial em

cruzamentos e para uso como testadoras, por meio das estimativas de capacidade geral e específica de combinação. Nesse sentido, os objetivos deste trabalho foram:

- determinar o potencial genético de linhagens endogâmicas desenvolvidas pela Empresa GS Pesquisas para uso como testadoras de linhagens e na obtenção de híbridos, com elevado desempenho agrônômico e resistência às doenças foliares.

- identificar o tipo de ação gênica predominante para resistência à Mancha-branca do milho; *E. turcicum*; *Physopella zae* e *Puccinia polysora*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O MILHO HÍBRIDO

O híbrido é definido como a primeira geração do cruzamento entre: linhagens endogâmicas; variedades de polinização aberta; clones ou qualquer outro tipo de população divergente (ALLARD, 1999). De maneira geral, os tipos de híbridos podem ser divididos em duas categorias: híbridos normais e híbridos modificados. Os primeiros são produzidos por meio de linhagens não relacionadas e os modificados através de linhagens aparentadas (SOUZA JR., 2001).

Os tipos de híbridos que podem ser sintetizados foram relacionados por Miranda Filho & Viégas (1987) e são descritos a seguir:

a) *Top-cross* - obtido do cruzamento entre híbridos x variedades e entre variedades x linhagens. O termo “top-cross” também é empregado nos cruzamentos entre linhagens com um testador, que pode ser uma variedade, linhagem ou híbrido. Esse tipo de híbrido apresenta grande importância nos programas de melhoramento, sendo amplamente utilizado na avaliação da capacidade combinatória das progênes (ou linhagens) e na seleção de novas linhagens em fases iniciais de obtenção;

b) Híbrido Simples - é resultante do cruzamento de duas linhagens (L) endogâmicas ($L_A \times L_B$). Em geral, é mais produtivo do que os demais tipos de híbridos, apresentando grande uniformidade de plantas e de espigas. A semente tem custo de produção mais elevado porque é produzida nas linhagens que, por serem endogâmicas, exibem produção mais baixa. Atualmente, os híbridos simples representam 100% dos cultivares plantados nos Estados Unidos, e a tendência é de que sua proporção aumente gradativamente em território brasileiro;

c) Híbrido Simples Modificado - utiliza como genitor feminino o híbrido formado pelo cruzamento de duas linhagens aparentadas ($L_A \times L_{A'}$) e como genitor masculino uma linhagem B (L_B), dando origem ao híbrido simples modificado [$(L_A \times L_{A'}) \times L_B$]. Nestes casos, o custo de produção de sementes é reduzido em relação ao híbrido simples, porque o genitor feminino apresenta um maior vigor que se manifesta em maior produção;

d) Híbrido Duplo - é obtido pelo cruzamento de dois híbridos simples envolvendo, portanto, quatro linhagens endogâmicas [$(L_A \times L_B) \times (L_C \times L_D)$]. Embora este

híbrido tenha tornado economicamente viável a produção comercial de sementes híbridas no início do século passado, ele apresenta muito trabalho e elevado custo para manutenção das quatro linhagens para a obtenção dos híbridos simples, que posteriormente serão novamente cruzados para a obtenção do híbrido duplo;

e) Híbrido Triplo - é obtido do cruzamento de um híbrido simples ($L_A \times L_B$) com uma terceira linhagem (L_C). A linhagem polinizadora (L_C) deve ser suficientemente vigorosa para fornecer quantidade de pólen suficiente para garantir uma boa polinização e produção de grãos no híbrido simples;

f) Híbrido Múltiplo - é produzido mediante a utilização de 5, 6 ou mais linhagens. Tem sido muito pouco utilizado comercialmente e sua principal vantagem reside na maior variabilidade genética, que pode resultar em maior amplitude de adaptação;

g) Híbrido intervarietal – resultante do cruzamento de duas variedades, os híbridos intervarietais podem ser utilizados comercialmente, pois permitem o aparecimento da heterose sem a necessidade de obtenção de linhagens. Apresentam, portanto, a vantagem da facilidade de obtenção, além de exibirem uma maior capacidade de adaptação devido à maior variabilidade genética em relação aos híbridos de linhagens. Apresentam grande desuniformidade quanto aos caracteres agrônômicos sendo, por isso, pouco utilizados.

Os trabalhos que deram início à exploração dos híbridos de forma comercial iniciaram pelos estudos de East (1908) e Shull (1909). Ambos relataram, isoladamente, a perda de vigor das plantas quando essas passavam por sucessivas autofecundações e que, posteriormente, quando cruzadas, o desempenho do híbrido superava a média da população original.

A maior dificuldade para colocar em prática essa técnica estava relacionada à manutenção e a baixa produtividade das linhagens, uma vez que os custos inviabilizavam a produção de sementes. Esse problema foi solucionado alguns anos depois, com a proposta de Jones (1918) de produzir híbridos duplos (ALLARD, 1999), onde a fêmea, no cruzamento, é um híbrido simples com produtividade bastante superior à linhagem endogâmica.

Assim, a divulgação da superioridade produtiva dos híbridos em relação às variedades aconteceu com a comercialização do primeiro híbrido duplo nos Estados Unidos, entre 1920 e 1930, disseminando rapidamente o uso da semente híbrida. Em pouco mais de 20 anos, por volta de 1950, 100% da área cultivada na região do *Corn Belt* era proveniente do cultivo de híbridos duplos (HALLAUER, 1990).

Os trabalhos de desenvolvimento de milho híbrido no Brasil foram iniciados no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) por C.A. Krug e colaboradores, sendo produzido o primeiro híbrido duplo em 1939 (SAWAZAKI & PATERNIANI, 2004).

A substituição dos híbridos duplos nos Estados Unidos ocorreu rapidamente. À medida que houve um progresso genético em relação às linhagens utilizadas, os híbridos simples puderam evidenciar seu maior potencial produtivo e de uniformidade (DUVICK, 2001). Já a partir de 1970, praticamente todo o milho cultivado naquele país era composto de híbridos simples.

Para a safra 2008/2009, o Brasil comercializou as seguintes porcentagens de sementes de milho: 46,7% híbrido simples, 24,5% híbridos triplos, 19,5% de híbridos duplos e 9,3% variedades e segundas gerações de híbridos comerciais (CONAB, 2009).

Dados de 1986 a 2006 revelaram que o aumento da produção e da produtividade brasileira ocorreu sem uma alteração significativa da área destinada à cultura do milho, estando associado, principalmente, à utilização de sementes híbridas e da melhoria nos tratamentos culturais adotados pelos agricultores (CONAB, 2007).

Nos Estados Unidos, a introdução do milho híbrido associada à melhoria do manejo cultural, especialmente o maior uso de fertilizantes e o eficiente controle de plantas invasoras, contribuíram para um expressivo aumento de produtividade. Em 1930, a produtividade média americana era de aproximadamente 2 t ha⁻¹, e com a utilização do híbrido duplo, passou para aproximadamente 6 t ha⁻¹ em 1960, depois, com a adoção do híbrido simples, em 2010, já alcançava índices de 9,0 t ha⁻¹ (COSTA, 2010). No Brasil, a produtividade média prevista para a safra 2010/11 é de 4,236 t ha⁻¹, uma redução de 4,0% em relação à safra 2009/10. A ocorrência do fenômeno La Nina, além de outras variáveis de produção abióticas, são as causas que podem diminuir a produção de milho nesta safra (CONAB, 2011).

2.2 RESISTÊNCIA A DOENÇAS FOLIARES

Por muito tempo, no Brasil, não foram relatados danos significativos de produtividade à cultura do milho causados por doenças foliares. Segundo Soares et al. (1998) os trabalhos de melhoramento visaram à obtenção de elevadas produtividades, muitas vezes sem considerar resistência as pragas e doenças. No entanto, a partir de 1990, as doenças

foliares na cultura do milho passaram a ocorrer com severidade mais intensa, com destaque para a Ferrugem Polissora, Ferrugem Tropical, Mancha-branca e Mancha foliar de *Exserohilum* (EMBRAPA, 1993). Esse fato provocou uma nova visão em relação à importância da sanidade dos cultivares produzidos. Assim, a importância dos patógenos e a preocupação com a resistência genética têm aumentado consideravelmente, tornando-se um dos principais aspectos na hora de garantir a manutenção e, até mesmo, o aumento da produtividade na cultura (VON PINHO et al., 1999).

A importância das doenças está relacionada diretamente à existência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, além do cultivo na safrinha, que faz com que a fonte de inoculo esteja sempre disponível no meio. A safrinha exige híbridos de milho com elevada tolerância às doenças e devem apresentar elevada capacidade de adaptação às condições adversas, principalmente, ao estresse hídrico e de temperatura (AGUIAR, 2003). Além disso, as mudanças climáticas têm agravado a estabilidade das chuvas na safrinha, o que reforça ainda mais a necessidade de híbridos bem adaptados e com boa sanidade (EMYGDIO et al., 2007). Dessa forma, os programas de melhoramento genético para a obtenção de híbridos de milho têm desenvolvido suas linhagens visando resistência às doenças (SILVEIRA et al., 2006).

Com o aumento das ocorrências de doenças foliares no milho houve uma intensificação dos estudos dos danos e da genética da resistência (BRASIL & CARVALHO, 1998; FERREIRA, 1999; FIDELIS et al., 2003; MIRANDA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002; PATERNIANI et al., 2002; SANTOS et al., 2002; VON PINHO et al., 1999).

Diante do novo panorama da cultura, a obtenção de novos cultivares resistentes é o método mais eficiente para o controle das doenças do milho. Contudo, os programas de melhoramento têm concentrado seus esforços em cultivares adaptados, utilizando como fonte de genes materiais com base genética relativamente estreita (KOUTSIKA-SOTIRIOU & KARAGOUNIS, 2005; TROYER, 1999) ou empregando populações derivadas de híbridos comerciais (BISON et al., 2003; LIMA et al., 2000), apesar do germoplasma de milho ser caracterizado por uma ampla variabilidade (NASS et al., 1993).

O melhoramento de milho para resistência a doenças deve proceder de maneira semelhante ao melhoramento para rendimento, caracteres agrônômicos ou caracteres morfológicos. Contudo, deve ser levada em consideração a variabilidade do patógeno, uma vez que se deve buscar a obtenção de genótipos cuja resistência seja a mais durável possível (MESQUITA NETO, 2000).

2.2.1 Ferrugem Polissora

Durante a década de 90, a Ferrugem Polissora causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underw foi uma das doenças foliares mais importantes da cultura do milho. Sua adaptação é favorecida em regiões de alta umidade e temperatura, sendo considerada de grande importância nas regiões tropicais do Brasil, predominando em regiões abaixo de 700 metros de altitude, em semeadura a partir de outubro. Em regiões mais altas, a doença pode ocorrer com maior intensidade apenas em plantios iniciados a partir de dezembro (SILVA, 1997).

Severas epidemias têm sido detectadas em toda a região Centro-Oeste do Brasil, Noroeste de Minas Gerais, São Paulo e parte do Paraná (CASELA et al., 2006). Historicamente, severas epidemias desta doença não têm sido relatadas nos estados da região Sul. Entretanto, na safra 2009/2010, foram detectadas epidemias de Ferrugem Polissora em diversas regiões produtoras de milho nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, causando prejuízos aos produtores e requerendo, em várias situações, a aplicação de fungicidas para o seu controle (EMBRAPA, 2010).

As pústulas podem ocorrer na bainha foliar, nas brácteas das espigas e, em condições de alta severidade, no pendão, adquirindo coloração marrom escuro à medida que as plantas se aproximam da maturação. Esta ferrugem mostrou ser a mais agressiva dentre as ferrugens, frequentemente causando a morte da planta. A ocorrência de epidemias se dá em condições de noites quentes e elevada umidade relativa (DE LÉON, 1994). Relatos mostram perdas de 45 a 50% sob condições favoráveis (RODRIGUES-ARNON et al., 1980). Os danos causados por essa enfermidade incluem redução da área foliar, redução do vigor e do peso dos grãos, senescência precoce e acamamento de plantas. No Brasil, essas perdas podem atingir até 44,6% da produção em híbridos suscetíveis (VON PINHO et al., 1999).

Dentre as principais medidas recomendadas para o manejo desta doença estão a escolha da época mais adequada para o plantio, de modo a se evitar que os períodos de maior pressão dessa enfermidade coincidam com os estádios de desenvolvimento em que a planta é mais suscetível à sua ocorrência, bem como a aplicação de fungicidas, quando em situações de elevada pressão da doença e na presença de cultivares suscetíveis, além do uso de cultivares resistentes (COSTA et al., 2009).

A resistência genética à Ferrugem Polissora tem sido um meio efetivo de controle. Foram identificados genes de efeito dominante, parcialmente dominante e com

ausência de dominância (FUTRELL, 1975; FUTRELL et al., 1975; SCOTT et al., 1984). Smith & White (1988) apresentaram que deve existir resistência geral ou não específica, e, embora essa não tenha sido comprovada experimentalmente, trata-se de uma resistência condicionada por um grande número de genes e parece ser dependente do ambiente no qual o material está sendo avaliado. Os autores apresentam também que a resistência específica em milho para *P. polysora* é controlada por 11 genes de resistência, que são designadas como Rpp₁ até Rpp₁₁.

Um estudo sobre herança da resistência para Ferrugem Polissora, tipo de ação gênica e número de genes envolvidos na resistência em progênies F₂ de populações de milho foi realizado por Scott et al. (1984), onde verificaram que um ou dois genes podem explicar as taxas de resistência obtidas na geração F₂, e que o tipo de ação gênica envolvida inclui dominância completa, parcial ou não dominância. Todos os indivíduos selecionados foram estabelecidos como tendo um gene de resistência no, ou muito próximo ao loco Rpp₉. Estes autores também propõem um possível mecanismo de resistência à doença, que envolveria genes que atuam promovendo falhas no desenvolvimento da pústula do patógeno.

2.2.2 Ferrugem Tropical

A Ferrugem Tropical, causada pela *Physopella zae* (Mains) Cummins & Ramachar, está restrita às zonas quentes e úmidas do continente americano, Índia e regiões da África. Este patógeno promove o aparecimento de pequenas pústulas de formato arredondado a oval, em grupo, de coloração amarela a castanha, podendo apresentar um bordo escuro envolvendo o grupo de pústulas. Seus maiores danos ocorrem em áreas de semeadura mais tardia, de plantios contínuos e áreas irrigadas, sendo mais severos em ambientes úmidos e com temperaturas moderadas e altas. Seu primeiro relato no Brasil foi do ano de 1985 e também a partir da década de 1990 vem se destacando, devido à severidade de sua ocorrência em vários municípios da região Centro-Oeste, mais especificamente do Estado de Goiás (ALVES et al. 2007).

Esta doença tem recebido mais atenção devido ao fato de o fungo *P. zae* apresentar maior adaptação em diferentes ambientes, possivelmente por ser menos exigente em umidade e temperatura quando comparado com os agentes causais da Ferrugem Polissora (*P. polysora*) e Ferrugem comum (*P. sorghi*). Segundo Lima et al. (1996, 1998) a Ferrugem Tropical gera grande expectativa e preocupação, pois, além da grande capacidade adaptativa,

o patógeno apresenta também uma ampla disseminação e alta agressividade, o que torna problemático o plantio de milho nas duas épocas (safra e safrinha).

Estudando a herança da resistência à Ferrugem Tropical, Lima et al. (1998) concluíram que os efeitos aditivos são mais importantes no controle da resistência genética da *P. zea* e os efeitos de dominância foram menos expressivos e não significativos estatisticamente. A ampla expressão dos efeitos aditivos sugeriu que, a utilização de populações base com elevados níveis de resistência poderia assegurar a obtenção de linhagens com desempenho superior para produção de híbridos resistentes. Analisando o cruzamento entre linhagens contratantes, Lima et al. (2000) verificaram que os efeitos de dominância foram menos expressivos, concluindo que o desempenho do cruzamento tende a ficar próximo ao rendimento médio dos pais, porém, citaram que os desvios de dominância também podem ocorrer.

2.2.3 Mancha-branca

A doença foliar conhecida como Mancha-branca do milho ainda não tem um agente causal consensual, citações mais antigas indicam o fungo *Phaeosphaeria maydis* (EMBRAPA, 1993; RANE et al., 1965; REIS & CASA, 1996), mas Paccola-Meirelles et al. (2001) afirmam ser a bactéria *Pantoea ananatis*.

Os sintomas da Mancha-branca iniciam-se com lesões foliares verde escuro, com aspecto de encharcadas, do tipo anasarca, ficando acinzentadas e posteriormente necróticas de cor palha (PACCOLA-MEIRELLES et al., 2001). Geralmente, os sintomas aparecem primeiro nas folhas inferiores, progredindo rapidamente para o ápice da planta. Uma infecção severa confere à planta um aspecto de requeima bastante intenso.

As condições ideais para a ocorrência desta doença são elevada umidade relativa, preferencialmente com água livre na superfície das folhas, e temperatura noturna moderada (REIS & CASA, 1996). Estas condições climáticas são, geralmente, encontradas em regiões com altitude superior a 600m. Esta doença vem ocupando lugar de destaque em algumas regiões do Brasil, causando expressiva redução no rendimento de grãos de milho, principalmente, em decorrência da crescente amplitude da data de semeadura conjugada com o uso de áreas irrigadas e do plantio direto e dos cultivos tardios (FERNANDES & OLIVEIRA, 1997). Para Pereira (1997) e Silva e Môro (2004), esta doença ficou conhecida

por muito tempo como secundária, pois seus sintomas apareciam somente após a maturação fisiológica, mas, atualmente, vem ocorrendo em fases mais adiantadas do ciclo vegetativo e as perdas de produtividade passaram a ser consideráveis.

Sobre a herança da resistência a essa doença, alguns estudos trazem informações divergentes. Carson et al. (1996) utilizando marcadores moleculares, identificaram regiões cromossômicas associadas a resistência à Mancha-branca em linhagens recombinantes de milho e verificaram resultados sugerindo a existência de dominância parcial. Das et al. (1989a; 1989b) e Amaral (2005) obtiveram resultados indicando maior importância da variância devido aos efeitos de dominância, que a variância aditiva, para a expressão do caráter de resistência. Com isso, eles sugeriram como forma de aumentar a resistência, o uso de seleção recorrente para capacidade específica de combinação. No entanto, Carson (2001), Duarte (2002), Ferreira (1999), Paterniani et al. (2000a), Pegoraro et al. (2002) e Silva e Môro (2004) estudando cruzamentos dialélicos, verificaram que para resistência a Mancha-branca a ação dos efeitos aditivos tiveram maior importância na herança da característica.

É importante o desenvolvimento de genótipos resistentes à Mancha-branca para a prevenção de perdas no rendimento de grãos, mas a realização de uma seleção eficiente depende do entendimento da herança da resistência e da variabilidade genética existente. Em relação aos genótipos comerciais de milho brasileiro, tem sido observada elevada variabilidade genética quanto à resistência à Mancha-branca (BRASIL & CARVALHO, 1998; SAWAZAKI et al., 1997) e no germoplasma americano (CARSON, 1999).

2.2.4 Mancha Foliar de *Exserohilum*

O agente causal da doença Mancha foliar de *Exserohilum* é o *Exserohilum turcicum*, anteriormente classificado como *Helminthosporium turcicum*. Suas lesões são necróticas, alongadas e de formato elíptico, podendo variar de 2,5 a 15 cm de comprimento. Elas começam a aparecer nas folhas inferiores das plantas, passando para as superiores de acordo com a suscetibilidade do cultivar. Em casos severos da doença, as plantas apresentam um grande número de lesões, podendo resultar na morte prematura da planta. A incidência da doença aumenta em condições de temperatura moderada e umidade elevada (PEREIRA, 1995).

Esta doença normalmente causa pequenas perdas, porém ocorrências severas antes do florescimento podem resultar em prejuízos elevados. Ullstrup (1970) verificou que híbridos com resistência produziram cerca de 21,4 a 35,4% a mais que híbridos suscetíveis. Leonard & Leath (1986) relataram danos de 75% nas folhas. No Brasil, os maiores prejuízos ocorrem nos plantios de safrinha do Sul e Sudeste ou nos plantios normais da região Centro-Oeste (PEREIRA, 1995).

Um estudo de correlações fenotípicas entre peso médio de grãos com porcentagem da área foliar e com porcentagem de folhas infectadas por *E. turcicum* foi realizado por Bleicher et al. (1993), onde foram obtidas estimativas iguais a - 0,995 e - 0,999, respectivamente, indicando uma elevada associação entre dano na produção e ocorrência da doença.

Com relação a herdabilidade da resistência a *E. turcicum*, Hughes e Hooker (1971) estimaram valores de herdabilidade no sentido amplo variando entre 40 e 70%, baseado em médias de gerações. Freymark et al. (1994) estimaram a herdabilidade para número de lesões, severidade da doença e tamanho de lesões, obtendo valores de 69,6; 62,8 e 31,9%, respectivamente.

Estudando a variabilidade de isolados de *E. turcicum* em cultivares de milho, Fernandes & Balmer (2002) verificaram que a resistência a este patógeno é de natureza poligênica e determinada por efeitos aditivos. Os resultados de Ogliari et al. (2007) mostram que os efeitos aditivos e os não aditivos foram importantes na para a resistência à *E. turcicum*, sendo que estes podem ser encontrados atuando separadamente, ou em conjunto. Nesse contexto, Vieira et al. (2009) também apresentam que a resistencia à *E. turcicum* é poligênica, apresentando ação conjunta de genes aditivos e não-aditivos. Miranda Filho & Gorgulho (2003) citam a existência de dois tipos de resistência à *E. turcicum*: a monogênica, determinada pelos genes Ht₁, Ht₂, Ht₃ e Ht_N, e a poligênica, onde a resistência é determinada tanto por genes de efeito aditivo quanto dominante, dependendo do genótipo estudado.

2.3 CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS E A SELEÇÃO DE TESTADORES

O milho possui grande diversidade genética com relação à resistência a patógenos (SILVA et al., 2001) e, diante da preocupação que as doenças foliares têm causado, a obtenção de novos híbridos de linhagens faz-se necessária, uma vez que o uso de genótipos

resistentes é a alternativa mais eficiente para o controle de doenças (BALMER & PEREIRA, 1987, PATERNIANI et al., 2000b e SILVA et al., 2001).

O valor de uma linhagem está associado à sua capacidade de produzir bons híbridos e de permitir a produção de quantidade economicamente viável de sementes (MIRANDA FILHO & VIÉGAS, 1987). Assim, a escolha e utilização das linhagens corretas implicam na possibilidade de máxima exploração da heterose, resultando em desempenhos superiores dos híbridos e proporcionando resistência às principais doenças.

Normalmente, para a obtenção de linhagens elites são realizados diversos ciclos de autofecundação, seguidos de seleção visual e avaliações em cruzamentos. Dentre as muitas linhagens obtidas, Hallauer (1990) cita que menos de 1% são efetivamente utilizadas como híbridos comerciais, podendo então ser consideradas elites.

Para o processo de avaliação e determinação do potencial das linhagens em cruzamentos foram desenvolvidas diversas metodologias, que se fundamentaram nos conceitos introduzidos por Sprague & Tatum (1942): capacidade geral de combinação (CGC) e de capacidade específica de combinação (CEC).

A CGC refere-se ao comportamento médio de cada genitor quando em cruzamento com os demais genitores, estando principalmente associada aos efeitos aditivos e epistáticos do tipo aditivo. As linhagens com boa CGC apresentam maior frequência de alelos favoráveis, resultando em melhor desempenho individual da linhagem devido aos efeitos aditivos da mesma (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992), sendo ainda influenciada, em parte, pelos efeitos de dominância (FERREIRA et al., 2004).

A CEC está associada a uma combinação particular entre dois genitores, cujo desempenho está acima ou abaixo do esperado com base apenas na CGC dos genitores, estando associada aos efeitos de dominância e epistáticos que incluem a dominância (CRUZ & VENCOVSKY, 1989; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995). Portanto, CEC é o desvio do desempenho médio de uma combinação particular em relação à média dos parentais envolvidos no cruzamento (FALCONER, 1987).

As combinações híbridas mais promissoras serão aquelas com as melhores estimativas de CEC ($\hat{\sigma}_{ii'}$) e que seja resultante de cruzamentos em que pelo menos um dos parentais apresente elevada estimativa de CGC ($\hat{\sigma}_i$) (CRUZ et al., 2004). Por isto, apenas elevadas estimativas de CGC, nem sempre garantem a melhor combinação do dialelo (CRUZ & VENCOVSKY, 1989). Assim, os métodos de dialelos baseados nos conceitos de CGC e CEC são os mais promissores na caracterização de linhagens para a obtenção de híbridos, sendo úteis para estudos de resistência às doenças, identificação de fontes de resistência para

o melhoramento e caracterização de grupos heteróticos entre populações de milho (MIRANDA FILHO & GORGULHO, 2001; SILVA et al., 2003).

Na literatura existem diversos tipos de dialelos e métodos de análises para avaliar as suas combinações híbridas (EBERHART & GARDNER, 1966; GARDNER & EBERHART, 1966; GRIFFING, 1956; JINKS e HAYMAN, 1953; KEMPTHORNE & CURROW, 1961; MIRANDA FILHO & GERALDI, 1984; MIRANDA FILHO & VENCOVSKY, 1999). Dentre estes, o método IV de Griffing (1956) é um dos mais utilizados, sendo avaliadas a capacidade de combinação de um grupo de n genitores, a partir de $n(n-1)/2$ cruzamentos, podendo os genitores serem linhagens endogâmicas ou mesmo populações genéticas.

Nos programas de melhoramento são sintetizados um grande número de linhagens, e devido à importância e dificuldade do processo de avaliação desses materiais, a utilização de testadores por meio de cruzamentos top-crosses é muito aceita. Os top-crosses possibilitam a avaliação do desempenho das linhagens ao cruzá-las com um testador comum, sendo que a escolha desse testador é a decisão mais importante desse processo.

Os conceitos de CGC e CEC deram novo enfoque aos critérios para a escolha do testador. A seleção de bons testadores é muito importante nos trabalhos de melhoramento, devendo ser realizada considerando: o tipo de base genética do genitor (ampla ou estreita); a frequência de alelos favoráveis (alta ou baixa); a capacidade de combinação (geral ou específica); o rendimento *per se* (alto ou baixo); o número de testadores utilizados e o grau de parentesco com o material avaliado.

A indicação de testadores de base genética ampla apresenta como vantagem as menores influências das interações testador x ambiente e linhagem x testador. Por outro lado, os testadores de base genética estreita apresentam menos problemas de amostragem dos gametas. Quanto à frequência de alelos favoráveis, Miranda Filho & Viégas (1987) apresentaram estudos teóricos e evidências experimentais indicando que o melhor testador seria uma linhagem homocigota recessiva ou uma população com baixa frequência alélica para os locos mais importantes. Este tipo de testador seria adequado principalmente na avaliação das linhagens nos estágios iniciais de autofecundação, a partir de esquemas top-crosses. Contudo, linhagens elites e com alta frequência de alelos favoráveis têm sido amplamente empregadas como testadoras, por permitirem a identificação de combinações com potencial para exploração comercial imediata.

A importância em considerar a frequência alélica na escolha do testador é relatada por Vencovsky (1987) onde, considerando um loco com dois alelos, a capacidade

geral de combinação pode ser obtida pela expressão $CGC=(p_i-p)[a+(1-2t)d]$, em que: p_i é a frequência do alelo favorável para o referido loco na linhagem sob avaliação; p é a frequência alélica média de todas as linhagens que estão sendo avaliadas; t é a frequência alélica do testador utilizado e a é o desvio dos locos em homozigose em relação à média e d é o desvio do heterozigoto em relação à média ou os efeitos de dominância. Assim, para genótipos com alta frequência de alelos favoráveis, são esperados valores superiores de CGC, que é também dependente da frequência alélica do testador.

Um bom testador é aquele que combina simplicidade de uso; provê o máximo de informações do desempenho das linhagens, inclusive quando são testadas em outras combinações ou ambientes; classifica corretamente o rendimento relativo das linhagens; discrimina eficientemente os genótipos testados, maximizando o ganho genético (HALLAUER & LOPEZ-PEREZ, 1979; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995; VENCOVSKY, 1987). Contudo, independente do testador utilizado, linhagens úteis poderão ser eliminadas, devido ao fato de não apresentarem boa capacidade de combinação com os testadores.

Desde a adoção dos testadores como ferramenta de avaliação, estudos teóricos e experimentais têm sido registrados sobre sua base genética, número e eficiência, além de correlações entre desempenhos de linhagens avaliadas por diferentes tipos de testadores. Estes estudos auxiliam na escolha de testadores, mas não têm fornecido respostas satisfatórias a todas as questões, e a escolha pelo melhor testador acaba ocorrendo segundo as preferências peculiares de cada pesquisador (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL GENÉTICO

A partir das linhagens desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento da Empresa GS Pesquisas, na Fazenda Alto Alegre (altitude de 660 m latitude 23°13'50" Sul e longitude 51°35'08" Oeste), no Município de Pitangueiras (PR), foram selecionadas dez linhagens endogâmicas de cinco populações diferentes (Pop A, Pop B, Pop C, Pop D e Pop E) (Tabela 1). Estas linhagens foram selecionadas com base na observação visual *per se* para padrão agrônômico, altura da planta e espiga, características da espiga e dos grãos, e resistência às doenças foliares na última geração de autofecundação realizada na safrinha de 2008, no município de Jataí (GO) (latitude 17° 52' 53 "Sul, longitude 51° 42' 52" Oeste e altitude de 696 m), em condições que propiciaram a ocorrência de epidemias para as doenças avaliadas.

Tabela 1 – Características das dez linhagens (LGS) da Empresa GS Pesquisas.

Linhagens	Origem	Nível de Endogamia	Textura do grão	Cor do grão
LGS ₁	Pop A	S ₈	Dura	Alaranjada
LGS ₂	Pop A	S ₈	Dura	Alaranjada
LGS ₃	Pop B	S ₆	Dura	Laranja
LGS ₄	Pop B	S ₆	Dura	Alaranjada
LGS ₅	Pop C	S ₈	Semi-dura	Laranja
LGS ₆	Pop C	S ₈	Semi-dura	Alaranjada
LGS ₇	Pop D	S ₈	Dura	Alaranjada
LGS ₈	Pop D	S ₈	Dura	Alaranjada
LGS ₉	Pop E	S ₈	Dentada	Amarelada
LGS ₁₀	Pop E	S ₈	Semi-dura	Alaranjada

As dez linhagens foram combinadas duas a duas, durante a safra 2008/2009, em Pitangueiras, segundo modelo IV de Griffing (1956). Contudo, devido aos problemas na

polinização, foram obtidos apenas 41 híbridos simples experimentais, que foram avaliados em conjunto com 5 híbridos comerciais, totalizando 46 tratamentos. Os híbridos comerciais foram selecionados conforme os seus potenciais produtivos e padrões de resistência às principais doenças foliares (Tabela 2).

Tabela 2 – Níveis de reação de resistência a doenças foliares (MR - Medianamente resistente; MS - Medianamente susceptível; S – Susceptível; SI - Sem informação) dos híbridos utilizados como testemunhas.

Testemunhas	Mancha-branca	Mancha de <i>E. turcicum</i>	Ferrugens	
			Polissora	Tropical
P3069	S	MR	S	S
P30F90	MS	S	MR	S
BG7060	MS	MR	S	MR
Balu761	MS	MR	SI	SI
Dow2A120	S	MR	S	MS

Fonte: José Carlos Cruz e Israel Alexandre Pereira Filho (Embrapa Milho e Sorgo).

3.2 CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram avaliados em quatro locais, utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados com três repetições, em parcelas formadas por fileiras simples de 5 m de comprimento, no espaçamento de 0,80x0,20 m, totalizando 25 plantas/parcela. Por ocasião da semeadura, foram distribuídas 40 sementes por parcela, sendo realizado o desbaste quando as plantas apresentavam em torno de 4 a 5 folhas completamente expandidas. Em todos os experimentos, foram adotadas práticas normalmente empregadas na cultura do milho.

As datas e locais de semeadura foram: 21 de novembro de 2009 em Pitangueiras - PR (altitude de 660 m, 23°13'50"S e 51°35'08"O); 29 de janeiro de 2010 em Sorriso - MT (altitude de 365 m, 12°32'43"S e 55°42'41"O); 05 de fevereiro de 2010 em Jaciara - MT (altitude de 367 m, 15°57'55"S e 54°58'06"O) e 24 de fevereiro de 2010 em Dourados - MS (altitude de 430 m, 22°13'16"S e 54°48'20"O). Os locais de instalação dos

experimentos e datas de semeaduras tiveram por finalidade favorecer a ocorrência de epidemias naturais de doenças foliares.

3.3 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As características avaliadas nos experimentos foram:

a) altura da planta (AP, em cm): obtida com base na média de altura das plantas da parcela, tomadas a partir do nível do solo até a inserção da folha bandeira, utilizando uma régua de quatro metros, graduada de 5 em 5 centímetros;

b) altura da espiga (AE, em cm): obtida com base na média de altura das espigas principais das plantas da parcela, tomadas a partir do nível do solo até a inserção da espiga, utilizando uma régua de quatro metros, graduada de 5 em 5 centímetros;

c) posição relativa da espiga (PRE): relação entre AE/AP;

d) número de plantas por parcela (ST): obtido através da contagem do número de plantas competitivas por fileira;

e) número de plantas acamadas (A): obtido através da simples contagem do número de plantas da parcela com ângulo de inclinação superior a 35° em relação ao eixo vertical;

f) percentual de plantas acamadas (%A): $(A \times 100/ST)$;

g) número de plantas quebradas (Q): obtido pela contagem do número de plantas com colmo quebrado, abaixo da inserção da primeira espiga;

h) percentual de plantas quebradas (%Q): $(Q \times 100/ST)$;

i) produtividade de grãos (PG, em kg parcela⁻¹): obtida pela pesagem dos grãos das espigas debulhadas da parcela;

j) produtividade de grãos corrigido (PGC, em t ha⁻¹): estimada a partir da produtividade da parcela corrigida (PGu, kg parcela⁻¹) para a umidade de grãos igual a 14% (em), por meio da expressão $PGu = PG \times (100 - U) / (100 - 14,0)$. A partir da PGu foi realizada a correção para estande ideal de 25 plantas por parcela por meio da metodologia de covariâncias (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Posterior às correções de umidade e de estande, os resultados de produtividade foram extrapolados para produtividade de grãos corrigido em t ha⁻¹.

As avaliações de resistência a doenças foram realizadas após 30 dias do florescimento, empregando notas de severidade às doenças causadas por *P. polysora*; *P. zea*; Mancha-branca do milho e *E. turcicum*, atribuídas segundo o procedimento do Guia Agroceres de Sanidade (AGROCERES, 1996), com notas variando de 1 (altamente resistente) a 9 (altamente suscetível).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

3.4.1 Análise Dialélica

O esquema da análise de variância individual é apresentado na Tabela 3, sendo que os graus de liberdade de tratamentos foram desdobrados em híbridos experimentais (H), testemunhas (T) e no contraste H vs T. Os graus de liberdade de híbridos experimentais foram desdobrados na análise dialélica, sendo as análises de variância realizadas com base na média das três repetições, segundo uma adaptação do modelo proposto por Griffing (1956):

$$Y_{ii'} = m + g_i + g_{i'} + s_{ii'} + \bar{e}_{ii'}, \text{ onde:}$$

$Y_{ii'}$ = valor médio do híbrido;

g_i e $g_{i'}$ = efeitos da capacidade geral de combinação do i -ésimo e i' -ésimo genitor, respectivamente;

$s_{ii'}$ = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e i' ;

$\bar{e}_{ii'}$ = erro experimental médio.

Devido não ter sido obtidos quatro combinações híbridas do dialelo, este dialelo é considerado do tipo incompleto, sendo os desdobramentos das análises de variância do dialelo e as estimativas de parâmetros (g_i e $g_{i'}$ e $s_{ii'}$) realizados empregando o método dos quadrados mínimos, por meio do modelo matricial $Y = X\beta + \varepsilon$, onde: Y é o vetor dos dados de médias observadas (híbridos experimentais); X é a matriz dos constantes com valores de 0

e 1 relacionados aos parâmetros m , g_i , g_i' e s_{ii}' ; β é vetor desses parâmetros; e ε é o vetor representando o erro associado às médias ($\bar{\varepsilon}_{ii}'$):

As análises de variância conjuntas dos locais e respectivos desdobramentos dos cruzamentos e das interações cruzamentos x locais (Tabela 4), em componentes das análises dialélicas foram efetuados segundo a metodologia de Miranda Filho e Vencovsky (1995).

Tabela 3 – Esquema da análise individual com base nas médias dos tratamentos por local, envolvendo as testemunhas (T), híbridos experimentais (H), obtidos pela combinação de n genitores, e o contraste (T vs H).

FV	GL	Soma de Quadrados (SQ)
Blocos	J-1	SQ_{Bloco}
Tratamentos	I-1	$SQ_{\text{Trat.}}$
Testemunhas (T)	T-1	SQ_T
T vs H	1	$SQ_{T \text{ vs. } H}$
Híbridos experimentais (H)	$n(n-1)2 - 1$	SQ_H
CGC	n-1	$SQ(g_i)$
CEC	$n(n-3)/2$	$SQ(s_{ii}')$
Erro	$(I-1)(J-1)$	SQ_e

Tabela 4 – Esquema da análise conjunta de locais (L) com base nas médias dos tratamentos, envolvendo as testemunhas (T), híbridos experimentais (H), obtidos pela combinação de n genitores, e o contraste (T vs H).

FV	GL	Soma de Quadrados (SQ)
Blocos/Local	(J-1)L	$SQ_{\text{Bloco/L}}$
Local (L)	L-1	SQ_L
Tratamentos	I-1	$SQ_{\text{Trat.}}$
Testemunhas (T)	T-1	SQ_T
T vs H	1	$SQ_{T \text{ vs. } H.}$
Híbridos experimentais (H)	$n(n-1)2 - 1$	$SQ_H.$
CGC	n-1	$SQ(g_i)$
CEC	$n(n-3)/2$	$SQ(s_{ii'})$
Tratamentos x L	(I-1)(L-1)	$SQ_{\text{Trat x L}}$
T x L	(T-1)(L-1)	$SQ_{T \text{ x } L}$
(T vs H) x L	1(L-1)	$SQ_{(T \text{ vs. } H.) \text{ x } L}$
H x L	$(n(n-1)2 - 1)(L-1)$	$SQ_{H. \text{ x } L}$
CGC x L	$(n-1)(L-1)$	$SQ(g_i) \text{ x } L$
CEC x L	$(n(n-3)/2)(L-1)$	$SQ(s_{ii'}) \text{ x } L$
Erro	(I-1)(I'-1)L	SQ_e

As análises de variâncias conjuntas foram realizadas mediante a verificação da homogeneidade de variâncias e para a comparação das médias foi utilizado o teste de Scott & Knott (SCOTT & KNOTT, 1974). Esse método pode ser recomendado para experimentos com grande número de tratamentos onde há interesse numa separação real de grupos de médias, sem ambigüidade de resultados, uma vez que permite a divisão das médias em grupos sem sobreposição entre estes grupos. Apesar destas vantagens, ainda são poucos os trabalhos que apresentam resultados utilizando o método de Scott & Knott (FERREIRA et al., 1999; RAMALHO et al., 2000; SILVA et al., 1999).

As soluções possíveis mais empregadas para tentar resolver o problema da falta de normalidade dos dados e/ou da heterocedasticidade são as transformações: raiz quadrada, arco seno da raiz quadrada ou logarítmica dos dados originais (ZAR, 1999). A identificação do tipo de transformação adequada foi por meio da função estabilizadora de variância, com base no modelo $L(\hat{\sigma}_i^2) = \alpha + bL(\bar{y}_i)$, onde: $L(\hat{\sigma}_i^2)$ é o logaritmo neperiano da variância dentro do i-ésimo tratamento; $L(\bar{y}_i)$ é o logaritmo neperiano da média do i-ésimo

tratamento; b é o coeficiente desta regressão linear ($b = 0$ não há a necessidade de transformação; $b = 1$ emprega-se raiz quadrada; $b = 3$ utiliza-se logarítmica e o inverso do dado para $b = 4$). Os dados em porcentagem foram transformados para arco seno da raiz quadrada e as notas de severidade das doenças foliares foram transformados para raiz quadrada.

ARTIGO

CAPACIDADE COMBINATÓRIA PARA A PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM RESISTÊNCIA A DOENÇAS FOLIARES

Artigo a ser submetido à revista científica:
Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.

CAPACIDADE COMBINATÓRIA PARA A PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM RESISTÊNCIA A DOENÇAS FOLIARES

Resumo

No Brasil, as doenças foliares do milho estão entre os fatores mais limitantes à produtividade, sendo fundamental o desenvolvimento de genótipos resistentes. Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial genético de dez linhagens endogâmicas para uso como testadoras e na obtenção de híbridos, com elevado desempenho agrônomo e resistência às doenças foliares; identificar o tipo de ação gênica predominante para resistência à Mancha-branca; *E. turcicum*; *P. zea* e *P. polysora*. Os F₁s dos cruzamentos dialélicos das dez linhagens e as testemunhas P3069, P30F90, BG7060, Balu761 e Dow2A120 foram avaliados em quatro locais, utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados, com três repetições. Os híbridos LGS₃ x LGS₉, LGS₂ x LGS₆, LGS₂ x LGS₄ e LGS₂ x LGS₃ apresentaram excelente desempenho em relação às testemunhas, para os diferentes caracteres avaliados. As linhagens com maior frequência de alelos favoráveis foram LGS₂, LGS₉, LGS₄ e LGS₃, participando na formação dos melhores híbridos. A partir dos resultados dos dialelos, infere-se que os efeitos gênicos aditivos são os mais importantes para resistência à Mancha-branca e altura de espiga, enquanto os não aditivos são mais importantes para produtividade, altura de planta, resistência à *E. turcicum*, *P. zea* e *P. polysora*.

Termos para indexação: *Zea mays* L. Dialelos. Mancha-branca. *Exserohilum turcicum*. *Physopella zea* e *Puccinia polysora*.

COMBINING ABILITY TO PRODUCE CORN HYBRIDS WITH RESISTANCE FOR LEAF DISEASES

Abstract

In Brazil, corn leaf diseases are among the most limiting factors to yield, what makes necessary the development of resistant genotypes. The objectives of this research were to

define the genetic potential of ten inbred lines for the use as testers and to obtain hybrids with high agronomic performance and resistance to leaf diseases; to identify the predominant type of gene action for resistance to the White Spot; *Exserohilum turcicum*; *Physopella zae* and *Puccinia polysora*. The F₁'s of the diallel crosses of the ten lines and the checks P3069, P30F90, BG7060, Balu761 and Dow2A120 were evaluated in four places using the randomized block designs, with three repetitions. The hybrids LGS₃ x LGS₉, LGS₂ x LGS₆, LGS₂ x LGS₄ and LGS₂ x LGS₃ presented excellent performance in comparison with the witnesses, for the different characters evaluated. The lines with higher frequency of favorable alleles were LGS₂, LGS₉, LGS₄ and LGS₃ and participated in the generation of the best hybrids. From the results of the diallels, it appears that additive genetic effects are the most important for the resistance of the White Spot and for the ear height and no additives are more important to yield, plant height, resistance to *E. turcicum*, *P. zae* and *P. polysora*.

Index terms: *Zea mays* L. Diallel. White spot. *E. turcicum*. *P. zae* and *P. polysora*.

INTRODUÇÃO

A produtividade média nacional do milho (*Zea mays* L.) ainda é considerada baixa e as doenças foliares têm sido um dos principais fatores limitantes à cultura. O rendimento do milho pode ser influenciado por fatores como a disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, população de plantas, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido e manejo de plantas daninhas, pragas e doenças (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2003). Por muito tempo, não foram relatados danos significativos na produtividade da cultura do milho por doenças foliares. Assim, as ações de melhoramento focaram produtividade e precocidade, sem considerar a resistência genética às doenças foliares (SOARES et al., 1998). A partir de 1990, houve uma intensificação na ocorrência das doenças foliares e, pelo aumento da frequência e da severidade com que vêm ocorrendo, têm causado sensível redução qualitativa e quantitativa na produção de milho, com destaque para a Ferrugem Polissora, a Ferrugem Tropical, a Mancha-branca e Mancha foliar de *Exserohilum* (PINTO, 2004).

Dessa forma, o uso de híbridos e variedades suscetíveis, associado às tendências de manejo preconizadas pelo plantio direto, a sucessão de cultivos, a manutenção da umidade por irrigações e o aumento da área cultivada, inclusive em áreas de risco de epidemias, têm contribuído para o aumento das doenças foliares no campo. Aliado a esses fatores, o crescente cultivo da cultura do milho na safrinha e a instabilidade das chuvas nesse tipo de plantio geradas pelas mudanças climáticas, reforça ainda mais a necessidade de híbridos bem adaptados e com boa sanidade (EMYGDIO et al., 2007).

Diante dessas condições, os programas de melhoramento genético para a obtenção de híbridos de milho têm desenvolvido suas linhagens visando resistência às

doenças (SILVEIRA et al., 2006), uma vez que o uso de cultivares resistentes tem sido o meio mais eficaz de controle das doenças do milho.

Um dos métodos mais utilizados para a avaliação de linhagens são os dialelos. As estimativas de capacidade de combinação, obtidas por meio destes, são ferramentas importantes na escolha de genitores e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ et al., 2004). Sua utilização tem sido amplamente empregada para a máxima manifestação dos efeitos genéticos que controlam a produtividade (MELANI & CARENA, 2005; WELCKER et al., 2005) e em estudos de resistência genética às doenças, permitindo determinar a melhor fonte de resistência (CARSON, 2001; FERREIRA, 1999; PEGORARO et al., 2002; SILVA et al., 2003; SILVA e MÔRO, 2004).

Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial genético de linhagens endogâmicas, desenvolvidas pela Empresa GS Pesquisas, na obtenção de híbridos e para uso comotestadoras, com elevado desempenho agrônômico e resistência às doenças foliares; identificar o tipo de ação gênica predominante para resistência à Mancha-branca do milho; *E. turcicum*; *P. zea* e *P. polysora*.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Fazenda Alto Alegre (Pitangueiras - PR), durante a safra 2008/2009, foram realizados cruzamentos entre 10 linhagens endogâmicas previamente selecionadas em relação ao seu desempenho *per se* para resistência a doenças foliares e demais características agrônômicas (LGS₁ a LGS₁₀, do Programa de Melhoramento Genético da empresa GS Pesquisas), combinadas duas a duas segundo o método IV de dialelo apresentado por Griffing (1956), sendo obtidas 41 combinações híbridas de um total de 45 possíveis.

As 41 combinações híbridas, deste dialelo incompleto, e cinco híbridos comerciais (P3069, P30F90, BG 7060, Balu761 e Dow2A120), com padrões distintos quanto a resistência a doenças foliares, foram avaliados em quatro locais, utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados com três repetições, em parcelas formadas por fileiras simples de 5 m de comprimento, no espaçamento de 0,80x0,20m. Em todos os experimentos, foram adotadas práticas normalmente empregadas na cultura do milho.

As datas e locais de semeadura foram: 21 de novembro de 2009 em Pitangueiras - PR (altitude de 660 m, 23°13'50"S e 51°35'08"O); 29 de janeiro de 2010 em Sorriso - MT (altitude de 365 m, 12°32'43"S e 55°42'41"O); 05 de fevereiro de 2010 em

Jaciara - MT (altitude de 367 m, 15°57'55"S e 54°58'06"O) e 24 de fevereiro de 2010 em Dourados - MS (altitude de 430 m, 22°13'16"S e 54°48'20"O). Os locais de instalação dos experimentos e datas de semeaduras tiveram por finalidade favorecer a ocorrência de epidemias naturais de doenças foliares.

Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹), com correção para umidade de grãos igual a 14% e densidade populacional de 62500 plantas ha⁻¹, segundo a metodologia de covariâncias (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992); notas de severidade para as doenças Mancha-branca; Mancha foliar de *Exserohilum*, Ferrugem Tropical e Ferrugem Polissora, com o auxílio do Guia Agroceres de Sanidade (AGROCERES, 1996), empregando escalas de notas variando de 1 (altamente resistente) a 9 (altamente suscetível).

As análises individuais de variâncias por local, com base na média de tratamentos, foram realizadas com a decomposição dos efeitos de tratamentos em efeitos de testemunhas (T), híbridos experimentais (H) e no contraste T vs H. Os graus de liberdade de híbridos experimentais foram desdobrados por meio da análise dialélica, segundo o método IV proposto por Griffing (1956), de acordo com o modelo: $Y_{ii'} = m + g_i + g_{i'} + s_{ii'} + \bar{e}_{ii'}$, onde: $Y_{ii'}$ é o valor médio da combinação híbrida da linhagem LGS_i com a LGS_{i'}; m é a média geral das combinações híbridas; g_i e $g_{i'}$ são os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) da i-ésima linhagem LGS_i e i'-ésima linhagem LGS_{i'}, respectivamente; $s_{ii'}$ é o efeito da capacidade específica de combinação (CEC) para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e i'; e $\bar{e}_{ii'}$ é o erro experimental médio.

A análise de variância do dialelo e as estimativas de parâmetros (g_i e g_j e s_{ij}) foram realizadas por meio de álgebra de matrizes, empregando o modelo matricial $Y = X\beta + \varepsilon$, onde: Y é o vetor dos dados de médias observadas para os híbridos experimentais; X é a matriz dos constantes com valores de 0 e 1 relacionados aos parâmetros m, g_i , g_j , e s_{ij} ; β é vetor dos parâmetros m, g_i , g_j , e s_{ij} e ε é o vetor representando o erro associado às médias (\bar{e}_{ij}).

Para resolver o problema da falta de normalidade dos dados, as análises de variâncias das notas de severidade (Y) foram realizadas com os dados transformados para \sqrt{Y} , sendo as médias e estimativas de parâmetros do dialelo apresentadas com base nos dados não transformados.

As análises de variâncias conjuntas dos locais e os respectivos desdobramentos dos cruzamentos e das interações cruzamentos x locais, foram realizados conforme Miranda Filho & Vencovsky (1995), tendo-se considerado efeitos fixos de

tratamentos e ambientes. O agrupamento de médias dos tratamentos, dentro de cada local, foi realizado pelo teste de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas análises conjuntas de quatro locais para produtividade, altura de plantas e altura de espigas, e de dois locais para Mancha-branca, sendo realizadas análises individuais para as notas de severidade para as demais doenças (Tabela 1). Isto, porque foram observadas epidemia Mancha-branca apenas em Sorriso (MT) e Pintangueiras (PR) e, neste último local, houve epidemia para a Mancha foliar de *Exserohilum*; Ferrugem Tropical e Ferrugem Polissora. A maior ocorrência de doenças foliares em Pintangueiras deve estar associada às condições favoráveis proporcionadas pelo ambiente devido ao cultivo contínuo de milho na Estação Experimental da Empresa GS, o que favoreceu a manutenção das populações de patógenos na área.

As estimativas de coeficiente de variação (CV%) foram baixas e indicam adequada precisão experimental. Houve efeito significativo de local para produtividade, alturas de plantas e de espigas, sendo observadas as maiores médias para essas características em Pintangueiras (Tabela 2), provavelmente, devido à semeadura ter sido realizada em novembro, enquanto nos outros locais foram durante a safreinha.

Os efeitos de tratamentos foram significativos para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). No seu desdobramento foi observada ausência de significância entre as testemunhas apenas para altura de planta. Para o contraste testemunhas vs híbridos experimentais (T vs H) houve significância apenas para notas de severidade à Mancha foliar de *Exserohilum*, onde as testemunhas foram ligeiramente superiores, e Ferrugens Tropical e Polissora, com melhor desempenho médio dos híbridos experimentais. A não detecção de efeitos significativos dos contrastes para produtividade, altura de planta e notas de severidade à Mancha-branca, inclusive para interação com local (L x (T vs H)) mostram um desempenho médio semelhante entre estes dois grupos de genótipos para estas características, revelando um bom potencial médio dos híbridos experimentais frente à média dos híbridos comerciais usados como testemunhas (Tabela 1 e 2).

Houve efeitos significativos de híbridos e da interação Local x Híbrido para todas as características, indicando um comportamento diferenciado dos genótipos para cada local (Tabela 1). Embora tenha havido interações significativas, comparando os híbridos

experimentais com as melhores médias dentre as testemunhas, para os diferentes caracteres avaliados nos locais, os híbridos resultantes dos cruzamentos LGS₃xLGS₉, LGS₂xLGS₆, LGS₂xLGS₄ e LGS₂xLGS₃, em ordem, tiveram os melhores desempenhos (Tabela 2). Os híbridos LGS₃xLGS₉ e LGS₂xLGS₆ demonstraram produtividade de grãos superior em todos os locais e resistência a Ferrugem Tropical, sendo que o primeiro apresentou também resistência à Ferrugem Polissora e as menores médias de altura de planta e espiga. O híbrido LGS₂xLGS₄ teve desempenho superior também para produtividade em todos os locais, além de se mostrar um dos genótipos mais resistentes para Mancha-branca. O híbrido do cruzamento LGS₂xLGS₃ não apresentou produtividade superior apenas em Sorriso, mostrando-se resistente à Ferrugem Polissora, com plantas mais baixas e com menor altura de espiga.

Foram observados efeitos significativos de CGC e de suas interações com locais para todas as características (Tabela 1). Estes efeitos significativos de CGC revelaram um comportamento médio diferente de cada genitor quando em cruzamento com os demais genitores e, ao considerar a interação com local, revela ainda que as estimativas de CGC (g_i 's) foram diferenciadas nestes locais, sendo necessária a realização da seleção em cada condição específica. (FRISTSCHÉ-NETO et al., 2010).

As estimativas de g_i 's com valores dentro do intervalo zero mais ou menos o desvio-padrão da estimativa de g_i ($DP(g_i)$) para cada característica foram consideradas nulas e sugerem que estes genitores não contribuíram significativamente para o aumento ou redução do caráter, quando em cruzamento com os demais genitores. Neste contexto, as linhagens com melhores \hat{g}_i 's para produtividade e demais características foram LGS₂, LGS₉, LGS₄ e LGS₃, em ordem, estando presentes na composição dos híbridos mais promissores (Tabela 3). As linhagens LGS₂ e LGS₉ se destacaram com as melhores estimativas de \hat{g}_i 's para produtividade e resistência a Mancha-branca. A linhagem LGS₄ apresentou as melhores estimativas de \hat{g}_i 's para notas de severidades de todas as doenças estudadas e a LGS₃ se destacou por apresentar estimativas que contribuíram para reduzir as notas de Mancha foliar de *Exserohilum*, Ferrugem Tropical, Ferrugem Polissora e as médias de altura da planta e altura de espiga.

Os efeitos de CEC também foram significativos para todas as características, bem como de suas interações com locais nas análises conjuntas (Tabela 1). Os efeitos de CEC indicam que determinadas combinações híbridas exibem uma oscilação em seu desempenho que não pode ser explicada pela média dos pais, e suas capacidades gerais de combinação. Já a significância da interação mostra que houve um comportamento

diferenciado dos genótipos para cada local quanto ao desempenho dos híbridos e à capacidade combinatória das linhagens avaliadas.

Considerando todos os locais de avaliação, as melhores estimativas de CEC ($\hat{s}_{ii'}$) para produtividade ficam por conta das combinações entre LGS₂xLGS₆ e LGS₃xLGS₉, com valores muito superiores em Pitangueiras, onde foram encontradas as maiores médias (Tabela 4). Para as características altura de planta e de espiga destacam-se as combinações específicas entre LGS₁xLGS₇ e LGS₄xLGS₈. As estimativas de $s_{ii'}$ revelaram cruzamentos promissores para todas as doenças foliares avaliadas, com destaque para as combinações entre LGS₄xLGS₅ e LGS₆xLGS₉ para resistência a Mancha foliar de *Exserohilum*; LGS₄xLGS₈ para Ferrugem Polissora e LGS₆xLGS₁₀ para Mancha-branca em Pitangueiras. Estes resultados indicam uma contribuição expressiva da CEC para o desempenho dos cruzamentos para as diferentes características. Dentre os híbridos citados anteriormente como sendo os mais promissores, LGS₃xLGS₉ e LGS₂xLGS₆ também apresentaram as maiores médias de $\hat{s}_{ii'}$ para produtividade, considerando os quatro locais.

Os efeitos significativos de CGC e CEC e as interações com locais indicam que, tanto efeitos aditivos quanto os não aditivos, são importantes para as características estudadas. Contudo, as estimativas dos componentes quadráticos de CGC (ϕ_g), CEC (ϕ_s) e a razão destes (ϕ_g/ϕ_s), obtidas por meio da esperança do quadrado médio nas análises de variância, indicam uma maior contribuição dos efeitos não aditivos para as características produtividade e altura de planta e aditivos para altura da espiga. Os efeitos gênicos aditivos também foram mais importantes que os de dominância para resistência à Mancha-branca, concordando os trabalhos realizados por Lopes et al. (2007), Lüders (2003) Pegoraro et al. (2002) e Silva & Moro (2004), e discordando dos apresentados por Das et al. (1989a; 1989b) e Amaral (2005). Para a resistência à Mancha foliar de *E. turcicum*, Ferrugem Tropical e Ferrugem Polissora, os efeitos dominantes prevaleceram sobre os aditivos, contrastando com os trabalhos de Lima et al. (1998) para Ferrugem Tropical e Lima et al. (2000) para Ferrugem Polissora.

CONCLUSÕES

1 As linhagens endogâmicas LGS₂, LGS₉, LGS₄ e LGS₃, em ordem, são as que têm maior frequência de alelos favoráveis para o conjunto de características estudado, estando presentes nos cruzamentos com maior potencial genético (LGS₃ x LGS₉, LGS₂ x LGS₆, LGS₂ x LGS₄ e LGS₂ x LGS₃) e apresentam potencial para uso como testadoras;

2 Os efeitos gênicos aditivos são mais importantes para resistência à Mancha-branca do milho e altura de espiga, sendo os efeitos não aditivos mais importantes para produtividade, altura de planta, resistência à *E. turcicum*, *P. zea* e *P. polysora*.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Mestrado em Genética e Biologia Molecular UEL e à Empresa GS Pesquisa pelo apoio à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGROCERES. **Guia agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.
- AMARAL, A.L. do. **Etiologia e genética da resistência à mancha branca do milho**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- CARSON, M.L. Inheritance of resistance to *Phaeosphaeria* leaf spot of maize. **Plant Disease**, v.85, p.798-800, 2001.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- DAS, S.N.; PRODHAN, H.S.; KAISER, S.A.K.M. Further studies on the inheritance of resistance to phaeosphaeria leaf spot of maize. **Indian Journal of Mycological Research**, New Delhi, v.27, n.2, p.127-130, 1989a.
- DAS, S.N.; SINHAMAHAPATRA, S.P.; BASAK, S.L. Inheritance of resistance to phaeosphaeria leaf spot maize. **Annual Agricultural Research of Nadia**, v.10, n.2, p.182-184, 1989b.
- EMYGDIO, B.M.; IGNACZAK, J.C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p.95-103, 2007.
- FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba. ESALQ/USP. 2003. 208p.
- FERREIRA, J.M. **Análise genética e síntese de populações visando resistência a ferrugem (*Puccinia polysora* Underw.) em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 230 p., 1999. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FRISTSCHÉ-NETO, R.F.; MIRANDA, G.V.; DELIMA, R.O.; SOUZA, L.V.; SILVA, J. Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.465-471, 2010.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.
- LIMA, M., MIRANDA FILHO, J.B., DUDIENAS, C. et al. Inheritance of the resistance to tropical rust cause by *Physopella zae* in maize. **Maydica**, 1998.

- LIMA, M. W. O. P.; SOUZA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Procedimentos para a escolha de populações de milho para a extração de linhagens. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.153-158, 2000.
- LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K. R.; SILVA, H.P.; MATIELLO, R. R.; CAMARGO, L. E. A. Controle genético da resistência a mancha-de-Phaeosphaeria em milho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 605-611, 2007.
- LÜDERS, R. R. **Desempenho de linhagens de milho (*Zea mays* L.) em top crosses com testadores de base genética restrita e avaliação de híbridos triplos**. Campinas, 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia.) – Instituto Agronomico de Campinas.
- MELANI, M. D.; CARENA M. J. Alternative maize heterotic patterns for the northern Corn Belt. **Crop Science**, Madison, v.45, n.6, p.2186-2194, Nov./Dec. 2005.
- MIRANDA FILHO, J. B. de; VENCOVSKY, R. Analysis of variance with interaction of effects. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.18, n.1, p.129-134, 1995.
- PEGORARO, D.G.; BARBOSA NETO, J.F.; DAL SOGLIO, F.K; VACARO, E.; NUSS, C.N.; CONCEIÇÃO, L.D.H. Herança da resistência à mancha foliar de feosféria em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.329-336, 2002.
- PINTO, N.F.J.A. **Controle químico de doenças foliares em milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.134-138, 2004.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.
- SILVA, H.P.; MÔRO, J.R. Diallel analysis of maize resistance to *Phaeosphaeria maydis*. **Science Agricola**, v.61, n.1, p.36-42, 2004.
- SILVA, R.G.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; OLIVEIRA, E. de. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.921-928, 2003.
- SILVEIRA, F.T. JUNQUEIRA, B.G.; SILVA, P.C.; MORO, J.R. Comportamento de linhagens elites de milho para resistência aos enfezamentos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.431-442, 2006.
- SOARES, A. C. et al. orgs. **Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. 185p.

WELCKER, C.; THE, C.; ANDREAU, B.; DE LEON, C.; PARENTONI, S. N.; BERNAL, J.; FÉLICITÉ, J.; ZONKENG, C.; SALAZAR, F.; NARRO, L.; CHARCOSSET, A.; HORST, W. J. Heterosis and combining ability for maize adaptation to tropical acid soils: implications for future breeding strategies. **Crop Science**, Madison, v.45, n.6, p.2405-2413, Nov./Dec. 2005.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p.496, 1992.

Tabela 1 – Quadrados médios e níveis de significância das análises conjuntas, com base em médias de tratamentos em quatro locais (Pitangueiras, Sorriso, Jaciara e Dourados) e componentes quadráticos para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm) e de dois locais (Pitangueiras e Sorriso) para notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP).

Fonte de variação	Análise de 4 locais				Análise de 2 locais		Análise individual em Pitangueiras			
	GL	PGC	AP	AE	GL	MB ⁽¹⁾	GL	ET ⁽¹⁾	PHY ⁽¹⁾	FP ⁽¹⁾
Quadrados Médios e Níveis de Significância da Análise de Variância										
Local (L)	3	103,48**	50186**	32361**	1	7813,8 ^{ns}	---	---	---	---
Tratamentos	45	1,0436**	113,57**	144,72**	45	885,71**	45	259,63**	514,16**	672,23**
Testem. (T)	4	2,9099**	65,213 ^{ns}	249,41**	4	1254,3**	4	532,67**	1101,2**	1169,8**
T vs. H	1	0,3995 ^{ns}	50,111 ^{ns}	108,06 ^{ns}	1	117,23 ^{ns}	1	730,70**	3954,8**	1340,6**
Híbridos (H)	40	0,8731**	120,00**	135,17**	40	868,07**	40	220,55**	369,44**	605,77**
CGC	9	1,8475**	275,25**	362,54**	9	2741,9**	9	416,11**	770,06**	1330,7**
CEC	31	0,5902**	74,923**	69,157**	31	324,05**	31	163,77**	253,13**	395,31**
L x Trat	135	0,6987**	69,218**	74,530**	45	515,73**	---	---	---	---
L x T	12	1,2994**	73,002**	83,261**	4	1220,4**	---	---	---	---
L x (T vs. H)	3	0,4103 ^{ns}	70,288 ^{ns}	144,87**	1	31,053 ^{ns}	---	---	---	---
L x Híbr. (H)	120	0,6459**	68,812**	71,899**	40	457,38**	---	---	---	---
L x CGC	27	1,2236**	118,38**	126,48**	9	1253,5**	---	---	---	---
L x CEC	93	0,4781**	54,422**	56,052**	31	226,25**	---	---	---	---
Erro	326	0,2736	31,711	32,336	176	80,516	86	61,468	94,438	155,54
CV%		13,8	4,9	8,5		7,9		6,3	7,7	10,9
Componentes Quadráticos										
φg		0,1967	30,442	41,275		332,67		44,330	84,452	146,89
φs		0,3166	43,212	36,821		243,53		102,30	158,69	239,77
φg / φs		0,6214	0,7044	1,1209		1,3660		0,4333	0,5321	0,6126

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de notas de severidade à doenças (Y) transformadas para (Y)^{0,5}, multiplicados por 10⁻⁴.

Tabela 2 – Estimativas de médias dos 41 híbridos para as características produtividade de grãos corrigida ($t\ ha^{-1}$); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	Produtividade				Altura da Planta				Altura da Espiga				MB		ET	PHY	FP
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	PIT	PIT	PIT
LGS ₁ x LGS ₂	9,71b	5,58a	6,10a	4,53a	265a	188a	192a	171c	153a	77a	108a	88b	3,5e	4,2a	4,5b	3,3e	3,0b
LGS ₁ x LGS ₃	8,36c	4,88b	4,74a	5,86a	248a	173a	183a	173b	143a	73b	92a	88b	7,0b	5,0a	4,7b	3,5e	2,5b
LGS ₁ x LGS ₄	10,25b	4,51b	5,13a	5,64a	250a	165b	188a	170c	148a	67b	93a	97a	5,7c	3,5a	3,8c	3,0e	3,5b
LGS ₁ x LGS ₅	9,37b	6,03a	5,91a	5,68a	243a	168b	192a	182a	135b	65b	98a	102a	4,0e	3,5a	5,0b	5,0c	3,5b
LGS ₁ x LGS ₆	7,50c	6,14a	5,32a	5,81a	227b	175a	193a	168c	133b	80a	93a	90b	5,0d	4,7a	5,0b	3,5e	3,3b
LGS ₁ x LGS ₇	7,70c	5,55a	6,60a	5,80a	247a	183a	192a	163d	142a	80a	92a	75c	6,0c	4,0a	5,0b	4,7d	2,3b
LGS ₁ x LGS ₉	7,54c	6,68a	6,31a	5,56a	238b	167b	190a	163d	138b	77a	102a	63d	3,7e	4,5a	4,5b	4,7d	3,5b
LGS ₁ x LGS ₁₀	9,42b	5,27b	6,96a	5,63a	250a	170b	185a	166c	132b	73b	95a	78c	5,0d	3,5a	5,5a	4,5d	4,0a
LGS ₂ x LGS ₃	10,39a	5,08b	6,50a	5,20a	237b	162b	193a	182a	123c	72b	98a	95b	4,5d	3,2b	4,7b	5,0c	3,5b
LGS ₂ x LGS ₄	10,64a	5,73a	5,22a	6,67a	253a	183a	183a	163d	153a	83a	92a	95b	2,5f	2,8b	4,5b	5,0c	4,3a
LGS ₂ x LGS ₅	8,58c	5,46a	6,62a	5,76a	255a	162b	183a	158d	148a	70b	95a	75c	3,0f	3,0b	4,5b	5,0c	3,5b
LGS ₂ x LGS ₆	11,58a	6,59a	6,35a	5,62a	260a	187a	198a	163d	163a	87a	102a	83c	4,0e	3,2b	5,0b	4,5d	5,7a
LGS ₂ x LGS ₇	9,46b	5,52a	5,38a	7,25a	268a	190a	193a	189a	162a	98a	95a	91b	5,0d	3,0b	5,0b	4,5d	5,2a
LGS ₂ x LGS ₉	9,72b	6,20a	5,29a	4,86a	247a	172b	183a	171c	137b	80a	83a	95b	3,0f	3,5a	4,5b	4,5d	3,2b
LGS ₂ x LGS ₁₀	9,07b	5,58a	5,56a	5,75a	250a	178a	187a	168c	158a	80a	97a	92b	3,0f	3,7a	4,7b	4,7d	4,5a
LGS ₃ x LGS ₄	9,14b	5,21b	5,96a	5,49a	225b	162b	193a	166c	123c	70b	92a	83c	4,0e	3,7a	3,3d	3,8d	2,7b
LGS ₃ x LGS ₅	9,29b	5,33b	4,26a	6,35a	222b	163b	188a	166c	110c	63b	92a	78c	4,3e	2,8b	3,5d	4,0d	3,0b
LGS ₃ x LGS ₆	8,97b	5,00b	5,63a	5,71a	223b	167b	192a	173b	123c	67b	97a	78c	5,3c	3,5a	5,7a	4,0d	3,0b
LGS ₃ x LGS ₇	7,54c	5,05b	6,34a	6,32a	233b	170b	198a	168c	132b	75a	100a	98a	8,0a	3,5a	4,5b	3,0e	3,0b
LGS ₃ x LGS ₉	11,36a	5,81a	6,29a	5,84a	235b	167b	188a	183a	130b	65b	93a	82c	4,5d	3,2b	4,5b	3,5e	3,0b
LGS ₃ x LGS ₁₀	8,29c	5,00b	5,32a	5,58a	233b	162b	193a	167c	128b	55b	98a	78c	5,3c	3,0b	5,0b	4,7d	2,3b
LGS ₄ x LGS ₅	8,67c	5,54a	4,81a	6,16a	228b	165b	172a	181a	127b	68b	100a	110a	3,0f	3,5a	3,0d	4,0d	3,7b
LGS ₄ x LGS ₆	9,51b	5,34b	4,87a	5,47a	242a	163b	180a	176b	137b	77a	85a	100a	4,0e	3,0b	4,7b	4,0d	4,0a
LGS ₄ x LGS ₈	8,24c	5,16b	5,56a	5,61a	240b	175a	188a	149e	138b	78a	97a	66d	2,3f	4,3a	4,3b	4,0d	2,7b
LGS ₄ x LGS ₉	8,64c	5,83a	5,54a	6,59a	258a	167b	192a	177b	147a	78a	100a	93b	3,0f	3,5a	4,0c	5,7c	4,7a
LGS ₄ x LGS ₁₀	8,48c	5,53a	5,39a	6,02a	228b	167b	188a	186a	127b	68b	103a	103a	3,5e	3,2b	5,5a	5,0c	4,7a

Tabela 2 – (Continuação). Estimativas de médias dos 41 híbridos para as características produtividade de grãos corrigida ($t\ ha^{-1}$); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	Produtividade				Altura da Planta				Altura da Espiga				MB		ET	PHY	FP
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	PIT	PIT	PIT
LGS ₅ x LGS ₆	7,11c	4,98b	5,24a	4,45a	232b	165b	188a	158d	132b	72b	92a	75c	5,3c	4,0a	4,7b	5,3c	5,0a
LGS ₅ x LGS ₇	7,39c	4,98b	4,91a	4,36a	238b	178a	190a	175b	137b	78a	95a	88b	6,3b	3,5a	5,0b	4,7d	3,0b
LGS ₅ x LGS ₈	8,10c	4,67b	6,88a	5,63a	252a	180a	193a	178b	138b	72b	92a	90b	3,0f	2,8b	4,7b	6,0b	5,0a
LGS ₅ x LGS ₉	8,57c	5,72a	5,29a	6,74a	235b	160b	193a	158d	132b	65b	92a	93b	3,0f	3,0b	4,7b	5,7c	5,0a
LGS ₅ x LGS ₁₀	7,14c	4,89b	5,05a	6,10a	225b	158b	189a	178b	113c	68b	82a	85c	2,8f	3,2b	5,0b	5,0c	5,2a
LGS ₆ x LGS ₇	6,41c	4,30b	5,68a	6,47a	252a	180a	192a	179b	148a	93a	95a	90b	5,3c	4,0a	5,7a	4,5d	4,5a
LGS ₆ x LGS ₈	6,56c	4,78b	6,84a	6,41a	232b	170b	187a	172c	132b	75a	98a	78c	3,3f	2,8b	5,0b	5,0c	3,2b
LGS ₆ x LGS ₉	8,52c	6,02a	6,82a	6,76a	237b	172b	182a	173b	148a	80a	102a	82c	5,0d	3,5a	4,0c	6,0b	5,2a
LGS ₆ x LGS ₁₀	7,42c	5,21b	6,18a	6,61a	247a	157b	202a	171c	138b	70b	95a	98a	3,0f	3,5a	5,0b	6,0b	5,5a
LGS ₇ x LGS ₈	7,68c	3,23b	5,96a	6,35a	255a	165b	188a	175b	133b	72b	106a	88b	6,8b	3,8a	4,0c	4,0d	4,2a
LGS ₇ x LGS ₉	7,99c	5,14b	6,01a	5,18a	243a	177a	187a	178b	138b	82a	88a	88b	4,3e	3,7a	5,7a	3,7e	3,0b
LGS ₇ x LGS ₁₀	8,11c	4,93b	4,88a	5,39a	232b	173a	177a	183a	133b	82a	88a	85c	6,0c	4,0a	4,7b	4,0d	3,8b
LGS ₈ x LGS ₉	7,67c	4,13b	5,87a	5,84a	258a	168b	188a	175b	148a	77a	110a	95b	3,5e	4,0a	4,0c	5,8b	5,0a
LGS ₈ x LGS ₁₀	7,81c	5,39b	5,05a	4,73a	230b	162b	187a	160d	120c	72b	95a	80c	2,5f	1,7c	4,0c	5,0c	5,0a
LGS ₉ x LGS ₁₀	6,83c	5,06b	6,37a	5,39a	230b	163b	195a	168c	122c	65b	102a	93b	4,3e	4,0a	5,7a	4,0d	3,0b
P3069	5,94c	5,04b	4,75a	5,91a	222b	160b	184a	177b	112c	62b	87a	87b	4,0e	4,2a	4,0c	8,0a	7,0a
P30F90	12,11a	6,63a	5,60a	5,81a	247a	187a	183a	167c	138b	73b	92a	92b	3,0f	4,0a	3,0d	4,0d	3,0b
BG 7060	8,73c	5,61a	5,35a	6,04a	245a	170b	193a	169c	147a	75a	103a	91b	2,7f	3,5a	4,0c	6,3b	4,0a
Balu 761	9,06b	4,98b	4,78a	5,21a	223b	172b	188a	181a	133b	85a	85a	105a	4,5d	3,0b	4,0c	4,7d	4,0a
Dow 2A120	7,01c	5,14b	5,85a	4,26a	235b	167b	187a	171c	110c	58b	98a	88b	8,2a	3,8a	5,7a	6,7b	5,0a
Média Test.	8,57	5,48	5,27	5,45	234	171	187	173	128	71	93	93	4,5	3,7	4,1	5,9	4,6
Média Hib.	8,55	5,29	5,73	5,78	242	170	189	171	137	74	96	87	4,3	3,5	4,6	4,5	3,8
Média Geral	8,56	5,31	5,68	5,75	241	170	189	172	136	74	95	88	4,3	3,5	4,6	4,7	3,9

Nota: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Estimativas de médias dos 41 híbridos para as características produtividade de grãos corrigida ($t\ ha^{-1}$); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Estimativas	Produtividade				Altura da Planta				Altura da Espiga				MB		ET PHY FP		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	PIT	PIT	PIT
m	8,56	5,24	5,75	5,78	242	171	189	171	137	74	96	87	4,3	3,5	4,6	4,5	3,8
g ₁	0,11	0,28	0,21	-0,26	5	4	1	-2	4	-1	1	-3	0,7	0,7	0,1	-0,5	-0,7
g ₂	1,44	0,44	0,20	-0,10	15	8	0	-1	15	7	1	2	-1,0	-0,3	0,0	0,1	0,4
g ₃	0,61	-0,19	-0,08	0,00	-11	-6	3	1	-12	-8	0	-3	1,1	-0,1	-0,2	-0,6	-1,1
g ₄	0,62	0,06	-0,52	0,23	-1	-1	-4	1	1	0	-1	8	-0,7	0,0	-0,5	-0,3	-0,1
g ₅	-0,35	0,05	-0,35	-0,10	-6	-4	-1	-1	-8	-6	-3	2	-0,5	-0,3	-0,2	0,5	0,3
g ₆	-0,43	0,14	0,15	0,16	-4	0	2	-1	3	4	-1	-1	0,2	0,1	0,4	0,3	0,6
g ₇	-0,80	-0,46	-0,11	0,16	4	7	0	6	4	9	-1	2	1,8	0,2	0,3	-0,5	-0,2
g ₈	-0,63	-0,72	0,39	-0,09	5	1	0	-4	-1	-1	5	-6	-0,7	-0,2	-0,4	0,3	0,1
g ₉	-0,02	0,42	0,25	0,09	0	-3	0	1	1	0	1	0	-0,6	0,2	0,0	0,4	0,1
g ₁₀	-0,56	-0,04	-0,13	-0,10	-7	-6	0	1	-8	-5	-1	1	-0,4	-0,2	0,4	0,3	0,5
DP(g _i)	0,20	0,12	0,20	0,16	2	2	2	1	2	2	2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
DP(g _i - g _r)	0,30	0,18	0,30	0,24	3	3	3	2	3	2	4	2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabela 4 – Estimativas CEC (s_{ij}) das combinações dos genitores dois a dois para as características produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP) e o desvio-padrão (DP) das estimativas CEC e seus contrastes, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

s_{ij}	Produtividade				Altura da planta				Altura da espiga				MB		ET	PHY	FP
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	PIT	PIT	PIT
S _{1 2}	-0,40	-0,38	-0,06	-0,89	3	6	2	3	-2	-4	10	2	-0,5	-0,4	-0,2	-0,8	-0,5
S _{1 3}	-0,91	-0,46	-1,13	0,34	12	5	-9	4	14	8	-6	7	0,9	0,5	0,2	0,1	0,4
S _{1 4}	0,97	-1,08	-0,30	-0,11	4	-8	3	0	6	-8	-3	5	1,4	0,1	-0,4	-0,7	0,4
S _{1 5}	1,05	0,46	0,30	0,26	2	-2	4	13	2	-3	4	16	-0,5	-0,7	0,5	0,5	0,0
S _{1 6}	-0,74	0,47	-0,78	0,13	-17	1	2	0	-10	3	-3	7	-0,2	0,4	-0,1	-0,8	-0,4
S _{1 7}	-0,17	0,48	0,75	0,12	-5	2	2	-12	-4	-3	-4	-11	-0,8	0,4	0,0	1,2	-0,6
S _{1 9}	-1,10	0,73	0,10	-0,06	-9	-5	1	-6	-4	3	3	-21	-0,8	-0,7	-0,2	0,3	0,2
S _{1 10}	1,31	-0,21	1,13	0,21	10	1	-5	-3	-2	4	-1	-7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4
S _{2 3}	-0,22	-0,42	0,63	-0,49	-9	-12	1	11	-16	-2	2	10	0,0	-0,5	0,2	1,0	0,4
S _{2 4}	0,03	-0,02	-0,21	0,76	-2	6	-2	-8	1	1	-4	-1	-0,2	-0,3	0,4	0,7	0,2
S _{2 5}	-1,07	-0,27	1,02	0,18	4	-13	-4	-11	4	-6	1	-15	0,1	0,5	0,1	-0,1	-1,0
S _{2 6}	2,02	0,76	0,25	-0,22	7	8	8	-6	9	1	5	-5	0,4	-0,4	0,0	-0,4	0,9
S _{2 7}	0,26	0,29	-0,46	1,41	7	4	4	13	6	7	-1	0	-0,2	0,4	0,1	0,4	1,2
S _{2 9}	-0,25	0,09	-0,92	-0,92	-10	-4	-6	0	-16	-1	-15	6	0,2	0,7	-0,1	-0,5	-1,1
S _{2 10}	-0,37	-0,06	-0,27	0,17	0	5	-3	-3	14	3	1	2	0,1	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1
S _{3 4}	-0,64	0,09	0,81	-0,52	-5	-2	6	-6	-3	3	-3	-8	-0,8	-0,3	-0,6	0,2	0,0
S _{3 5}	0,48	0,22	-1,06	0,67	-3	3	-2	-5	-7	3	-1	-7	-0,6	-0,4	-0,7	-0,4	-0,1
S _{3 6}	0,23	-0,20	-0,19	-0,24	-4	2	-2	2	-5	-3	2	-5	-0,3	0,8	0,9	-0,2	-0,4
S _{3 7}	-0,83	0,45	0,78	0,37	-2	-2	7	-10	2	-1	6	12	0,8	-0,5	-0,2	-0,4	0,5
S _{3 9}	2,22	0,33	0,37	-0,04	3	5	-3	11	4	-1	-3	-2	-0,4	0,2	0,1	-0,8	0,1
S _{3 10}	-0,32	-0,02	-0,22	-0,1	9	2	2	-6	11	-7	4	-6	0,3	0,2	0,2	0,5	-0,9
S _{4 5}	-0,16	0,18	-0,07	0,26	-7	0	-12	10	-4	-1	8	14	-0,1	0,0	-0,9	-0,7	-0,4
S _{4 6}	0,77	-0,11	-0,51	-0,7	4	-6	-7	5	-4	-2	-9	7	0,2	1,1	0,2	-0,5	-0,4
S _{4 8}	-0,31	0,57	-0,06	-0,31	-6	5	3	-18	1	4	-3	-22	-0,6	-0,3	0,6	-0,6	-1,2
S _{4 9}	-0,51	0,10	0,06	0,49	17	1	7	4	8	4	4	-1	-0,1	0,0	-0,1	1,1	0,8
S _{4 10}	-0,13	0,27	0,28	0,12	-6	3	3	13	-4	-2	10	7	0,3	-0,3	0,9	0,5	0,5

Tabela 4 – (Continuação). Estimativas CEC ($S_{ii'}$) das combinações dos genitores dois a dois para as características produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP) e o desvio-padrão (DP) das estimativas CEC e seus contrastes, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

$S_{ii'}$	Produtividade				Altura da planta				Altura da espiga				MB		ET	PHY	FP
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	PIT	PIT	PIT
S5 6	-0,66	-0,46	-0,31	-1,39	-1	-1	-1	-11	0	0	0	-12	1,3	-0,7	-0,1	0,0	0,2
S5 7	-0,02	0,14	-0,38	-1,48	-2	5	2	-2	3	1	4	-3	0,7	0,1	0,3	0,1	-0,9
S5 8	0,52	0,09	1,08	0,04	11	13	6	12	10	4	-6	7	-0,1	-0,1	0,6	0,6	0,7
S5 9	0,38	0,01	-0,37	0,96	-1	-3	6	-13	1	-3	-2	4	-0,3	0,7	0,2	0,3	0,7
S5 10	-0,51	-0,36	-0,22	0,52	-4	-2	1	7	-8	5	-9	-5	-0,6	0,5	0,1	-0,3	0,6
S6 7	-0,92	-0,64	-0,10	0,37	9	2	1	2	4	6	1	2	-1,0	-0,4	0,4	0,2	0,3
S6 8	-0,94	0,11	0,55	0,56	-11	-1	-4	5	-7	-2	-2	-2	-0,5	0,0	0,3	-0,1	-1,4
S6 9	0,41	0,21	0,67	0,73	-2	4	-9	2	8	2	5	-4	1,1	-0,7	-1,0	0,8	0,6
S6 10	-0,16	-0,14	0,41	0,77	15	-8	11	0	6	-4	1	11	-1,1	-0,3	-0,4	0,9	0,6
S7 8	0,54	-0,84	-0,08	0,50	4	-13	-1	2	-7	-11	7	5	1,4	0,1	-0,6	-0,4	0,4
S7 9	0,25	-0,07	0,12	-0,85	-3	2	-2	0	-4	-2	-7	-1	-1,2	0,5	0,8	-0,7	-0,7
S7 10	0,90	0,19	-0,64	-0,44	-8	1	-13	5	0	3	-5	-5	0,3	-0,5	-0,7	-0,3	-0,2
S8 9	-0,24	-0,82	-0,53	0,06	11	0	-1	7	11	3	8	14	0,5	-0,4	-0,3	0,6	0,9
S8 10	0,43	0,90	-0,97	-0,86	-10	-4	-3	-8	-8	3	-5	-2	-0,7	0,6	-0,7	-0,1	0,6
S9 10	-1,15	-0,56	0,49	-0,38	-6	1	6	-5	-9	-5	6	5	1,0	-0,4	0,6	-1,2	-1,4
DP($S_{ii'}$)	0,53	0,32	0,53	0,42	5	5	5	3	5	4	6	4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
DP($S_{ii'} - S_{ik'}$)	0,79	0,48	0,79	0,64	8	8	8	5	7	6	9	6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7
DP($S_{ii'} - S_{kk'}$)	0,73	0,45	0,73	0,59	7	7	7	4	7	6	9	5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6

REFERÊNCIAS

- AGROCERES. **Guia agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.
- AGUIAR, C.G. **Milho safrinha - critérios para escolha de cultivares de milho híbrido**. 2003. [on line]. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br>>. Acesso em: 4 dez. 2009.
- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 3. ed. New York: John Wiley, 1999. 485 p.
- ALVES, R.C. Ferrugem tropical. Fitopatologia. Herbário virtual. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br>> . Acesso em: 20 jun. 2007.1999.
- AMARAL, A. L. do. Etiologia e genética da resistência à mancha branca do milho. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005. 93f. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia). **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2005.
- BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Ed.) **Melhoramento e produção de milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, cap.14, p.595-634.
- BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para a extração de linhagens. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n.2, p.348-355, 2003.
- BLEICHER, J.; BALMER, E.; ZINSLY, J. R. Resistência horizontal à *Exserohilum turcicum* em milho, cultivar pipoca amarela. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, p.187-193, 1993.
- BRASIL, E. M.; CARVALHO, Y. Comportamento de híbridos de milho em relação a *Phaeosphaeria maydis* em diferentes épocas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.1977-1981, dez. 1998.
- CARSON, M. L. Vulnerability of U.S. maize germ plasm to *Phaeosphaeria* leaf spot. **Plant Disease**, Saint Paul, v.83, p.462-464, 1999.
- CARSON, M. L.; STUBER, C. W.; SENIOR, M.L. Identification of quantitative trait loci (QTLs) for resistance to foliar diseases in a mapping population of recombinant inbred (RI) lines of maize. **Phytopathology**, Saint Paul, v.86, n.9, p.89, 1996. Supplement.
- CARSON, M. L. Inheritance of resistance to *Phaeosphaeria* leaf spot of maize. **Plant Disease**, v.85, p.798-800, 2001.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 83). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_83.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2008/2009**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf. Acesso em 19 jul. 2010. 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11-01-06-08-41-56-boletim-graos-4o-lev-safra-2010-2011.pdf>>. Acesso em 18 jan. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls>>. Acesso em 02 jul. 2007.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; CASELA, C. R. Doenças. In: CRUZ, J. C. Sistema de produção de milho. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm>. Acesso em: 20 out. 2010.

COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R. **Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho**. Summa phytopathol. vol.36 no.2 Botucatu Apr./June 2010.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425- 438, jun. 1989.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

DAS, S. N.; PRODHAN, H. S.; KAISER, S. A. K. M. Further studies on the inheritance of resistance to phaeosphaeria leaf spot of maize. *Indian Journal of Mycological Research*, New Delhi, v.27, n.2, p.127-130, 1989a.

DAS, S. N.; SINHAMAHAPATRA, S. P.; BASAK, S. L. Inheritance of resistance to phaeosphaeria leaf spot maize. **Annual Agricultural Research of Nadia**, v.10, n.2, p.182-184, 1989b.

DE LÉON, C. **Moléstias do milho**: guia para sua identificação. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 119p.

DUARTE, I. A. **Valor genético de linhagens de milho (*Zea mays* L.) avaliadas em “Topcrosses” quanto a capacidade de combinação, adaptabilidade, estabilidade e resistência a doenças foliares**. Londrina, 2002. 158p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual de Londrina.

DUVICK, D. N. Biotechnology in the 1930s. The development of hybrid maize. **Nature Genetics**, New York, v.2, n.1, p.69-74, 2001.

- EAST, E. M. Inbreeding in corn. **Connecticut Agricultural Experimental Station**. 1908. p. 419-428.
- EBERHART, S. A.; GARDNER, C. O. A general model for genetic effects. **Biometrics**, v.20, p.864-881, 1966.
- EMBRAPA. **Situação atual, estratégias e recomendações**. In: SIMPÓSIO SOBRE DOENÇAS EM MILHO, 1993, São Paulo. Documento final. São Paulo: USP/Embrapa-CNPMS/APPS, 20p., 1993.
- EMBRAPA. **Epidemias Severas da Ferrugem Polissora do Milho na Região Sul do Brasil na safra 2009/2010**. In: Circular técnica, 138. Sete Lagoas, MG, 2010.
- EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p.95-103, 2007.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 279p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba. ESALQ/USP. 2003. 208p.
- FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. **Principais moléstias na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1997. 80p.
- FERNANDES, M. C. A.; BALMER, E. Variability Of *Exserohilum turcicum* Isolates In Corn (*Zea Mays*) Cultivars. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Vol.22, n.1, p.01-05, 2002.
- FERREIRA, D. F., MUNIZ, J. A., AQUINO, L. H. **Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos – utilização do teste de Scott-Knott**. Ciênc.Agrotec. v.23, n.3, p.745-752, 1999.
- FERREIRA, F. M.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; PACHECO, C. A. P.; SILVA, C. H. O.; MARTINS FILHO, S. Genetics components of combining ability in a complete diallel. **Corp Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, n.3, p.338-343, setembro, 2004.
- FERREIRA, J. M. **Análise genética e síntese de populações visando resistência a ferrugem (*Puccinia polysora* Underw.) em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 230 p., 1999. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V. de; COIMBRA, R. R.; MELO, A. V. de. Reação de cultivares de milho à mancha de *Phaeosphaeria* em estresse de nitrogênio. **Bioscience Journal**, n.19, p.82-90, 2003.
- FREYMARK, P. J.; LEE, M.; MARTINSON, C. A. et al. Molecular marker-facilitated investigation of host-plant response to *Exserohilum turcicum* in maize (*Zea mays* L.): components of resistance. **Theoretical and Applied Genetics**, v.88, p.305-313, 1994.

FRISTSCHÉ-NETO, R. F.; MIRANDA, G. V.; DELIMA, R. O.; SOUZA, L. V.; SILVA, J. Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.465-471, 2010.

FUTRELL, M. C. *Puccinia polysora* epidemics on maize associated with crossing practice and homogenetic homogeneity. **Phytopathology**, v.65, p.1040-1042, 1975.

FUTRELL, M. C.; HOOKER, A. L.; SCOTT, G. E. Resistance in maize to corn rust, controlled by a single dominant gene. **Crop Science**, v.15, p.597-599, 1975.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v.22, p.439-452, 1966.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

HALLAUER, A. R. Method used in developing maize inbreds. **Maydica**, Bergamo, v.35, n.1, p.1-16, Jan./Abr. 1990.

HALLAUER, A. R. LOPEZ-PEREZ, E. Comparisons among testers for evaluating lines of corn. Proceeding of. **Corn and Sorghum Industry Research Conference**, v.34, p.57-75, 1979.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J.B. de. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press. 1995. 468p.

HUGHES, G. R.; HOOKER, A. L. Gene action conditioning resistance to northern leaf blight in maize. **Crop Science**, v.11, p.180-184, 1971.

JINKS, J. L.; HAYMAN, B. I. The analysis os diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation News Letter*, v. 27, p.48-54, 1953.

JONES, D. F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. **Connecticut Agricultural Experimental Station Bulletin**, Washington, v.297, p.5-100, 1918.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R. N. The partial diallel cross. *Biometrics*, North Carolina, v.17, p.229-250, 1961.

KOUTSIKA-SOTIRIOU, M. S.; KARAGOUNIS, C. A. Assessment of maize hybrids. **Maydica**, Bergamo, v.50, n.1, p.63-70, 2005.

LEONARD, K. J.; LEATH, S. Evidence that race 1 of *Setosphaeria turcica* caused the 1985 northern corn leaf blight epidemic in North Caroline. **Plant Disease**, v.70, p.981, 1986.

LIMA, M.; DUDIENAS, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GALLO, P. B. Cruzamentos parciais entre linhagens de milho com ênfase na produtividade e doenças foliares. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22, Recife, 1998. **Resumos**. Recife: IPA, 1998. p.38.

LIMA, M. W. O. P.; SOUZA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Procedimentos para a escolha de populações de milho para a extração de linhagens. *Bragantia*, Campinas, v.59, n.2, p.153-158, 2000.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J. B.; DUDIENAS, C.; SORDI, G. DE. Inheritance of the resistance to tropical rust caused by *Physopella zea* in maize. *Maydica*, Bergamo, v.45, p.105-108, 2000.

LIMA, M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUDIENAS, C. et al. Avaliação da resistência à ferrugem tropical em linhagens de milho. *Bragantia*, v.55, p.269-273, 1996.

LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K. R.; SILVA, H. P.; MATIELLO, R. R.; CAMARGO, L. E. A. Controle genético da resistência a mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p.605-611, 2007.

LÜDERS, R. R. **Desempenho de linhagens de milho (*Zea mays* L.) em top crosses com testadores de base genética restrita e avaliação de híbridos triplos.** Campinas, 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia.) – Instituto Agronomico de Campinas.

MELANI, M. D.; CARENA M. J. Alternative maize heterotic patterns for the northern Corn Belt. *Crop Science*, Madison, v.45, n.6, p.2186-2194, Nov./Dec. 2005.

MESQUITA NETO, D. R. Valor genético de populações de milho para resistência a doenças. 2000. 211 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOVSKY, R. Analysis of variance with interaction of effects. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, v.18, n.1, p.129-134, 1995.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, n.6, p.275-340.

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

MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS et al. (Ed.). **Recursos Genéticos e Melhoramento: Plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, p.649-671, 2001.

MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Yield potential and variability of two maize composites. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.2, p.90-98, 2003.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOVSKY, R. The partial circulant diallel cross at the interpopulation level. *Genetics and Molecular Biology*, n.22, v.2, p.249-255, 1999.

MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V.; FIDÉLIS, R. R.; GODOY, C. L.; VAZ DE MELLO, A.; GUIMARÃES, L. J. M. Reação de cultivares de milho-pipoca à helmintosporiose. *Revista Ceres*, Viçosa, n.49, p.513-521, 2002.

NASS, L. L.; PELLICANO, I. J.; VALOIS, A. C. C. Utilization of genetic resources for maize and soybean breeding in Brazil. *Brazilian Journal of Genetics*, v.16, p.983-988, 1993.

OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C.; KIST, V.; FONSECA, J. A.; BALBINOT, A. Análise da diversidade genética de variedades locais de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 191-195, jan-2007.

OLIVEIRA, C. M.; MOLINA, R. M. S.; ALBRES, R. S.; LOPES, J. R. S. Disseminação de mollicutes do milho a longas distâncias por *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.91-95, 2002.

PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; FERREIRA, A. S.; MEIRELLES, W. F.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal of Phytopatology**, 149:275-279, 2001.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E. ; LÜDERS, R. R. Variabilidade genética de híbridos triplos de milho para resistência à ferrugem tropical. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, n.1, p.63-69, 2002.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SAWAZAKI, E.; DUDIENAS, C.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Cruzamentos dialélicos de linhagens de milho sob condições de mancha de *Phaeosphaeria*. **Scientia Agricola**, piracicaba, v.57, n.2, p.313-318, 2000b.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SAWAZAKI, E.; DUDIENAS, C.; DUARTE, A. P.; GALLO, A. B. Diallel crosses among *maize* lines with emphasis on resistance to foliar diseases. **Genetics and Molecular Biology**, v.23:2; p.381-385; 15 ref.; 2000a.

PEGORARO, D. G.; BARBOSA NETO, J. F.; DAL SOGLIO, F. K.; VACARO, E.; NUSS, C. N.; CONCEIÇÃO, L. D. H. Herança da resistência à mancha foliar de feosféria em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.329-336, 2002.

PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho, In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A. *et al.* (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, p.538-555.

PEREIRA, O. A. P. Situação atual de doenças da cultura do milho no Brasil e estratégias de controle. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO. Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: Departamento de Genética/ESALQ, p.25-30, 1995.

PINTO, N.F.J.A. **Controle químico de doenças foliares em milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

RANE, M. S.; PAYAR, M. M.; RENFRO, B. L. A phaeosphaeria leaf spot of maize. *Indian Phytopathological Society. Bulletin*, New Delhi, v.3, p.7-10, 1965.

RAMALHO, M. A. P., FERREIRA, D. F., OLIVEIRA, A. C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação de moléstias em milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 80p.

RODRIGUES-ARNON, R., SCOTT, G. E. & KING, S. B. Maize yield losses caused by southern corn rust. **Crop Science**, v.20, p.812-814, 1980.

SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. **Milho**: estratégias de manejo para a região sul. Guarapuava. Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 209 p. 2000.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A. L.; HAMAWAKI, O. T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n.37, p.597-602, 2002.

SAWAZAKI, E.; DUDIENAS, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GALVÃO, J. C. C.; CASTRO, J. L.; PEREIRA, J. Reação de cultivares de milho à mancha de *Phaeosphaeria* no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.585-589, jun. 1997.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Evolução dos cultivares de milho no Brasil**. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. Tecnologias de produção do milho. 20.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v.1, p.13-53, 2004.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SCOTT, G. E.; KING, S. B.; ARMOUR, J. W. Inheritance of resistance to southern corn rust in maize populations, **Crop Science**, v.24, p.265-267, 1984.

SHULL, G. H. A pure line method of corn breeding. **American Breeders Association Report**, Washington, v.4, p.296-301, 1909.

SILVA, E. C., FERREIRA, D. F., BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciênc. Agrotec.** v.23, n.3, p. 687-696, 1999.

SILVA, H. P. Incidência de doenças fúngicas na "safrinha". In: Seminário sobre a cultura do Milho "Safrinha", 4., Assis, 1997. Anais. Campinas: IAC, CDV, 1997. p.81-86.

SILVA, H. P.; BARBOSA, M. P. M.; NASS, L. L.; CAMARGO, L. E. A. Capacidade de combinação e heterose para resistência a *Puccinia polysora* Underw em milho. **Scientia Agricola**, v.58, p.777-783, 2001.

SILVA, H. P.; MÔRO, J. R. Diallel analysis of maize resistance to *Phaeosphaeria maydis*. **Science Agricola**, v.61, n.1, p.36-42, 2004.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. de. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.921-928, 2003.

SILVEIRA, F. T. JUNQUEIRA, B. G.; SILVA, P. C.; MORO, J. R. Comportamento de linhagens elites de milho para resistência aos enfezamentos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.431-442, 2006.

SMITH, D. R.; WHITE, D. G. Disease of corn In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. (Ed.) **Corn and corn improvement**. 3.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p.678-786.

SOARES, A. C. et al. orgs. **Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. 185p.

SOUZA JR., C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.159-199.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.34, p. 923-932, 1942.

TROYER, A. F. Background of U.S. hybrid corn. **Crop Science**, Madison, v.39, n.3, p.601-626, 1999.

ULLSTRUP, A. J. A comparison of monogenic and polygenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn. **Phytopathology**, v.60, p. 1597-1599, 1970.

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.) **Melhoramento e Produção do Milho**. Campinas: Fundação Cargill. Cap.5, p.137-274, 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p.496, 1992.

VIEIRA, R. A. et al. Resistência de híbridos de milho-pipoca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.391-395, Sept./Oct. 2009.

VON PINHO, R. G.; RAMALHO, M. A. P.; RESENDE, I. C.; SILVA, H. P.; POZAR, G. Reação de híbridos comerciais de milho às ferrugens polissora e tropical. In: REUNION LATINO AMERICANA DEL MAIZ, 18., 1999, Sete Lagoas. **Memoriais**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS; México: CIMMYT, 1999. p.455-464.

WELCKER, C.; THE, C.; ANDREAU, B.; DE LEON, C.; PARENTONI, S. N.; BERNAL, J.; FÉLICITÉ, J.; ZONKENG, C.; SALAZAR, F.; NARRO, L.; CHARCOSSET, A.; HORST, W. J. Heterosis and combining ability for maize adaptation to tropical acid soils: implications for future breeding strategies. **Crop Science**, Madison, v.45, n.6, p.2405-2413, Nov./Dec. 2005.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1999. 938p.

APÊNDICE

Tabela 5 – Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Pitangueiras (PR).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios									
		PGC	AP	AE	PRE	%A ⁽¹⁾	%Q ⁽¹⁾	MB ⁽²⁾	ET ⁽²⁾	PHY ⁽²⁾	FP ⁽²⁾
Tratamentos	45	1,8298 **	148,83 **	164,49 **	11,777 **	35,122 *	81,220 **	1142,6 **	259,63 **	514,16 **	672,23 **
Testem. (T)	4	5,5501 **	136,94 **	268,61 **	34,166 **	32,460 ns	136,19 **	2331,9 **	532,67 **	1101,2 **	1169,8 **
T vs H	1	0,0010 ns	233,18 *	338,03 **	17,067 *	0,6984 ns	190,30 *	13,807 ns	730,70 **	3954,8 **	1340,6 **
Híbridos (H)	40	1,5035 **	147,91 **	149,74 **	9,4059 **	36,249 *	72,995 **	1051,9 **	220,55 **	369,44 **	605,77 **
CGC	9	3,8775 **	381,83 **	414,47 **	20,873 **	27,761 ns	175,23 **	3543,7 **	416,11 **	770,06 **	1330,7 **
CEC	31	0,8142 **	79,997 **	72,882 **	6,0768 *	38,713 **	43,314 ns	328,49 **	163,77 **	253,13 **	395,31 **
Erro	86	0,3558	34,818	31,932	3,4687	20,189	36,612	55,239	61,468	94,438	155,54
CV%		11,9	4,2	7,1	5,6	174,4	42,1	6,2	6,3	7,7	10,9
Componentes Quadráticos											
ϕ_g		0,4402	43,377	47,817	0,0002	0,9465	17,327	0,0436	0,0044	0,0084	0,0147
ϕ_s		0,4584	45,179	40,950	0,0003	18,524	6,7027	0,0273	0,0102	0,0159	0,0240
ϕ_g / ϕ_s		0,9603	0,9601	1,1677	0,8341	0,0511	2,5851	1,5958	0,4333	0,5322	0,6127

ns, * e **: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de dados em porcentagem (X) transformados para arco seno (X/100)^{0,5}. ⁽²⁾ QM de notas de severidade às doenças foliares (Y), transformadas para (Y)^{0,5} e multiplicadas por 10⁻⁴.

Tabela 6 – Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Sorriso (MT).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios									
		PGC	AP	AE	PRE	%A ⁽¹⁾	%Q ⁽¹⁾	MB ⁽²⁾	ET ⁽²⁾	PHY ⁽²⁾	FP ⁽²⁾
Tratamentos	45	0,4116 **	72,754 **	71,032 **	13,809 **	9,0853 ns	1,0977 ns	258,83 **	628,31 **	39,622 **	23,931 **
Testem. (T)	4	0,4749 **	96,667 *	116,11 **	32,051 **	22,503 *	0 ns	142,76 ns	382,53 ns	0 ns	0 ns
T vs H	1	0,1582 ns	2,8290 ns	60,448 ns	23,269 *	13,800 ns	0,4113 ns	134,48 ns	255,43 ns	9,7978 ns	2,9184 ns
Híbridos (H)	40	0,4116 **	72,110 **	66,789 **	11,749 **	7,6257 ns	1,2246 ns	273,54 **	662,21 **	44,330 **	26,849 **
CGC	9	0,9485 **	184,38 **	220,63 **	33,200 **	13,149 ns	1,6549 ns	451,74 **	746,64 **	62,876 **	25,915 **
CEC	31	0,2557 **	39,515 ns	22,124 ns	5,5211 ns	6,0222 ns	1,0997 ns	221,81 **	637,70 **	38,946 **	27,120 **
Erro	90	0,1328	36,800	23,331	5,7757	6,9294	1,1719	103,16	272,97	10,410	6,4870
CV%		11,9	6,2	11,3	9,6	261,5	692,4	9,4	22,8	5,5	4,4
Componentes Quadráticos											
ϕ_g		0,1020	18,448	24,663	0,0003	0,7774	0,0604	0,0044	0,0059	0,0007	0,0002
ϕ_s		0,1230	2,7155	-1,2063	0	-0,9072	-0,0722	0,0119	0,0365	0,0029	0,0021
ϕ_g / ϕ_s		0,8291	6,7936	-20,445	-13,465	-0,857	-0,8364	0,3672	0,1623	0,2298	0,1177

ns, * e ** : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de dados em porcentagem (X) transformados para arco seno (X/100)^{0,5}. ⁽²⁾ QM de notas de severidade às doenças foliares (Y), transformadas para (Y)^{0,5} e multiplicadas por 10⁻⁴.

Tabela 7 – Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebramento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP). Jaciara (MT).

Fontes de Variação	Quadrados Médios										
	GL	PGC	AP	AE	PRE	%AC ⁽¹⁾	%Q ⁽¹⁾	MB ⁽²⁾	ET ⁽²⁾	PHY ⁽²⁾	FP ⁽²⁾
Tratamentos	45	0,4604 ^{ns}	30,842 ^{ns}	38,220 ^{ns}	10,629 ^{ns}	19,366 ^{ns}	7,7061 ^{ns}	342,97 ^{ns}	267,22 ^{ns}	250,95 ^{ns}	116,58 ^{ns}
Testem. (T)	4	0,2402 ^{ns}	16,031 ^{ns}	58,087 ^{ns}	12,117 ^{ns}	26,385 ^{ns}	9,1142 ^{ns}	270,80 ^{ns}	16,628 ^{ns}	1,0254 ^{ns}	1,3021 ^{ns}
T vs H	1	0,9665 ^{ns}	14,485 ^{ns}	28,842 ^{ns}	3,3353 ^{ns}	3,5181 ^{ns}	0,0802 ^{ns}	292,78 ^{ns}	151,51 ^{ns}	517,56 ^{ns}	314,90 ^{ns}
Híbridos (H)	40	0,4698 ^{ns}	32,732 ^{ns}	36,467 ^{ns}	10,663 ^{ns}	19,060 ^{ns}	7,7560 ^{ns}	351,45 ^{ns}	295,17 ^{ns}	269,27 ^{ns}	123,15 ^{ns}
CGC	9	0,5348 ^{ns}	21,234 ^{ns}	26,518 ^{ns}	8,0976 ^{ns}	27,328 ^{ns}	7,6143 ^{ns}	268,18 ^{ns}	493,34 ^{ns}	188,74 ^{ns}	122,33 ^{ns}
CEC	31	0,4509 ^{ns}	36,071 ^{ns}	39,356 ^{ns}	11,407 ^{ns}	16,660 ^{ns}	7,7971 ^{ns}	375,62 ^{ns}	237,63 ^{ns}	292,65 ^{ns}	123,39 ^{ns}
Erro	86	0,3595	34,282	50,380	11,679	30,658	10,933	332,91	287,24	237,60	183,60
CV%		18	5,3	12,7	11,5	132,7	276	26,2	16,3	23,9	21,4
Componentes Quadráticos											
ϕ_g		0,0219	-1,631	-2,9827	0	-0,4162	-0,4149	-0,001	0,0026	-0,001	-0,001
ϕ_s		0,0915	1,788	-11,024	0	-13,998	-3,136	0,0043	-0,005	0,0055	-0,006
ϕ_g / ϕ_s		0,2396	-0,912	0,2706	1,6458	0,0297	0,1323	-0,189	-0,519	-0,111	0,127

^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de dados em porcentagem (X) transformados para arco seno (X/100)^{0,5}. ⁽²⁾ QM de notas de severidade às doenças foliares (Y), transformadas para (Y)^{0,5} e multiplicadas por 10⁻⁴.

Tabela 8 – Quadrados médios e níveis de significância da análise individual com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebraamento (%Q). Dourados (MS).

Fontes de Variação	Quadrados Médios						
	GL	PGC	AP	AE	PRE	%A ⁽¹⁾	%Q ⁽¹⁾
Tratamentos	45	0,4380 **	68,800 **	94,570 **	23,099 **	3,5620 ns	2,4376 *
Testem. (T)	4	0,5427 ns	34,578 *	56,385 *	12,185 *	10,978 **	0,0004 ns
T vs H	1	0,5047 ns	10,475 ns	115,36 *	29,378 *	4,7487 ns	0,6271 ns
Híbridos (H)	40	0,4258 *	73,681 **	97,869 **	24,033 **	2,7907 ns	2,7266 *
CGC	9	0,1575 ns	42,940 **	80,363 **	22,837 **	2,3983 ns	2,0039 ns
CEC	31	0,5037 **	82,605 **	102,95 **	24,380 **	2,9047 ns	2,9364 **
Erro	64	0,2314	11,912	17,693	4,3067	2,7981	1,4667
CV%		13	3,1	7,5	6,3	505,1	704,5
Componentes Quadráticos							
ϕ_g		-0,0092	3,8786	7,8337	0,0002	-0,0500	0,0671
ϕ_s		0,2723	70,694	85,258	0,0020	0,1066	1,4697
ϕ_g/ϕ_s		-0,0340	0,0549	0,0919	0,1154	-0,4688	0,0457

ns, ** e * : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de dados em porcentagem (X) transformados para arco seno (X/100)^{0,5}.

Tabela 9 – Quadrados médios e níveis de significância da análise conjunta com base em médias de tratamentos e componentes quadráticos (ϕ) para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga na planta (PRE); porcentagem de acamamento (%A) e quebraamento (%Q); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios										
		PGC	AP	AE	PRE	%A ⁽¹⁾	%Q ⁽¹⁾	GL	MB ⁽²⁾	ET ⁽²⁾	PHY ⁽²⁾	FP ⁽²⁾
Local (L)	3	103,48 **	50186 **	32361 **	1303,2 **	400,15 **	6443,1 **	2	94510 **	89622 **	18338 **	12871 **
Tratamentos	45	1,0436 **	113,57 **	144,72 **	19,432 **	17,774 ns	25,252 **	45	732,21 **	311,32 *	251,49 **	239,52 **
Testem. (T)	4	2,9099 **	65,213 ns	249,41 **	43,438 **	1,5919 ns	52,000 **	4	851,75 **	445,15 ns	382,94 **	413,04 **
T vs. H	1	0,3995 ns	50,111 ns	108,06 ns	7,1856 ns	18,513 ns	55,839 *	1	1,0782 ns	0,5287 ns	456,51 *	98,166 ns
Híbridos (H)	40	0,8731 **	120,00 **	135,17 **	17,337 **	19,374 ns	21,813 *	40	738,53 **	305,70 *	233,22 **	225,7 **
CGC	9	1,8475 **	275,25 **	362,54 **	40,033 **	12,909 ns	50,899 **	9	2417,2 **	332,63 ns	387,09 **	481,62 **
CEC	31	0,5902 **	74,923 **	69,157 **	10,748 *	21,251 ns	13,368 ns	31	251,17 *	297,88 ns	188,54 *	151,40 ns
L x Trat	135	0,6987 **	69,218 **	74,530 **	13,294 **	16,454 ns	22,403 **	90	506,10 **	421,92 **	276,62 **	286,61 **
L x T	12	1,2994 **	73,002 **	83,261 **	15,693 **	30,245 *	31,102 **	8	946,84 **	243,34 ns	359,66 **	379,01 **
L x (T vs. H)	3	0,4103 ns	70,288 ns	144,87 **	21,954 *	1,4174 ns	45,194 *	2	219,99 ns	568,56 ns	2012,8 **	780,14 **
L x Híbr. (H)	120	0,6459 **	68,812 **	71,899 **	12,838 **	15,451 ns	20,963 **	80	469,18 **	436,11 **	224,91 **	265,03 **
L x CGC	27	1,2236 **	118,38 **	126,48 **	14,992 **	19,242 ns	45,201 **	18	923,17 **	661,73 **	317,29 **	498,66 **
L x CEC	93	0,4781 **	54,422 **	56,052 **	12,212 **	14,350 ns	13,926 ns	62	337,38 **	370,61 **	198,09 **	197,21 **
Erro	326	0,2736	31,711	32,336	6,5654	16,393	13,572	262	162,28	208,95	111,56	112,50
CV%		13,8	4,9	9,7	8,5	191,1	88,3		12,8	14,4	12,8	13,6
Média		6,36	1,94	0,99	0,50	1,84	5,52		3,12	3,17	2,32	2,03
Componentes Quadráticos												
ϕ_g		0,1967	30,442	41,275	4,1834	-0,4355	4,6658		281,86	15,460	34,441	46,140
ϕ_s		0,3166	43,212	36,821	4,1826	4,8580	-0,2040		88,890	88,930	76,980	38,900
ϕ_g / ϕ_s		0,6214	0,7044	1,1209	1,0002	-0,0896	-22,871		3,1709	0,1738	0,4474	1,1861

ns, * e ** : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ QM de dados em porcentagem (X) transformados para arco seno $(X/100)^{0,5}$. ⁽²⁾ QM de notas de severidade às doenças foliares (Y), transformadas para $(Y)^{0,5}$ e multiplicados por 10^{-4} .

Tabela 10 – Estimativas das médias dos cruzamentos (m) e de CGC (g) dos genitores para as características produtividade de grãos (t ha⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP) e o desvio-padrão (DP) das estimativas e seus contrastes, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

	Produtividade				Altura da planta				Altura da espiga				MB			ET			PHY			FP		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JÁ	DO	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA
m	8,56	5,24	5,75	5,78	242	171	189	171	137	74	96	87	4,3	3,5	1,5	4,6	1,7	3,3	4,5	1,0	1,3	3,8	1,0	1,2
g ₁	0,11	0,28	0,21	-0,26	5	4	1	-2	4	-1	1	-3	0,7	0,7	0,0	0,1	-0,2	0,1	-0,5	0,0	0,0	-0,7	0,0	0,0
g ₂	1,44	0,44	0,20	-0,10	15	8	0	-1	15	7	1	2	-1,0	-0,3	-0,2	0,0	0,6	-0,2	0,1	0,2	-0,2	0,4	0,1	-0,2
g ₃	0,61	-0,20	-0,10	0,00	-11	-6	3	1	-12	-8	0	-3	1,1	-0,1	0,1	-0,2	0,3	-0,2	-0,6	0,1	0,0	-1,1	0,0	0,1
g ₄	0,62	0,06	-0,50	0,23	-1	-1	-4	1	1	0	-1	8	-0,7	0,0	0,0	-0,5	-0,3	0,5	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1	0,0	0,0
g ₅	-0,40	0,05	-0,40	-0,10	-6	-4	-1	-1	-8	-6	-3	2	-0,5	-0,3	0,1	-0,2	-0,3	0,2	0,5	0,0	0,1	0,3	0,0	0,1
g ₆	-0,40	0,14	0,15	0,16	-4	0	2	-1	3	4	-1	-1	0,2	0,1	0,0	0,4	0,1	-0,1	0,3	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0
g ₇	-0,80	-0,50	-0,10	0,16	4	7	0	6	4	9	-1	2	1,8	0,2	0,2	0,3	0,0	0,1	-0,5	-0,1	0,0	-0,2	0,0	0,0
g ₈	-0,60	-0,70	0,39	-0,09	5	1	0	-4	-1	-1	5	-6	-0,7	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	0,0	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2
g ₉	0,00	0,42	0,25	0,09	0	-3	0	1	1	0	1	0	-0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	-0,4	0,4	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,0
g ₁₀	-0,60	0,00	-0,10	-0,10	-7	-6	0	1	-8	-5	-1	1	-0,4	-0,2	-0,2	0,4	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0
DP(g _i) ⁽¹⁾	0,20	0,12	0,20	0,16	2	2	2	1	2	2	2	1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,1
DP(g _i -g _j) ⁽²⁾	0,30	0,18	0,30	0,24	3	3	3	2	3	2	4	2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2

⁽¹⁾Desvio-padrão das estimativas de capacidade geral de combinação e ⁽²⁾Desvio-padrão do contraste entre efeitos de capacidades gerais de combinação.

Tabela 11 – Estimativas de capacidade específica de combinação e dos desvios padrão (DP) das diferenças entre efeitos de dois híbridos para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); características notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

S _{ii'}	Produtividade				Altura da planta				Altura da espiga				MB			ET			PHY			FP		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA
S _{1 2}	-0,40	-0,38	-0,06	-0,89	3	6	2	3	-2	-4	10	2	-0,5	0,3	-0,4	-0,2	0,8	-0,8	-0,8	-0,2	-0,2	-0,5	-0,1	0,0
S _{1 3}	-0,91	-0,46	-1,13	0,34	12	5	-9	4	14	8	-6	7	0,9	0,9	0,5	0,2	0,4	0,7	0,1	-0,1	-0,3	0,4	0,0	-0,3
S _{1 4}	0,97	-1,08	-0,30	-0,11	4	-8	3	0	6	-8	-3	5	1,4	-0,6	0,1	-0,4	1,0	-0,8	-0,7	0,1	-0,1	0,4	0,0	-0,2
S _{1 5}	1,05	0,46	0,30	0,26	2	-2	4	13	2	-3	4	16	-0,5	-0,4	-0,7	0,5	-0,2	-0,6	0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	-0,3
S _{1 6}	-0,74	0,47	-0,78	0,13	-17	1	2	0	-10	3	-3	7	-0,2	0,4	0,4	-0,1	-0,5	1,2	-0,8	0,0	-0,2	-0,4	0,0	0,1
S _{1 7}	-0,17	0,48	0,75	0,12	-5	2	2	-12	-4	-3	-4	-11	-0,8	-0,4	0,4	0,0	-0,5	0,2	1,2	0,1	-0,3	-0,6	0,0	-0,2
S _{1 9}	-1,10	0,73	0,10	-0,06	-9	-5	1	-6	-4	3	3	-21	-0,8	0,2	-0,7	-0,2	-0,5	0,1	0,3	0,0	-0,2	0,2	-0,1	-0,2
S _{1 10}	1,31	-0,21	1,13	0,21	10	1	-5	-3	-2	4	-1	-7	0,4	-0,4	0,3	0,3	-0,5	0,0	0,2	0,0	1,8	0,4	0,0	1,0
S _{2 3}	-0,22	-0,42	0,63	-0,49	-9	-12	1	11	-16	-2	2	10	0,0	0,0	-0,5	0,2	-0,5	-0,2	1,0	0,6	-0,1	0,4	-0,1	-0,1
S _{2 4}	0,03	-0,02	-0,21	0,76	-2	6	-2	-8	1	1	-4	-1	-0,2	-0,4	-0,3	0,4	-1,0	0,2	0,7	-0,2	0,1	0,2	-0,1	0,0
S _{2 5}	-1,07	-0,27	1,02	0,18	4	-13	-4	-11	4	-6	1	-15	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,5	-0,1	-0,2	0,9	-1,0	-0,1	0,2
S _{2 6}	2,02	0,76	0,25	-0,22	7	8	8	-6	9	1	5	-5	0,4	-0,2	-0,4	0,0	0,2	0,1	-0,4	-0,2	-0,3	0,9	-0,1	-0,1
S _{2 7}	0,26	0,29	-0,46	1,41	7	4	4	13	6	7	-1	0	-0,2	-0,5	0,4	0,1	0,9	0,1	0,4	-0,2	-0,1	1,2	-0,1	0,0
S _{2 9}	-0,25	0,09	-0,92	-0,92	-10	-4	-6	0	-16	-1	-15	6	0,2	0,1	0,7	-0,1	-0,3	0,3	-0,5	0,4	0,0	-1,1	0,6	0,0
S _{2 10}	-0,37	-0,06	-0,27	0,17	0	5	-3	-3	14	3	1	2	0,1	0,6	-0,1	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
S _{3 4}	-0,64	0,09	0,81	-0,52	-5	-2	6	-6	-3	3	-3	-8	-0,8	0,3	-0,3	-0,6	1,7	-0,5	0,2	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,0
S _{3 5}	0,48	0,22	-1,06	0,67	-3	3	-2	-5	-7	3	-1	-7	-0,6	-0,3	-0,4	-0,7	0,2	0,2	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
S _{3 6}	0,23	-0,20	-0,19	-0,24	-4	2	-2	2	-5	-3	2	-5	-0,3	0,0	0,8	0,9	-1,0	-0,6	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	0,0
S _{3 7}	-0,83	0,45	0,78	0,37	-2	-2	7	-10	2	-1	6	12	0,8	-0,1	-0,5	-0,2	-0,9	-0,2	-0,4	-0,1	0,0	0,5	0,0	0,0
S _{3 9}	2,22	0,33	0,37	-0,04	3	5	-3	11	4	-1	-3	-2	-0,4	-0,4	0,2	0,1	0,0	0,4	-0,8	-0,2	0,8	0,1	-0,1	0,7
S _{3 10}	-0,32	-0,02	-0,22	-0,10	9	2	2	-6	11	-7	4	-6	0,3	-0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	-0,1	-0,4	-0,9	0,0	-0,3
S _{4 5}	-0,16	0,18	-0,07	0,26	-7	0	-12	10	-4	-1	8	14	-0,1	0,3	0,0	-0,9	-0,1	0,6	-0,7	0,1	-0,1	-0,4	0,0	-0,2

Tabela 11 – (Continuação). Estimativas de capacidade específica de combinação e dos desvios padrão (DP) das diferenças entre efeitos de dois híbridos para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); características notas de severidade de Mancha-branca (MB); Mancha foliar de *Exserohilum* (ET); Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

S _{ii'}	Produtividade				Altura da planta				Altura da espiga				MB			ET			PHY			FP		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA
S _{4 6}	0,77	-0,11	-0,51	-0,70	4	-6	-7	5	-4	-2	-9	7	0,2	-0,5	1,1	0,2	-0,5	0,3	-0,5	0,1	-0,2	-0,4	0,0	-0,2
S _{4 8}	-0,31	0,57	-0,06	-0,31	-6	5	3	-18	1	4	-3	-22	-0,6	1,1	-0,3	0,6	-0,1	0,2	-0,6	0,0	-0,2	-1,2	0,0	0,6
S _{4 9}	-0,51	0,10	0,06	0,49	17	1	7	4	8	4	4	-1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,4	0,2	1,1	0,0	0,4	0,8	-0,1	0,2
S _{4 10}	-0,13	0,27	0,28	0,12	-6	3	3	13	-4	-2	10	7	0,3	-0,1	-0,3	0,9	-0,5	-0,3	0,5	0,1	-0,1	0,5	0,0	-0,2
S _{5 6}	-0,66	-0,46	-0,31	-1,39	-1	-1	-1	-11	0	0	0	-12	1,3	0,7	-0,7	-0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,7
S _{5 7}	-0,02	0,14	-0,38	-1,48	-2	5	2	-2	3	1	4	-3	0,7	0,1	0,1	0,3	0,6	-0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,9	0,0	0,1
S _{5 8}	0,52	0,09	1,08	0,04	11	13	6	12	10	4	-6	7	-0,1	-0,2	-0,1	0,6	-0,1	0,0	0,6	0,0	-0,3	0,7	0,0	-0,2
S _{5 9}	0,38	0,01	-0,37	0,96	-1	-3	6	-13	1	-3	-2	4	-0,3	-0,4	0,7	0,2	-0,4	-0,7	0,3	0,0	0,0	0,7	-0,1	0,0
S _{5 10}	-0,51	-0,36	-0,22	0,52	-4	-2	1	7	-8	5	-9	-5	-0,6	0,2	0,5	0,1	-0,4	0,1	-0,3	0,0	-0,5	0,6	0,0	-0,2
S _{6 7}	-0,92	-0,64	-0,10	0,37	9	2	1	2	4	6	1	2	-1,0	0,2	-0,4	0,4	0,4	0,0	0,2	0,1	0,7	0,3	0,0	0,1
S _{6 8}	-0,94	0,11	0,55	0,56	-11	-1	-4	5	-7	-2	-2	-2	-0,5	-0,5	0,0	0,3	0,5	-0,4	-0,1	0,0	0,3	-1,4	0,0	-0,2
S _{6 9}	0,41	0,21	0,67	0,73	-2	4	-9	2	8	2	5	-4	1,1	-0,2	-0,7	-1,0	0,2	-0,8	0,8	0,0	-0,4	0,6	-0,1	-0,2
S _{6 10}	-0,16	-0,14	0,41	0,77	15	-8	11	0	6	-4	1	11	-1,1	0,1	-0,3	-0,4	0,2	0,1	0,9	0,0	-0,5	0,6	0,0	-0,2
S _{7 8}	0,54	-0,84	-0,08	0,50	4	-13	-1	2	-7	-11	7	5	1,4	0,4	0,1	-0,6	-0,4	0,4	-0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
S _{7 9}	0,25	-0,07	0,12	-0,85	-3	2	-2	0	-4	-2	-7	-1	-1,2	-0,2	0,5	0,8	0,5	0,0	-0,7	0,0	0,1	-0,7	-0,1	0,1
S _{7 10}	0,90	0,19	-0,64	-0,44	-8	1	-13	5	0	3	-5	-5	0,3	0,5	-0,5	-0,7	-0,7	-0,2	-0,3	0,1	-0,4	-0,2	0,0	-0,2
S _{8 9}	-0,24	-0,82	-0,53	0,06	11	0	-1	7	11	3	8	14	0,5	0,6	-0,4	-0,3	-0,4	-0,2	0,6	-0,1	-0,4	0,9	-0,1	-0,4
S _{8 10}	0,43	0,90	-0,97	-0,86	-10	-4	-3	-8	-8	3	-5	-2	-0,7	-1,4	0,6	-0,7	0,5	-0,1	-0,1	0,0	0,6	0,6	0,0	0,2
S _{9 10}	-1,15	-0,56	0,49	-0,38	-6	1	6	-5	-9	-5	6	5	1,0	0,6	-0,4	0,6	1,4	0,5	-1,2	0,0	-0,3	-1,4	-0,1	-0,2
DP(S _{ii'})	0,53	0,32	0,53	0,42	5	5	5	3	5	4	6	4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,1	0,4	0,4	0,1	0,3
DP(S _{ii'-S_{ik'}})	0,79	0,48	0,79	0,64	8	8	8	5	7	6	9	6	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,1	0,6	0,7	0,1	0,5
DP(S _{ii'-S_{kk'}})	0,73	0,45	0,73	0,59	7	7	7	4	7	6	9	5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	0,5	0,1	0,6	0,6	0,1	0,5

Tabela 12 – Estimativas dos componentes quadráticos (ϕ) de CGC e CEC para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (AP, em cm); altura da espiga (AE, em cm); posição relativa da espiga na planta e porcentagem de acamamento (%A) e quebraamento (%Q); notas de severidade a Mancha-branca (MB), Mancha foliar de *Exserohilum* (ET), Ferrugem Tropical (PHY) e Ferrugem Polissora (FP), avaliadas em quatro locais.

Características	Pitangueiras			Sorriso			Jaciará			Dourados		
	ϕ_g	ϕ_s	ϕ_g/ϕ_s	ϕ_g	ϕ_s	ϕ_g/ϕ_s	ϕ_g	ϕ_s	ϕ_g/ϕ_s	ϕ_g	ϕ_s	ϕ_g/ϕ_s
PGC	0,4402	0,4584	0,9603	0,1020	0,1230	0,8291	0,0219	0,0915	0,8291	-0,0092	0,2723	-0,0340
AP	43,377	45,179	0,9601	18,448	2,7155	6,7936	-1,6310	1,7882	-0,9121	3,8786	70,694	0,0549
AE	47,817	40,950	1,1677	24,663	-1,2063	-20,445	-2,9827	-11,024	0,2706	7,8337	85,258	0,0919
PRE	0,0002	0,0003	0,8341	0,0003	0,0000	-13,465	0,0000	0,0000	1,6458	0,0002	0,0020	0,1154
%A	0,9465	18,524	0,0511	0,7774	-0,9072	-0,8570	-0,4162	-13,998	0,0297	-0,0500	0,1066	-0,4688
%Q	17,327	6,7027	2,5851	0,0604	-0,0722	-0,8364	-0,4149	-3,1360	0,1323	0,0671	1,4697	0,0457
MB	0,0436	0,0273	1,5958	0,0044	0,0119	0,3672	-0,0008	0,0043	-0,1894	---	---	---
ET	0,0044	0,0102	0,4333	0,0059	0,0365	0,1623	0,0026	-0,0050	-0,5194	---	---	---
PHY	0,0084	0,0159	0,5322	0,0007	0,0029	0,2298	-0,0006	0,0055	-0,1109	---	---	---
FP	0,0147	0,0240	0,6127	0,0002	0,0021	0,1177	-0,0008	-0,0060	0,1272	---	---	---

Tabela 13 – Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); posição relativa da espiga e porcentagem de acamamento, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	Produtividade				Altura de planta				Altura de espiga				Posição relativa da espiga				% Acamamento			
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO
LGS ₁ x LGS ₂	9,71b	5,58a	6,10a	4,53a	265a	188a	192a	171c	153a	77a	108a	88b	0,58a	0,41b	0,57a	0,51b	0,0b	0,0b	0,0a	-0,1b
LGS ₁ x LGS ₃	8,36c	4,88b	4,74a	5,86a	248a	173a	183a	173b	143a	73b	92a	88b	0,58a	0,42b	0,50a	0,51b	0,0b	0,0b	2,4a	-0,1b
LGS ₁ x LGS ₄	10,25b	4,51b	5,13a	5,64a	250a	165b	188a	170c	148a	67b	93a	97a	0,59a	0,40b	0,49a	0,57a	0,0b	0,0b	4,2a	0,0b
LGS ₁ x LGS ₅	9,37b	6,03a	5,91a	5,68a	243a	168b	192a	182a	135b	65b	98a	102a	0,55a	0,39b	0,51a	0,56a	14,3a	0,0b	3,6a	0,0b
LGS ₁ x LGS ₆	7,50c	6,14a	5,32a	5,81a	227b	175a	193a	168c	133b	80a	93a	90b	0,59a	0,46a	0,48a	0,54a	3,2b	0,0b	0,0a	0,0b
LGS ₁ x LGS ₇	7,70c	5,55a	6,60a	5,80a	247a	183a	192a	163d	142a	80a	92a	75c	0,58a	0,44a	0,48a	0,46c	1,8b	0,0b	6,5a	0,0b
LGS ₁ x LGS ₉	7,54c	6,68a	6,31a	5,56a	238b	167b	190a	163d	138b	77a	102a	63d	0,58a	0,46a	0,54a	0,39c	1,8b	0,0b	5,6a	0,0b
LGS ₁ x LGS ₁₀	9,42b	5,27b	6,96a	5,63a	250a	170b	185a	166c	132b	73b	95a	78c	0,53b	0,43a	0,52a	0,47c	10,3a	0,0b	7,1a	0,2b
LGS ₂ x LGS ₃	10,39a	5,08b	6,50a	5,20a	237b	162b	193a	182a	123c	72b	98a	95b	0,52b	0,44a	0,51a	0,52a	0,0b	0,0b	1,5a	0,0b
LGS ₂ x LGS ₄	10,64a	5,73a	5,22a	6,67a	253a	183a	183a	163d	153a	83a	92a	95b	0,61a	0,45a	0,50a	0,58a	1,3b	0,0b	4,2a	0,0b
LGS ₂ x LGS ₅	8,58c	5,46a	6,62a	5,76a	255a	162b	183a	158d	148a	70b	95a	75c	0,58a	0,43a	0,52a	0,47c	0,0b	0,0b	4,2a	-0,1b
LGS ₂ x LGS ₆	11,58a	6,59a	6,35a	5,62a	260a	187a	198a	163d	163a	87a	102a	83c	0,63a	0,47a	0,51a	0,51b	2,6b	0,0b	6,4a	-0,1b
LGS ₂ x LGS ₇	9,46b	5,52a	5,38a	7,25a	268a	190a	193a	189a	162a	98a	95a	91b	0,60a	0,52a	0,49a	0,48b	4,4a	0,0b	2,2a	0,1b
LGS ₂ x LGS ₉	9,72b	6,20a	5,29a	4,86a	247a	172b	183a	171c	137b	80a	83a	95b	0,55a	0,47a	0,46a	0,56a	3,3b	0,0b	1,7a	3,0a
LGS ₂ x LGS ₁₀	9,07b	5,58a	5,56a	5,75a	250a	178a	187a	168c	158a	80a	97a	92b	0,63a	0,45a	0,52a	0,54a	1,1b	0,0b	5,3a	0,0b
LGS ₃ x LGS ₄	9,14b	5,21b	5,96a	5,49a	225b	162b	193a	166c	123c	70b	92a	83c	0,55a	0,43a	0,47a	0,54b	0,0b	3,2a	3,3a	0,2b
LGS ₃ x LGS ₅	9,29b	5,33b	4,26a	6,35a	222b	163b	188a	166c	110c	63b	92a	78c	0,50b	0,39b	0,48a	0,47c	0,0b	1,5a	3,3a	0,2b
LGS ₃ x LGS ₆	8,97b	5,00b	5,63a	5,71a	223b	167b	192a	173b	123c	67b	97a	78c	0,55a	0,40b	0,50a	0,45c	0,0b	0,0b	8,0a	-0,1b
LGS ₃ x LGS ₇	7,54c	5,05b	6,34a	6,32a	233b	170b	198a	168c	132b	75a	100a	98a	0,56a	0,44a	0,50a	0,58a	0,0b	1,9a	3,2a	-0,1b
LGS ₃ x LGS ₉	11,36a	5,81a	6,29a	5,84a	235b	167b	188a	183a	130b	65b	93a	82c	0,55a	0,39b	0,50a	0,45c	0,0b	0,0b	4,2a	0,0b
LGS ₃ x LGS ₁₀	8,29c	5,00b	5,32a	5,58a	233b	162b	193a	167c	128b	55b	98a	78c	0,55a	0,34b	0,51a	0,47c	1,3b	1,6a	10,4a	0,0b
LGS ₄ x LGS ₅	8,67c	5,54a	4,81a	6,16a	228b	165b	172a	181a	127b	68b	100a	110a	0,55a	0,41b	0,58a	0,61a	0,0b	0,0b	0,2a	-0,1b
LGS ₄ x LGS ₆	9,51b	5,34b	4,87a	5,47a	242a	163b	180a	176b	137b	77a	85a	100a	0,57a	0,47a	0,47a	0,57a	9,8a	3,7a	2,4a	0,2b
LGS ₄ x LGS ₈	8,24c	5,16b	5,56a	5,61a	240b	175a	188a	149e	138b	78a	97a	66d	0,58a	0,45a	0,52a	0,44c	1,5b	3,1a	1,5a	0,1b
LGS ₄ x LGS ₉	8,64c	5,83a	5,54a	6,59a	258a	167b	192a	177b	147a	78a	100a	93b	0,57a	0,47a	0,52a	0,53a	7,7a	1,6a	2,7a	2,6a
LGS ₄ x LGS ₁₀	8,48c	5,53a	5,39a	6,02a	228b	167b	188a	186a	127b	68b	103a	103a	0,56a	0,41b	0,55a	0,55a	0,0b	0,0b	7,9a	-0,1b

Tabela 13 – (Continuação). Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características produtividade de grãos corrigida (PGC, em t ha⁻¹); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); posição relativa da espiga e porcentagem de acamamento, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	Produtividade				Altura de planta				Altura de espiga				Posição relativa da espiga				% Acamamento			
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	DO
LGS ₅ x LGS ₆	7,11c	4,98b	5,24a	4,45a	232b	165b	188a	158d	132b	72b	92a	75c	0,57a	0,43a	0,49a	0,47c	1,9b	3,4a	3,3a	2,5a
LGS ₅ x LGS ₇	7,39c	4,98b	4,91a	4,36a	238b	178a	190a	175b	137b	78a	95a	88b	0,57a	0,44a	0,50a	0,51b	1,9b	1,8a	1,5a	0,0b
LGS ₅ x LGS ₈	8,10c	4,67b	6,88a	5,63a	252a	180a	193a	178b	138b	72b	92a	90b	0,55a	0,40b	0,47a	0,50b	0,0b	0,0b	3,7a	-0,1b
LGS ₅ x LGS ₉	8,57c	5,72a	5,29a	6,74a	235b	160b	193a	158d	132b	65b	92a	93b	0,56a	0,41b	0,47a	0,59a	0,0b	1,6a	0,0a	0,0b
LGS ₅ x LGS ₁₀	7,14c	4,89b	5,05a	6,10a	225b	158b	189a	178b	113c	68b	82a	85c	0,50b	0,43a	0,44a	0,48c	22,1a	0,0b	7,0a	0,0b
LGS ₆ x LGS ₇	6,41c	4,30b	5,68a	6,47a	252a	180a	192a	179b	148a	93a	95a	90b	0,59a	0,52a	0,49a	0,51b	5,6a	0,0b	3,1a	0,2b
LGS ₆ x LGS ₈	6,56c	4,78b	6,84a	6,41a	232b	170b	187a	172c	132b	75a	98a	78c	0,57a	0,44a	0,53a	0,46c	3,9a	3,3a	4,4a	0,0b
LGS ₆ x LGS ₉	8,52c	6,02a	6,82a	6,76a	237b	172b	182a	173b	148a	80a	102a	82c	0,63a	0,46a	0,56a	0,47c	0,0b	0,0b	0,0a	0,0b
LGS ₆ x LGS ₁₀	7,42c	5,21b	6,18a	6,61a	247a	157b	202a	171c	138b	70b	95a	98a	0,56a	0,45a	0,47a	0,57a	2,4b	0,0b	10,5a	-0,1b
LGS ₇ x LGS ₈	7,68c	3,23b	5,96a	6,35a	255a	165b	188a	175b	133b	72b	106a	88b	0,52b	0,43a	0,56a	0,50b	-0,1b	0,0b	2,4a	0,0b
LGS ₇ x LGS ₉	7,99c	5,14b	6,01a	5,18a	243a	177a	187a	178b	138b	82a	88a	88b	0,57a	0,46a	0,47a	0,49b	1,8b	0,0b	1,6a	0,0b
LGS ₇ x LGS ₁₀	8,11c	4,93b	4,88a	5,39a	232b	173a	177a	183a	133b	82a	88a	85c	0,58a	0,47a	0,50a	0,46c	0,0b	0,0b	0,0a	-0,1b
LGS ₈ x LGS ₉	7,67c	4,13b	5,87a	5,84a	258a	168b	188a	175b	148a	77a	110a	95b	0,57a	0,46a	0,59a	0,54a	6,1a	0,0b	2,0a	0,0b
LGS ₈ x LGS ₁₀	7,81c	5,39b	5,05a	4,73a	230b	162b	187a	160d	120c	72b	95a	80c	0,52b	0,44a	0,51a	0,50b	1,5b	0,0b	3,7a	0,0b
LGS ₉ x LGS ₁₀	6,83c	5,06b	6,37a	5,39a	230b	163b	195a	168c	122c	65b	102a	93b	0,53b	0,40b	0,52a	0,55a	0,0b	0,0b	3,5a	0,0b
P3069	5,94c	5,04b	4,75a	5,91a	222b	160b	184a	177b	112c	62b	87a	87b	0,50b	0,39b	0,48a	0,49b	0,0b	4,8a	2,9a	0,0b
30F90	12,11a	6,63a	5,60a	5,81a	247a	187a	183a	167c	138b	73b	92a	92b	0,56a	0,39b	0,50a	0,55a	5,6a	0,0b	3,5a	0,0b
BG 7060	8,73c	5,61a	5,35a	6,04a	245a	170b	193a	169c	147a	75a	103a	91b	0,60a	0,44a	0,53a	0,54a	1,4b	3,5a	1,3a	0,1b
Balu 761	9,06b	4,98b	4,78a	5,21a	223b	172b	188a	181a	133b	85a	85a	105a	0,60a	0,50a	0,45a	0,58a	5,0b	0,0b	2,8a	3,1a
Dow 2A120	7,01c	5,14b	5,85a	4,26a	235b	167b	187a	171c	110c	58b	98a	88b	0,47b	0,35b	0,53a	0,51b	0,0b	0,0b	12,1a	-0,1b
Média Test.	8,57	5,48	5,27	5,45	234	171	187	173	128	71	93,1	93	0,55	0,41	0,5	0,54	2,4	1,7	4,5	0,6
Média Hib.	8,55	5,29	5,73	5,78	242	170	189	171	137	74	95,7	87	0,57	0,44	0,51	0,51	2,7	0,6	3,6	0,2
Média Geral	8,56	5,31	5,68	5,75	241	170	189	172	136	74	95,4	88	0,56	0,43	0,51	0,51	2,7	0,8	3,7	0,2

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 14 – Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características porcentagem de quebramento (%Q) e notas de severidade às foliares, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	%Quebramento				Mancha-branca			Mancha de <i>Exserohilum</i>			Ferrugem Tropical			Ferrugem Polissora		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA
LGS ₁ x LGS ₂	25,6a	0,0b	0,0a	0,0b	3,5e	4,2a	1,0a	4,5b	2,8a	2,3a	3,3e	1,0b	1,0a	3,0b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₃	13,7b	0,0b	0,0a	0,0b	7,0b	5,0a	2,2a	4,7b	2,2a	3,8a	3,5e	1,0b	1,0a	2,5b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₄	25,5a	0,0b	3,3a	0,0b	5,7c	3,5a	1,7a	3,8c	2,2a	3,0a	3,0e	1,0b	1,0a	3,5b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₅	7,7b	0,0b	0,0a	0,0b	4,0e	3,5a	1,0a	5,0b	1,0b	3,0a	5,0c	1,0b	1,0a	3,5b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₆	43,3a	0,0b	1,6a	0,0b	5,0d	4,7a	2,0a	5,0b	1,0b	4,5a	3,5e	1,0b	1,3a	3,3b	1,0b	1,3a
LGS ₁ x LGS ₇	32,9a	0,0b	0,0a	0,0b	6,0c	4,0a	2,2a	5,0b	1,0b	3,7a	4,7d	1,0b	1,0a	2,3b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₉	25,3a	0,0b	2,2a	0,0b	3,7e	4,5a	1,0a	4,5b	1,0b	3,0a	4,7d	1,0b	1,0a	3,5b	1,0b	1,0a
LGS ₁ x LGS ₁	27,1a	1,2a	1,8a	0,0b	5,0d	3,5a	1,7a	5,5a	1,0b	3,3a	4,5d	1,0b	3,2a	4,0a	1,0b	2,2a
LGS ₂ x LGS ₃	3,3b	0,0b	0,0a	0,0b	4,5d	3,2b	1,0a	4,7b	2,0a	2,7a	5,0c	1,8a	1,0a	3,5b	1,0b	1,0a
LGS ₂ x LGS ₄	15,9a	0,0b	2,2a	0,0b	2,5f	2,8b	1,0a	4,5b	1,0b	3,8a	5,0c	1,0b	1,0a	4,3a	1,0b	1,0a
LGS ₂ x LGS ₅	19,1a	0,0b	0,0a	0,0b	3,0f	3,0b	2,0a	4,5b	2,0a	3,8a	5,0c	1,0b	2,2a	3,5b	1,0b	1,3a
LGS ₂ x LGS ₆	23,7a	0,0b	0,0a	0,0b	4,0e	3,2b	1,0a	5,0b	2,5a	3,2a	4,5d	1,0b	1,0a	5,7a	1,0b	1,0a
LGS ₂ x LGS ₇	20,0b	0,0b	0,0a	0,0b	5,0d	3,0b	2,0a	5,0b	3,2a	3,3a	4,5d	1,0b	1,0a	5,2a	1,0b	1,0a
LGS ₂ x LGS ₉	21,2a	0,0b	0,0a	4,2a	3,0f	3,5a	2,2a	4,5b	2,0a	3,0a	4,5d	1,7a	1,0a	3,2b	1,8a	1,0a
LGS ₂ x LGS ₁	21,3a	0,0b	0,0a	0,0b	3,0f	3,7a	1,0a	4,7b	2,2a	2,8a	4,7d	1,0b	1,0a	4,5a	1,0b	1,0a
LGS ₃ x LGS ₄	1,6b	0,0b	1,5a	0,0b	4,0e	3,7a	1,3a	3,3d	3,3a	3,0a	3,8d	1,0b	1,3a	2,7b	1,0b	1,3a
LGS ₃ x LGS ₅	2,8b	0,0b	1,8a	0,0b	4,3e	2,8b	1,3a	3,5d	1,8a	3,5a	4,0d	1,0b	1,3a	3,0b	1,0b	1,3a
LGS ₃ x LGS ₆	12,4b	0,0b	0,0a	0,0b	5,3c	3,5a	2,5a	5,7a	1,0b	2,3a	4,0d	1,0b	1,3a	3,0b	1,0b	1,3a
LGS ₃ x LGS ₇	27,2a	0,0b	0,0a	0,0b	8,0a	3,5a	1,3a	4,5b	1,0b	3,0a	3,0e	1,0b	1,3a	3,0b	1,0b	1,3a
LGS ₃ x LGS ₉	5,2b	0,0b	0,0a	0,0b	4,5d	3,2b	2,0a	4,5b	2,0a	3,0a	3,5e	1,0b	2,0a	3,0b	1,0b	2,0a
LGS ₃ x LGS ₁	16,9a	0,0b	3,7a	0,0b	5,3c	3,0b	1,7a	5,0b	2,2a	3,2a	4,7d	1,0b	1,0a	2,3b	1,0b	1,0a
LGS ₄ x LGS ₅	28,1a	0,0b	0,1a	0,0b	3,0f	3,5a	1,7a	3,0d	1,0b	4,6a	4,0d	1,0b	1,0a	3,7b	1,0b	1,1a
LGS ₄ x LGS ₆	13,1b	0,0b	0,0a	0,0b	4,0e	3,0b	2,7a	4,7b	1,0b	4,0a	4,0d	1,0b	1,0a	4,0a	1,0b	1,0a
LGS ₄ x LGS ₈	28,6a	0,0b	0,0a	0,0b	2,3f	4,3a	1,0a	4,3b	1,0b	4,0a	4,0d	1,0b	1,0a	2,7b	1,0b	2,0a
LGS ₄ x LGS ₉	17,4a	0,0b	0,0a	0,0b	3,0f	3,5a	1,7a	4,0c	1,0b	3,5a	5,7c	1,0b	1,3a	4,7a	1,0b	1,3a
LGS ₄ x LGS ₁	29,7a	0,0b	1,7a	0,0b	3,5e	3,2b	1,0a	5,5a	1,0b	3,5a	5,0c	1,0b	1,0a	4,7a	1,0b	1,0a

Tabela 14 – (Continuação). Estimativas das médias das testemunhas e dos 41 híbridos resultantes do cruzamento dialélico para as características porcentagem de quebramento (%Q) e notas de severidade às foliares, avaliadas em Pitangueiras (PIT), Sorriso (SO), Jaciara (JA) e Dourados (DO).

Híbridos	%Quebramento				Mancha-branca			Mancha de <i>Exserohilum</i>			Ferrugem Tropical			Ferrugem Polissora		
	PIT	SO	JA	DO	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA	PIT	SO	JA
LGS ₅ x LGS ₆	32,2a	0,0b	0,0a	2,6a	5,3c	4,0a	1,0a	4,7b	1,8a	3,5a	5,3c	1,0b	2,3a	5,0a	1,0b	2,0a
LGS ₅ x LGS ₇	8,9b	0,0b	4,1a	0,0b	6,3b	3,5a	2,0a	5,0b	2,0a	3,3a	4,7d	1,0b	1,3a	3,0b	1,0b	1,3a
LGS ₅ x LGS ₈	30,9a	0,0b	1,9a	0,0b	3,0f	2,8b	1,3a	4,7b	1,0b	3,5a	6,0b	1,0b	1,3a	5,0a	1,0b	1,3a
LGS ₅ x LGS ₉	14,3b	0,0b	0,0a	0,0b	3,0f	3,0b	2,5a	4,7b	1,0b	2,3a	5,7c	1,0b	1,3a	5,0a	1,0b	1,3a
LGS ₅ x LGS ₁₀	9,4b	0,0b	0,1a	0,0b	2,8f	3,2b	1,9a	5,0b	1,0b	3,6a	5,0c	1,0b	1,0a	5,2a	1,0b	1,1a
LGS ₆ x LGS ₇	25,4a	0,0b	5,0a	0,0b	5,3c	4,0a	1,3a	5,7a	2,2a	3,3a	4,5d	1,0b	2,2a	4,5a	1,0b	1,3a
LGS ₆ x LGS ₈	23,2a	0,0b	0,0a	0,0b	3,3f	2,8b	1,3a	5,0b	2,0a	2,8a	5,0c	1,0b	2,0a	3,2b	1,0b	1,3a
LGS ₆ x LGS ₉	44,9a	1,3a	0,0a	0,0b	5,0d	3,5a	1,0a	4,0c	2,0a	2,0a	6,0b	1,0b	1,0a	5,2a	1,0b	1,0a
LGS ₆ x LGS ₁₀	27,0a	0,0b	1,6a	0,0b	3,0f	3,5a	1,0a	5,0b	2,0a	3,3a	6,0b	1,0b	1,0a	5,5a	1,0b	1,0a
LGS ₇ x LGS ₈	23,3a	0,0b	0,2a	0,0b	6,8b	3,8a	1,6a	4,0c	1,0b	3,8a	4,0d	1,0b	1,4a	4,2a	1,0b	1,5a
LGS ₇ x LGS ₉	23,6a	0,0b	0,0a	0,0b	4,3e	3,7a	2,3a	5,7a	2,2a	3,0a	3,7e	1,0b	1,3a	3,0b	1,0b	1,3a
LGS ₇ x LGS ₁₀	23,0a	0,0b	1,5a	0,0b	6,0c	4,0a	1,0a	4,7b	1,0b	3,2a	4,0d	1,0b	1,0a	3,8b	1,0b	1,0a
LGS ₈ x LGS ₉	27,1a	0,0b	0,0a	0,0b	3,5e	4,0a	1,0a	4,0c	1,0b	2,7a	5,8b	1,0b	1,0a	5,0a	1,0b	1,0a
LGS ₈ x LGS ₁₀	19,0a	0,0b	4,2a	0,0b	2,5f	1,7c	1,7a	4,0c	2,0a	3,2a	5,0c	1,0b	2,2a	5,0a	1,0b	1,7a
LGS ₉ x LGS ₁₀	10,3b	2,2a	0,0a	0,0b	4,3e	4,0a	1,0a	5,7a	3,2a	3,3a	4,0d	1,0b	1,0a	3,0b	1,0b	1,0a
P3069	3,4b	0,0b	0,1a	0,0b	4,0e	4,2a	1,9a	4,0c	2,5a	3,3a	8,0a	1,0b	1,0a	7,0a	1,0b	1,1a
30F90	2,8b	0,0b	0,0a	0,0b	3,0f	4,0a	1,7a	3,0d	1,0b	3,7a	4,0d	1,0b	1,0a	3,0b	1,0b	1,0a
BG 7060	22,0a	0,0b	1,3a	0,0b	2,7f	3,5a	1,0a	4,0c	1,8a	3,5a	6,3b	1,0b	1,0a	4,0a	1,0b	1,0a
Balu 761	11,0b	0,0b	0,0a	0,0b	4,5d	3,0b	1,0a	4,0c	2,0a	3,2a	4,7d	1,0b	1,0a	4,0a	1,0b	1,0a
Dow 2A120	30,8a	0,0b	3,9a	0,0b	8,2a	3,8a	1,0a	5,7a	2,0a	3,5a	6,7b	1,0b	1,0a	5,0a	1,0b	1,0a
Média Test.	14,0	0,0	1,1	0,0	4,5	3,7	1,3	4,1	1,9	3,4	5,9	1,0	1,0	4,6	1,0	1,0
Média Hib.	20,8	0,1	0,9	0,2	4,3	3,5	1,5	4,6	1,7	3,3	4,5	1,0	1,3	3,8	1,0	1,2
Média Geral	20,0	0,1	0,9	0,1	4,3	3,5	1,5	4,6	1,7	3,3	4,7	1,0	1,3	3,9	1,0	1,2

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.