

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MARCIO JOSÉ ENGELSING

ANÁLISE DIALÉLICA E INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES
NA RESISTÊNCIA À *Cercospora zae-maydis*.

Trabalho de Dissertação apresentado à
Universidade do Estado de Santa Catarina,
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Jefferson Luís Meirelles
Coimbra

LAGES-SC

2009

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Engelsing, Marcio José
Análise dialélica e interação genótipos x ambientes na
resistência à *Cercospora zae-maydis*. / Marcio José
Engelsing – Lages, 2009.
59p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Análise dialélica.
2. Interação genótipo x ambiente.
3. Cercosporiose.
4. Milho
5. Rendimento I. Título.

CDD – 633.15

MARCIO JOSÉ ENGELSING

**ANÁLISE DIALÉLICA E INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES
NA RESISTÊNCIA À *Cercospora zae-maydis*.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina

Aprovado em:

Homologada em:

Pela Banca Examinadora:

Por:

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas, Jefferson Luís Meirelles Coimbra - UDESC/CAV-LAGES

Dr. Paulo Cezar Cassol
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

Doutor em Genética Molecular, Altamir Frederico Guidolin - UDESC/CAV-LAGES

Dr. Jefferson Meirelles Coimbra
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em Produção Vegetal

Doutor em Fitopatologia, Ricardo Trezzi Casa - UDESC/CAV-LAGES

Ph.D. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências Agroveterinárias

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas, Haroldo Tavares Elias - EPAGRI/FLORIANÓPOLIS

Lages-SC, 24 de julho de 2009

Aos meus pais Irineu e Iria Engelsing, a minha esposa Rosangela e a minha filha Ana Carolina pelo apoio e compreensão em todos os projetos de minha vida, com amor, *DEDICO*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo privilégio da vida e força espiritual.

A Universidade Estadual de Santa Catarina pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado e a Agroeste Sementes SA da mesma forma.

Ao pesquisador Dr. Haroldo Tavares Elias pela disponibilidade e pela colaboração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jefferson Luís Meirelles Coimbra, por todo o empenho, exigência, disponibilidade, e principalmente pela amizade formada. Muito obrigado pelo crescimento tanto intelectual quanto pessoal.

Ao Prof. Dr. Altamir Frederico Guidolin, pelos inúmeros conselhos, paciência, disponibilidade, ensinamentos transmitidos, pela amizade e convivência durante todo o curso.

Ao Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa pela disponibilidade, sugestões, pela amizade e pelos ensinamentos repassados.

Ao Prof. Dr. Adelar Mantovani pelas conversas, sugestões, críticas e pela amizade formada.

Ao melhorista Msc. Cláudio Natalino Nuss, pelo incentivo, apoio a realização do mestrado, seus ensinamentos para a formação de um profissional melhor.

A minha esposa Rosangela Martini Engelsing pelos sábios conselhos, companheirismo, pela paciência e principalmente pelo estímulo constante neste projeto e muitos outros.

A minha filha Ana Carolina pelos momentos de descontração e razão da busca de vitórias em minha vida.

Ao amigo Juliano Bertoldo, pelas sugestões, apoio, troca de informações e pela convivência durante a realização deste projeto.

Aos colegas de trabalho, Milton, Charles, Claitson, Muraro, Marcio, Ademir e Ronei pelo apoio, empenho e dedicação.

RESUMO

Através da análise dialélica avaliou-se a capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC), recíprocos, efeito materno e não-materno para resistência a *Cercospora zae-maydis*, com a utilização de cinco genitores (A, B, C, D e E). Estes foram cruzados e os vinte híbridos obtidos foram utilizados em experimentos conduzidos em três ambientes. Foram avaliados a severidade da cercosporiose (CP) no estágio fenológico R5, e o rendimento de grãos (RG) na colheita. Os dados foram submetidos à análise estatística conforme o método 3, modelo 2, proposto por Griffing (1956). No mesmo experimento avaliou-se a interação genótipos x ambientes estimando os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos vinte híbridos obtidos pelo dialelo, através do método de regressão linear proposto por Eberhart & Russel (1996). Os resultados revelaram diferenças significativas entre os fatores de tratamento (CGC, CEC, ambientes, híbridos e interação entre híbridos e ambientes). Para a variável cercosporiose, a CGC demonstrou que as melhores genitores foram D e E, diferentes das encontradas para o rendimento, A e B. A CEC indicou que os híbridos AxD, BxE, AxE e BxC, foram superiores, com destaque a AxD e BxC pois estimaram aumento no rendimento de grãos com aumento da resistência a cercosporiose. A maioria dos híbridos revelaram adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose. A utilização dos híbridos AxD, BxA, BxC e CxB dentro do programa de melhoramento da empresa deve ser continuada.

Palavras-chave: *Zea mays* L.. Análise Dialélica. Cercosporiose. Rendimento. Interação genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Through the diallel analysis the general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), reciprocal, maternal and not-maternal effect were evaluate for resistance the *Cercospora zae-maydis*, with the use of five parents (A, B, C, D and E). These were crossed and the twenty hybrid obtained were used in experiments conducted in three environments. The resistance to *Cercospora zae-maydis* had been evaluated using grain yield (kg ha^{-1}) in the harvest and the severity of gray leaf spot (GLS) at physiological maturation. The data had been submitted to statistical analysis in agreement with Griffing (1956), using the method 3, model 2. In the same experiment it was evaluated the genotype x environment interaction estimated the parameters adaptability and phenotypic stability of the twenty hybrid obtained by the diallel, through the method of linear regression like proposed by Eberhart & Russel (1996). The results revealed significant differences among the treatment factors (GCA, SCA, environments, hybrid and interaction between hybrid and environmets). For the variable gray leaf spot, GCA demonstrated that the best parents were D and E, different from the found for the yield A and B. The SCA indicated that the hybrids AxD, BxE, AxE and BxC, were better, with prominence AxD and BxC because estimated increase in the grain yield with increase of the resistance the gray leaf spot. The great majority of tested hybrids present a wide adaptability and a high phenotypic stability for the grain yield and GLS severity. The use of the hybrids AxD, BxA, BxC and CxB must go on in the plant breeding program.

Keywords: *Zea mays* L., Diallel analysis, Gray leaf spot, Yield, Interaction genotype x environmet.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho proposta pela Agrocere (1996).....23
- Figura 2 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos de milho avaliados em três ambientes quanto ao rendimento de grãos em sc.ha⁻¹48
- Figura 3 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos de milho avaliados em três ambientes quanto a resistência à cercosporiose51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Esquema ilustrativo do dialelo com cinco linhagens, Lages/SC, 2009	20
Tabela 2 – Descrição dos genitores utilizados. Lages/SC, 2009.....	20
Tabela 3 – Análise conjunta para cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG), nos ensaios conduzidos em três locais. Lages/SC,2009.....	24
Tabela 4 – Quadrados médios da capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação, recíprocos, efeito materno e não-materno, para cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) para os vinte híbridos avaliados em três ambientes. Lages/SC,2009.....	25
Tabela 5 – Médias das reações à <i>Cercospora zae-maydis</i> , avaliadas conforme escala de severidade da doença (Agrocères 1996) dos genótipos e seus recíprocos em três ambientes. Lages/SC,2009.....	28
Tabela 6 – Médias do rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dos genótipos e seus recíprocos, em três ambientes. Lages/SC,2009.....	29
Tabela 7 – Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (CGC), dos cinco genitores, para severidade de cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para os três locais. Lages/SC,2009.....	31
Tabela 8 – Estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação (CEC), dos vinte híbridos formados, para severidade de cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para os três locais. Lages/SC, 2009.....	33
Tabela 9 – Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e severidade de cercosporiose para vinte híbridos de milho avaliados em três locais. Lages/SC, 2009.....	41

Tabela 10 – Média geral e índice de ambiente para os caracteres rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e severidade de cercosporiose (notas) para os vinte híbridos de milho avaliados em três ambientes (A_1 , A_2 e A_3). Lages/SC, 2009.....42

Tabela 11 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{1i}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966) para o rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de vinte híbridos de milho avaliados em três ambientes. Lages/SC, 2009.....44

Tabela 12 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{1i}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966) para a severidade de cercosporiose de vinte híbridos avaliados em três ambientes. Lages/SC, 2009.....46

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1 CAPÍTULO I: CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM MILHO PARA RESISTÊNCIA A <i>Cercospora zae-maydis</i> (COMBINING ABILITY IN MAIZE FOR RESISTANCE THE <i>Cercospora zae-maydis</i>)	16
1.1 RESUMO.....	16
1.2 ABSTRACT.....	17
1.3 INTRODUÇÃO.....	17
1.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
1.4.1 Germoplasma e obtenção de híbridos.....	19
1.4.2 Delineamento experimental.....	21
1.4.3 Avaliações dos F ₁ 's e F ₁ 's recíprocos.....	21
1.4.3.1 Experimento 1: Água Doce/SC.....	21
1.4.3.2 Experimento 2: Iraí de Minas/MG.....	22
1.4.3.3 Experimento 3: Chapadão do Céu/GO.....	22
1.4.4. Avaliações de resistência a cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG)	22
1.4.5 Análises estatísticas.....	23
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
1 6 CONCLUSÕES.....	34
2 CAPÍTULO II: ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM MILHO: RENDIMENTO DE GRÃOS X SEVERIDADE DE CERCOSPORIOSE. (ADAPTABILITY AND STABILITY IN MAIZE: GRAIN YIELD VS GRAY LEAF SPOT SEVERITY)... ..	35
2.1 RESUMO.....	35
2.2 ABSTRACT.....	36

2.3 INTRODUÇÃO.....	36
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
2. 6 CONCLUSÕES.....	47
CONCLUSÃO GERAL.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal cultivado em grande parte do mundo. É extensivamente utilizado como alimento humano ou ração animal, devido as suas qualidades nutricionais. Vem sendo utilizado também na produção de biocombustível. O grão é a principal matéria-prima para obtenção de etanol nos Estados Unidos.

A cultura do milho é amplamente cultivada no território nacional. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) indicam que, anualmente cerca de 50 milhões de hectares de área cultivada, aproximadamente 30% (15 milhões de hectares) destinam-se a cultura do milho (1ª e 2ª safra).

A expansão das fronteiras agrícolas e a ampliação das épocas de cultivo do milho proporcionaram aumento na ocorrência da doença. A mancha de cercospora, ou cercosporiose, que foi relatada pela primeira vez no Brasil por Viégas & Krug em 1934, em Campinas, São Paulo (Viégas, 1945), citado por Reis et al. (2004), na safra 2000/01 ocorreu de forma epidêmica no Brasil central. A partir da safra 2005/06 a região Sul relata casos da doença com maior intensidade.

O fungo *Cercospora zea-maydis* Tehon & Daniels pertence à classe dos Deuteromycetes, Ordem Moniliales e Família Dematiacea (Agris, 1998). Brunelli (2004) estudou isolados deste fungo, coletados em campos de produção de milho das regiões Centro e Sul do Brasil, observou a existência de forma generalizada, de dois grupos genéticos do patógeno, grupos I e II. Estes grupos apresentam alta similaridade genética, sempre maior que

90%, o que pode ser decorrência da baixa capacidade de recombinação e ou mutação desses isolados (Brito, 2007).

A busca por híbridos ainda mais produtivos, resistentes as doenças, com capacidade de adaptação as diferentes condições de ambiente e de manejo, são fatores que consolidam cada vez mais a necessidade de combinações genotípicas superiores.

Uma das primeiras decisões a serem tomadas pelo melhorista deve ser a escolha dos genitores, e o método de análise dialélica é uma estratégia que permite a identificação precoce de híbridos capazes de produzir uma progênie superior (Barbieri et al., 2001). Os cruzamentos dialélicos têm sido largamente utilizados por melhoristas. Isso porque possibilitam a obtenção de informações com base no comportamento de um grupo de genitores e, principalmente, por considerar sua capacidade de combinação ao formarem híbridos. Entre as metodologias de escolha de genitores mais comumente utilizadas, cita-se a proposta de Griffing (1956). Este modelo fornece informações sobre a capacidade geral e específica de combinação dos genitores em cruzamentos artificiais. Neste, as somas dos quadrados de tratamentos são desdobradas em efeitos de capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e, dependendo do método, em efeitos recíprocos. A importância relativa das variâncias da CGC e de CEC estão relacionadas com os efeitos aditivos e não aditivos, respectivamente (Lorencetti et al., 2005).

A resistência genética é uma das medidas mais eficientes de controle da cercosporiose. Para tanto, o melhoramento de plantas pode auxiliar a obtenção de híbridos adaptados as diferentes condições de ambiente, reduzindo seu efeito e sua interação genótipo x ambiente. A identificação de genótipos, com maior estabilidade fenotípica, tem sido uma alternativa muito utilizada para atenuar os efeitos da interação genótipos com ambientes e tornar o processo de indicação de cultivares mais seguro.

A interação genótipo x ambiente apresenta fundamental importância para os programas de melhoramento, uma vez que, os melhoristas podem optar como estratégia, por exemplo, atenuar o efeito desta interação a partir de genótipos com ampla adaptabilidade.

1 CAPÍTULO I: CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM MILHO PARA RESISTÊNCIA A *Cercospora zea-maydis* (COMBINING ABILITY IN MAIZE FOR RESISTANCE THE *Cercospora zea-maydis*)

1.1 RESUMO

A resistência obtida pelo componente genético é um dos métodos mais eficientes de controle das doenças foliares da cultura do milho. Para avaliar a capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC), recíprocos, efeito materno e não-materno para resistência a *Cercospora zea-maydis*, cinco linhagens (A, B, C, D e E) foram cruzadas e os vinte híbridos obtidos foram utilizados em experimentos conduzidos em três ambientes. Foram avaliados a severidade da cercosporiose (CP) no estágio fenológico R5, e o rendimento de grãos (RG) na colheita. Os dados foram submetidos à análise estatística conforme o método 3 (híbridos e recíprocos, exceto os genitores), modelo 2, proposto por Griffing (1956). A análise dialélica demonstrou que ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre híbridos *versus* locais para as variáveis CP e RG. Para a variável cercosporiose, a CGC demonstrou que os melhores genitores foram D e E, diferentes das encontradas para o rendimento A e B. Na média dos locais as melhores combinações híbridas, conforme a CEC foram AxD, BxE, AxE e BxC, com estimativa de aumento nos rendimentos de grãos, devendo ser recomendado a continuação destes híbridos no programa de melhoramento da empresa.

Palavras-chave: *Zea mays* L., Análise Dialélica, Cercosporiose, Rendimento.

1.2 ABSTRACT

The resistance caused by genetic component is the most efficient method to control maize leaf diseases. The general combining ability (GCA), the specific combining ability (SCA), the reciprocal, the maternal and the not-maternal were evaluate for resistance to the *Cercospora zae-maydis* at twenty hybrids. The hybrids were originated from crosses of five parents (A, B, C, D and E). The experiment was conducted in three environments. The resistance to *Cercospora zae-maydis* had been evaluated using grain yield (RG) in the harvest and the severity of Gray leaf spot (GLS) at physiological maturation, using the scale proposed by Agrocere (1996). The data had been submitted to statistical analysis in agreement with Griffing (1956), using the method 3 (hybrid and reciprocal, except the genitors), model 2 (model of fixed effect). The diallel analysis demonstrated a significant interaction ($P < 0,05$) between hybrids versus places for GLS and RG. For the variable GLS, the GCA demonstrated that the best genitors had been D and E, different of that observed in grain yield (A and B). When considering SCA, the best hybrids combinations at place average were AxD, BxE, AxE and BxC, and should be recommended the maintenance of these hybrid in company breeding program.

Keywords: *Zea mays* L., Diallel Analysis, Gray Leaf Spot, Yield.

1.3 INTRODUÇÃO

O dano causado por doenças na cultura do milho (*Zea mays* L.) vem aumentando no Brasil em virtude do aumento na amplitude da data de semeadura, conjugado com o uso de áreas irrigadas e de plantio direto com monocultura (Reis et al., 2004). Entre estas doenças a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora zae-maydis* Tehon & E.Y. Daniels é

atualmente uma das principais doenças que causam reduções significativas no rendimento da cultura do milho (Reis et al., 2004). A severidade da doença se deve ao fato de o patógeno colonizar grande parte do tecido foliar, conseqüentemente diminuindo a área foliar e levando a senescência precoce e com reflexo direto na diminuição da produtividade de grãos. Munkvold et al. (2001), relatam prejuízos de US\$ 100 milhões no estado de Iowa e 11 a 69% de redução no rendimento de grãos nos USA e África do Sul. Outros estudos demonstram reduções médias de aproximadamente 20% nos USA (Huff et al., 1988; Elwinger et al., 1990; Donahue et al., 1991). A cercosporiose (CP) tem potencial para reduzir a produção de milho brasileira, influenciando a alimentação humana e animal.

O milho é cultivado principalmente em pequenas propriedades, em estados como Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Neste sentido, a resistência obtida pelo componente genético é uma das formas mais eficientes de controle de doenças foliares na cultura do milho. Em um programa de melhoramento visando resistência genética a doenças devem ser determinados os parâmetros genéticos que governam esta resistência. Para tanto podem ser realizados cruzamentos com linhagens de grupos heteróticos distintos, de forma que seja maximizada a divergência genética entre eles.

Estudos têm concluído que a ação gênica aditiva tem predominância sobre a não-aditiva (Cromley et al., 2002; Menkir & Ayodele, 2005) e em vários casos a capacidade geral de combinação (CGC) foi responsável por 100% da resistência a CP (Thompson et al., 1987; Ulrich et al., 1990). Neste sentido que a CGC permite determinar a contribuição de cada genitor, bem como, identificar as melhores combinações híbridas, pela capacidade específica de combinação (CEC). A escolha dos genitores com base em caracteres desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênies com alto potencial genético. O sucesso de um programa de melhoramento genético ocorre em função da escolha dos genitores divergentes e produtivos, que quando cruzados, formam híbridos promissores.

Existem vários métodos empregados para a análise e interpretação de cruzamento dialélico (Cruz & Regazzi, 1997). Com base nestas diferenças técnicas e peculiaridades cada pesquisador escolhe o melhor método a ser utilizado, em função dos objetivos a serem alcançados. Um exemplo, dentre os principais métodos, pode ser destacado o de Griffing (1956) que fornece dados sobre a capacidade geral e específica de combinação dos genitores em cruzamentos artificiais. Neste método as somas dos quadrados de tratamentos são desdobradas em efeito da CGC, CEC e dependendo do método em efeitos recíprocos.

A correta interpretação da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) relacionada com os efeitos aditivos e não aditivos pode viabilizar o sucesso do melhoramento genético realizado pelo pesquisador.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), por meio do cruzamento dialélico e seus recíprocos com a finalidade de fornecer informações genéticas sobre a sanidade e sua interferência no componente de rendimento de grãos na cultura de milho.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

1.4.1 Germoplasma e obtenção de híbridos

Para a análise dialélica, cinco linhagens foram cruzadas entre si. Denominados de genitores A, B, C, D e E (Tabela 1). A partir destes cruzamentos obteve-se vinte híbridos simples, sendo 10 híbridos F_1 's e 10 híbridos F_1 's recíprocos. A seleção dos genitores avaliados foi em função do conhecimento prévio do nível de resistência e de seu potencial produtivo (Tabela 2). As linhagens foram obtidas por meio de autofecundações (S_7).

Tabela 1- Esquema ilustrativo do dialelo com cinco linhagens. Lages/SC 2009.

GENITORES	A	B	C	D	E
A		AB	AC	AD	AE
B	BA		BC	BD	BE
C	CA	CB		CD	CE
D	DA	DB	DC		DE
E	EA	EB	EC	ED	

Tabela 2 - Descrição dos genitores utilizados. Lages/SC, 2009.

Linhagem	Ciclo	Grão	Reação para cercosporiose	Estatura
“A”	Precoce	Semi-dentado	Moderadamente Resistente	Alta
“B”	Precoce	Dentado	Moderadamente Suscetível	Média
“C”	Precoce	Semi-dentado	Moderadamente Resistente	Média
“D”	Precoce	Semi-dentado	Moderadamente Resistente	Baixa
“E”	Precoce	Semi-dentado	Moderadamente Resistente	Média

O campo de cruzamento para obtenção das sementes foi conduzido na estação experimental da empresa Agroeste Sementes S.A, no município de Campo Verde/MT, nos meses de março a julho de 2007. Foram semeados 15 metros lineares de cada genitor, obedecendo ao espaçamento de 0,65 metros entre linhas e população de 60.000 plantas.ha⁻¹. O mesmo procedimento foi repetido numa segunda época, 15 dias após a primeira semeadura. Os genitores foram pré-selecionados na safra verão de 2006/07 de acordo com o nível de

resistência observado. Os genitores A, C, D e E foram classificadas como moderadamente resistentes, B como moderadamente suscetível, de acordo com a severidade de cercosporiose.

No período de florescimento foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre os genitores, onde se obteve, após maturação, os híbridos F_1 's e F_1 's recíprocos.

1.4.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com três repetições por tratamento. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras (linhas) de cinco metros de comprimento, sendo as duas fileiras centrais consideradas como úteis. Utilizou-se o espaçamento de 0,65 m entre fileiras para os diferentes ambientes. A população de plantas final estabelecida em 60.000 plantas.ha⁻¹ nos três locais, após realização do desbaste. Em todos os locais ocorreu a semeadura das áreas com sistema de plantio direto em monocultura.

1.4.3 Avaliações dos F_1 's e F_1 's recíprocos

1.4.3.1 Experimento 1: Água Doce/SC

O ensaio foi implantado em 26/09/2007, área situada a 1.260 metros de altitude, a 26°47'8" de latitude sul e 51°34'32" de longitude oeste. O clima da região é considerado mesotérmico, classificado segundo Köppen-Geiger como Cfb, com verão brando e chuvas bem distribuídas durante o ano, com média anual em torno de 1.500 mm. Apresenta ainda temperatura média anual próxima de 15°C.

1.4.3.2 Experimento 2: Iraí de Minas/MG

A semeadura do segundo experimento foi realizado em 27/10/2007. A área apresentava 1.015 metros de altitude, com 18°58'17" de latitude sul e 47°33'52" de longitude oeste. O clima da região é considerado tropical de altitude, Cwa de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Apresenta uma temperatura média anual em torno de 19 a 21°C, com precipitações pluviométricas anuais em torno de 1.500 mm, concentrando as chuvas no período de setembro a maio.

1.4.3.3 Experimento 3: Chapadão do Céu/GO

O último experimento foi conduzido numa área com altitude de 815 metros, a 18°26'39" de latitude sul e 52°31'51" de longitude oeste. O experimento foi implantado na data de 21/11/2007. Köppen-Geiger classifica a região como Aw, tropical úmido com chuvas no verão, aproximadamente 2.000 mm, e seca no inverno. Apresenta uma temperatura média anual variando entre 21 e 23°C.

1.4.4. Avaliações de severidade da cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG)

Para avaliação da doença, foi utilizada a escala diagramática de severidade (Figura 1), obtidas com o auxílio da escala proposta pela Agrocerec (1996). As notas desta escala variam de 1 a 9, sendo que 1 = 0% de doença, 2 = 0,5% de área lesionada, 3 = 10%, 4 = 30%, 5 = 50%, 6 = 70%, 7 = 80%, 8 = 90% e 9 = 100% de área lesionada, considerando a severidade média da doença em todas as plantas da parcela. A avaliação foi realizada no estágio

fenológico R5, característica de grão farináceo duro (Ritchie et al., 1993), sendo realizadas pelo mesmo avaliador nos diferentes locais.

Para a variável rendimento de grãos, foi realizada a colheita das espigas da área útil de cada parcela, debulhadas e os grãos pesados e ajustado seu peso para umidade de 13%. Com o peso da parcela foi estimado rendimento de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

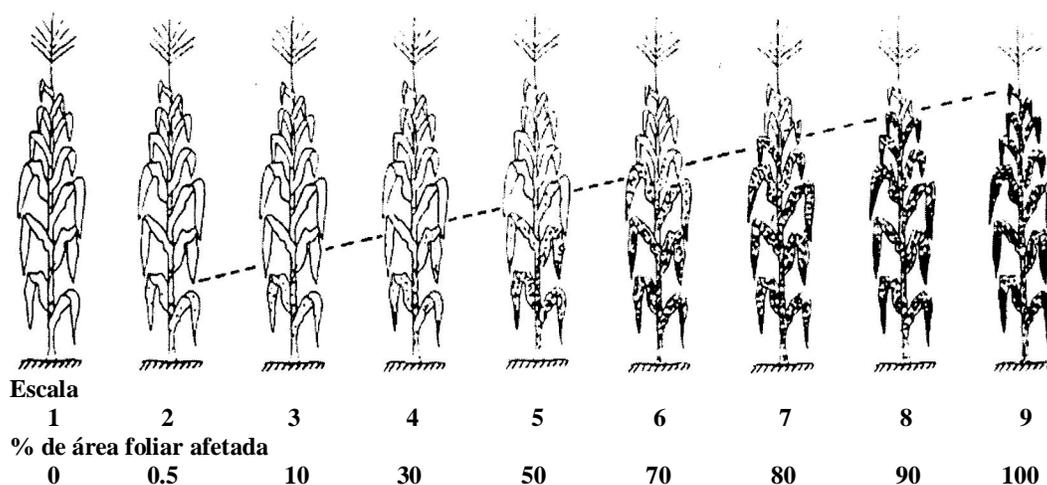


Figura 1 - Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho proposta pela Agroceres (1996).

1.4.5 Análises estatísticas

Foi realizada a análise estatística conjunta, dos três experimentos, através do cruzamento dialélico proposto por Griffing (1956), conforme o método 3 (híbridos e recíprocos, exceto os genitores), modelo 2 (modelo de efeitos fixos), para severidade da cercosporiose, com dados transformados por $\sqrt{(x + 3/8)}$ e rendimento de grãos da cultura do milho. Os parâmetros genéticos estimados foram: 1) capacidade geral de combinação (CGC); 2) capacidade específica de combinação (CEC); 3) efeito materno (efeito recíproco geral); 4) não-materno (efeito recíproco específico).

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio da análise de variância conjunta (Tabela 3) evidenciam um efeito significativo ($P < 0,05$) para o fator local e para interação híbridos *versus* locais tanto para CP quanto para RG. Isto indica que cada ambiente deve ser analisado separadamente. Desta maneira foi desdobrada a soma dos quadrados de tratamentos em CGC e CEC, recíprocos, efeito materno e não-materno, conforme o método 3, modelo 2 de Griffing (1956), dentro de local.

Tabela 3 – Análise conjunta para cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG), nos ensaios conduzidos em três locais. Lages/SC,2009.

FV	GL	Quadrado Médio	
		CP	RG
Repetições	6	0,64	506,12
Locais	2	*49,24	*49423,28
Híbridos	19	*6,01	*2238,94
Híbridos*locais	38	*1,12	*576,38
Resíduo	115	0,33	329,75

* significativo a 5% pelo teste *F*.

Foram constatados efeitos significativos ($P < 0,05$) para híbridos e capacidade geral de combinação (CGC), para os três ambientes e as duas variáveis, cercosporiose e rendimento de grãos, conforme Tabela 4. A capacidade específica de combinação (CEC) apresentou significativa variação ($P < 0,05$) para as duas variáveis e locais, exceto para o local Iraí de Minas. Essa significância para ambas as capacidades de combinação concordam com os

resultados obtidos por Parentoni et al. (1991), que ressaltam a existência de variabilidade tanto para efeitos gênicos aditivos (CGC) como não-aditivos (CEC).

O efeito recíproco e os efeitos materno e não-materno, não apresentaram significância. Derera et al. (2008), comparando grupos de genitores resistentes *versus* suscetíveis à cercosporiose não encontraram evidências sobre o efeito materno. Neste trabalho não se encontrou significância para o efeito materno, pois provavelmente não tenha ocorrido uma influência significativa dos genes citoplasmáticos. Silva et al. (2001), e Pegoraro et al. (2002), avaliando ferrugem polissora e mancha branca, respectivamente, na cultura do milho, também não relataram contribuição do efeito materno.

Tabela 4 – Quadrados médios da capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação, recíprocos, efeito materno e não-materno, para cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) para os vinte híbridos avaliados em três ambientes. Lages/SC,2009.

FV	GL	Locais					
		Água Doce		Iraí de Minas		Chapadão do Céu	
		CP	RG	CP	RG	CP	RG
Repetições	2	0,45	1110,10	*1,12	325,35	0,35	82,92
Genótipos	19	*4,78	*1754,20	*1,30	*1213,99	*2,16	*423,5
CGC	4	*19,62	*4999,18	*5,03	*4497,34	*8,46	*1139,55
CEC	5	*1,57	*1790,70	0,31	336,36	*1,13	*376,52
Recíprocos	10	0,45	437,97	0,30	339,47	0,15	160,57
Materno	4	0,67	499,67	0,12	137,06	0,02	206,31
Não-materno	6	0,31	396,83	0,42	474,42	0,24	130,07
Erro	38	0,45	617,67	0,33	225,85	0,21	145,72
CV (%)		16,98	13,18	24,51	11,01	11,89	8,52

* significativo a 5% pelo teste *F*.

Os cruzamentos dialélicos proposto por Griffing (1956) são baseados nos conceitos da capacidade geral de combinação e específica estabelecida por Sprague & Tatum (1942). Estes autores definiram a capacidade geral de combinação (CGC) como o desempenho médio de uma linhagem em combinações híbridas e capacidade específica de combinação (CEC) como o desempenho da combinação híbrida que são melhores ou inferiores comparadas ao desempenho médio das linhagens envolvidas. Também, interpretaram a CGC como uma indicação dos genes que têm efeitos aditivos significativos e CEC como indícios dos genes de dominância e efeitos epistáticos.

A significância para a CGC e a CEC indica a existência de variabilidade entre os efeitos da CGC, associados a efeitos gênicos aditivos, e entre os efeitos da CEC, associados aos não-aditivos. Os efeitos de CGC foram mais importantes que CEC nesse conjunto de genitores, julgando pelos valores de seus quadrados médios. Fato importante a ser observado está relacionado com a magnitude dos quadrados médios de CGC e CEC, evidenciando que para os caracteres analisados a CGC foi superior a CEC enfatizando, assim, a grande contribuição da ação gênica aditiva no controle dos caracteres estudados. Estes resultados concordam com os encontrados por Derera et al. (2008), onde concluíram que para a cercosporiose e rendimento de grãos a soma de quadrados da CGC foi de 86 e 74% respectivamente superior a CEC destes caracteres.

Desta forma, efeitos genéticos aditivos são mais importantes como fonte de variação para resistência a cercosporiose e rendimento de grãos (Tabela 4). Outros autores, também têm relatado predominância da CGC em relação à CEC para rendimento de grãos (Beck et al., 1990; Gama et al., 1995; Aguiar et al., 2003).

A variabilidade da CGC permite inferir que os genitores contribuíram diferentemente nos cruzamentos envolvidos. Silva et al. (2001), estudando a resistência à *Puccinia polysora* em milho definiram CGC sendo mais importante que a CEC, o que confirma os dados

encontrados e sugere que os efeitos gênicos aditivos provavelmente sejam mais importantes como fonte de variação também para *Cercospora zae-maydis*.

Os dados inseridos nas Tabelas 5 e 6 mostram o valor médio dos caracteres analisados, em três ambientes, para os caracteres cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG), respectivamente. Os dados referentes às médias propiciam a visualização dos resultados, permitindo a utilização conjunta com os dados da análise dialélica para discussão e melhor entendimento. De acordo com Miranda et al. (1998), os genitores que apresentarem as mais elevadas CGC devem ser preferidos para fazerem parte das combinações híbridas, favorecendo a seleção de linhagens homozigotas em espécies autógamas. Para Cruz & Regazzi (1997), valores elevados para CGC, positivos ou negativos, revelam que o genitor é muito superior ou inferior, respectivamente, aos demais genitores do dialélico.

Na Tabela 5 estão inseridas as médias para o caráter CP, onde pode ser observado que para o ambiente Água Doce, quando o genitor D é cruzado com os demais genitores, todas as combinações híbridas ficam com notas de severidade abaixo da média geral, exceto quando cruzado com o genitor A. Em Iraí de Minas, somente os híbridos CxD, CxE, DxB, DxC e ExD obtiveram severidade inferior a média geral. A média dos híbridos CxD, CxE, DxE e seus recíprocos foram inferiores à média geral na localidade de Chapadão do Céu. Estes dados sugerem que o genitor D, de uma maneira geral, quando combinado com os demais genitores constituem progênes superiores para o caráter avaliado, exceto quando combinado com o genitor A. Desta forma pode ser percebido que o genitor A, reduz a resistência das plantas a doença, na média dos três locais. Isto significa dizer, que em todos os cruzamentos avaliados onde o genitor D participa, o híbrido formado possui características de resistência a cercosporiose, exceto para BxD e DxE em Iraí de Minas e BxD e DxB em Chapadão do Céu, que obtiveram valores acima da média geral (Tabela 5). O fato de resistência a doença demonstrada pelas estimativas dos efeitos da CGC para o genitor D é relevante em termos de

programas de melhoramento; porém, deve ser salientado que esta característica deve estar aliada a seleção de progênies superiores também para o caráter RG.

Tabela 5 – Médias das reações à *Cercospora zae-maydis*, avaliadas conforme escala de severidade da doença (Agrocères 1996) dos genótipos e seus recíprocos em três ambientes. Lages/SC,2009.

LOCAL	Genitores				
	A	B	C	D	E
Água Doce					
A	-	5,33	5,00	4,33	4,67
B	5,33	-	4,33	3,00	5,00
C	5,33	3,67	-	2,33	5,00
D	4,00	2,00	2,00	-	2,00
E	5,00	4,67	4,00	2,00	-
Média geral					3,95
Iraí de Minas					
A	-	4,00	2,67	2,33	2,67
B	3,33	-	2,33	2,00	2,33
C	2,67	3,00	-	1,67	1,67
D	2,33	1,67	1,33	-	2,00
E	2,67	2,33	2,33	1,33	-
Média geral					1,90
Chapadão do Céu					
A	-	4,33	5,33	4,00	4,00
B	5,00	-	4,00	4,33	3,67
C	5,00	4,33	-	3,33	3,33
D	4,00	4,00	3,33	-	2,00
E	3,67	4,00	3,33	2,00	-
Média geral					3,85

Tabela 6 – Médias do rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dos genótipos e seus recíprocos, em três ambientes. Lages/SC,2009.

LOCAL	Genitores				
	A	B	C	D	E
Água Doce					
A	-	12.342	10.892	12.900	10.870
B	13.264	-	12.222	11.812	11.844
C	11.976	12.790	-	10.612	9.732
D	13.024	12.166	10.938	-	8.514
E	11.030	12.776	10.486	8.092	-
Média geral					11.414
Iraí de Minas					
A	-	8.784	8.892	8.288	8.866
B	10.578	-	9.936	6.862	8.910
C	9.014	8.792	-	7.912	7.946
D	7.356	7.698	7.046	-	6.350
E	8.510	9.192	7.150	5.672	-
Média geral					8.188
Chapadão do Céu					
A	-	8.910	8.534	7.988	8.542
B	9.546	-	9.480	9.184	7.860
C	8.226	9.798	-	7.916	8.216
D	8.870	8.520	7.552	-	7.030
E	9.204	8.516	8.058	8.036	-
Média geral					8.499

Analisando os dados contidos na Tabela 6, podem ser visualizadas as médias de rendimento de grãos (RG) dos genótipos e a média geral de cada local. As combinações híbridas CxD, CxE, DxE e seus respectivos recíprocos aparecem nos três ambientes com rendimento de grãos inferiores à média geral de cada local. Ainda, em Água Doce, os híbridos AxE, ExA, AxC e BxC também obtiveram médias abaixo da média geral. Em Iraí de Minas, as médias de rendimento de grãos dos híbridos DxA, BxD e seu recíproco foram inferiores a média geral deste local. E na localidade de Chapadão do Céu, além dos genótipos citados anteriormente, BxE, AxC e CxA, mostraram-se inferiores a média geral. Estes resultados indicam que em geral as estimativas dos efeitos da CGC nos genitores C, D e E quando utilizados em cruzamentos poderão implicar na redução do caráter RG, fato altamente indesejado para o melhoramento da cultura do milho.

Na Tabela 7, estão demonstrados os cinco genitores avaliados, por meio da estimativa dos efeitos da CGC. Os genitores A e B foram os que mais contribuíram para o aumento do rendimento de grãos. O genitor A obteve aumento de 964 kg.ha^{-1} em Água Doce, 798 kg.ha^{-1} na localidade de Iraí de Minas. Por outro lado o genitor B também alcançou aumento no rendimento de grãos nos três ambientes, 1.117 kg.ha^{-1} , 874 kg.ha^{-1} e 637 kg.ha^{-1} , em Água Doce, Iraí de Minas e Chapadão do Céu, respectivamente. Os genitores A e B demonstraram que mesmo com o aumento da severidade da doença (Tabela 7), onde os genitores supracitados aumentaram respectivamente as notas da doença em 1,23 e 0,29 em Água Doce, 0,67 e 0,39 em Iraí de Minas e em Chapadão do Céu 0,76 e 0,48, alcançaram rendimento de grãos superiores aos demais genitores em todos os ambientes. O genitor C apresentou resultados de CP e RG estáveis, exceto em Chapadão do Céu onde se verificou aumento de 0,20 na nota de severidade de cercosporiose. Esta característica descrita por Cruz & Regazzi (1997) onde, estimativas baixas para a CGC de certo genitor, indicam que o mesmo não difere da média geral do dialélico.

Tabela 7 – Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (CGC), dos cinco genitores, para severidade de cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) em kg.ha⁻¹ para os três locais. Lages/SC,2009.

Genitores	Água Doce		Iraí de Minas		Chapadão do Céu	
	CP	RG	CP	RG	CP	RG
A	*1,23	*964,2	*0,67	*798,0	*0,76	304,2
B	*0,29	*1117,2	*0,39	*874,8	*0,48	*637,2
C	0,01	-477,6	-0,17	197,4	*0,20	-35,4
D	*-1,66	-415,2	*-0,67	*-1386,0	*-0,63	*-483,6
E	-0,12	*-1194,6	-0,22	*-484,2	*-0,80	*-422,4

* significativo a 5% pelo teste *F*.

Já para o caráter CP, a estimativa do efeito da CGC do genitor D demonstra ocorrer aumento na resistência da planta a cercosporiose em Água Doce (1,66), Iraí de Minas (0,67) e Chapadão do Céu (0,63). Porém este mesmo genitor reduziu o RG em 1.386 e 484 kg.ha⁻¹ respectivamente, em Iraí de Minas e Chapadão do Céu. Todavia, o genitor E apresentou redução na severidade da doença de 0,80 somente em Chapadão do Céu, com decréscimos no rendimento de grãos em Água Doce (1.195 kg.ha⁻¹), Iraí de Minas (484 kg.ha⁻¹) e Chapadão do Céu (422 kg.ha⁻¹), conforme tabela 7.

Neste estudo, os genitores com maior grau de resistência à cercosporiose (D e E), conforme a CGC, foram também os que obtiveram os menores rendimentos de grãos. Resultados similares foram descritos por Buiate et al. (2007), em avaliação de doenças em grãos de diferentes híbridos, onde o híbrido com maior resistência foi o mesmo que obteve os menores rendimentos nos locais avaliados.

Para o sucesso de um programa de melhoramento na cultura do milho devem ser encontrados genitores divergentes e altamente produtivos, associado à resistência aos patógenos que provocam redução no rendimento de grãos.

A análise dialélica permite escolher os híbridos de maior capacidade específica de combinação (CEC) no qual uma das linhagens genitoras apresenta a maior capacidade geral de combinação (CGC). A estimativa da CEC indica as melhores combinações híbridas a serem utilizadas, porém, não evidenciam se o comportamento do híbrido é em função do genitor fêmea ou macho. Para tal inferência, utiliza-se as estimativas dos efeitos recíprocos, que neste caso não foram significativos e ainda avalia-se os efeitos da CGC dos genitores, para a escolha dos melhores híbridos.

Para a variável CP as melhores combinações híbridas foram AxE e DxE, que aumentaram a resistência à cercosporiose em 0,47 e 0,42 respectivamente, em Água Doce. Ainda, os híbridos AxD, BxE e CxE respectivamente, estimaram aumento da severidade da ocorrência da doença em 0,64, 0,47 e 0,42. Em Chapadão do Céu as melhores combinações híbridas foram AxB, DxE e BxC com respectivas estimativas negativas da CEC (redução da doença) de -0,42, -0,42 e -0,36. No entanto, três híbridos demonstraram aumento no caráter CP. O híbrido BxD, com 0,47 de acréscimo na severidade da doença, AxC com 0,36 e BxE com 0,31 (Tabela 8).

Para o caráter RG houve diferença significativa entre os híbridos avaliados. Os híbridos AxD e BxE obtiveram em Água Doce incremento no rendimento de grãos com estimativas de 1.093 e 1.073 kg.ha⁻¹ respectivamente. Todavia, a CEC estimada para o híbrido CxB foi de redução no RG em 1.284 kg.ha⁻¹. Em Chapadão do Céu, o RG foi reduzido em 526 kg.ha⁻¹ para BxE, porém AxE e BxC obtiveram aumento no rendimento de grãos na ordem de 491 e 539 kg.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8 – Estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação, dos vinte híbridos formados, para severidade de cercosporiose (CP) e rendimento de grãos (RG) em kg.ha⁻¹ para os três locais. Lages/SC, 2009.

Genótipos	Água Doce		Iraí de Minas		Chapadão do Céu	
	CP	RG	CP	RG	CP	RG
AxB	-0,14	-592,8	0,28	-178,8	*-0,42	-211,8
AxC	-0,03	-366,6	-0,17	-230,4	*0,36	-388,2
AxD	*0,64	*1093,2	0,00	222,6	0,03	108,6
AxE	*-0,47	-133,2	-0,11	186,6	0,03	*491,4
BxA	0,00	-462,0	0,33	*-895,8	-0,33	-316,8
BxC	-0,25	-447,6	0,11	102,6	*-0,36	*539,4
BxD	-0,08	-33,0	-0,22	-396,6	*0,47	198,6
BxE	*0,47	*1073,4	-0,17	472,8	*0,31	*-526,2
CxA	-0,17	-541,8	0,00	-61,2	0,17	154,2
CxB	0,33	*-1284,0	-0,33	571,2	-0,17	-157,8
CxD	-0,14	347,4	0,00	480,0	-0,08	-246,6
CxE	*0,42	466,8	0,06	-352,8	0,08	95,4
DxA	0,17	-61,8	0,00	466,2	0,00	-441,0
DxB	0,50	-177,0	0,17	-418,2	0,17	331,8
DxC	0,17	-163,2	0,17	433,2	0,00	181,8
DxE	*-0,42	-60,6	0,22	-306,0	*-0,42	-60,6
ExA	-0,17	-79,8	0,00	178,2	0,17	-331,2
ExB	0,17	-466,2	0,00	-141,0	-0,17	-328,2
ExC	0,50	-376,8	-0,33	397,8	0,00	79,2
ExD	0,00	211,2	0,33	339,0	0,00	-502,8

* significativo a 5% pelo teste *F*.

Para o local Iraí de Minas, não houve diferenças significativas quanto a CP e RG, exceto para o híbrido BxA, que obteve um decréscimo significativo de 896 kg.ha⁻¹, para o caráter rendimento de grãos.

A partir dos resultados, as melhores combinações de híbridos foram AxD e BxE, no local Água Doce e os híbridos BxC e AxE em Chapadão do Céu pois elevaram o RG. Fato esse que mesmo com o aumento da severidade da cercosporiose em Água Doce para os híbridos AxD e BxE deve ser levado em consideração, pois o caráter rendimento de grãos em um programa de melhoramento de milho é fator decisivo para a continuação no programa de pesquisa.

1. 6 CONCLUSÕES

A análise dialélica demonstrou que os efeitos da CGC foram mais importantes que a CEC nesse conjunto de genitores, demonstrando a importância da ação gênica aditiva para os caracteres avaliados.

A CGC indicou que os genitores A e B são os mais promissores para o aumento do rendimento de grãos e o genitor D para o aumento da resistência à cercosporiose.

A CEC indicou que dentre a CGC as melhores combinações híbridas foram AxD, BxE, AxE e BxC, com destaque aos híbridos AxD e BxC que estimaram aumento no rendimento de grãos com aumento da resistência a cercosporiose.

Os híbridos AxB e BxA devem ser novamente avaliados, pois apresentaram maiores médias de rendimento de grãos.

O modelo dialélico utilizado é uma metodologia viável para utilização em programas de melhoramento, visto que obteve-se híbridos promissores a partir deste conjunto de genitores.

**2 CAPÍTULO II: ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM MILHO:
RENDIMENTO DE GRÃOS X SEVERIDADE DE CERCOSPORIOSE.
(ADAPTABILITY AND STABILITY IN MAIZE: GRAIN YIELD VS GRAY LEAF
SPOT SEVERITY)**

2.1 RESUMO

A adaptabilidade e a estabilidade da produção de grãos de milho às variações ambientais são características importantes no processo de recomendação de genótipos para a semeadura em determinado ambiente. Três ensaios em diferentes locais foram instalados objetivando estimar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de milho. Para tanto, foram estimados os parâmetros supracitados para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose a partir de vinte híbridos de milho obtidos pelo cruzamento de cinco genitores (S_7) denominados A, B, C, D e E da empresa Agroeste Sementes S.A. Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica foram estimados pelo método de regressão linear proposto por Eberhart & Russel (1996). Os resultados revelaram diferenças significativas entre os fatores de tratamento (ambientes, híbridos e interação entre híbridos e ambientes). A maioria dos híbridos testados revelaram adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose. A utilização dos genótipos 5, 6 e 10 (BxA, BxC e CxB, respectivamente) dentro do programa de melhoramento da empresa deve ser continuada, em função da necessidade de novos ensaios em ambientes com índices favoráveis.

Palavras-chaves: *Zea mays* L.; interação genótipo x ambiente; *Cercospora zeae-maydis*, Rendimento.

2.2 ABSTRACT

The environmental adaptability and the stability of corn grain yield are used in genotype recommendation. This work aim to estimate the adaptability and the stability parameters of corn genotypes, using three places. This parameters were estimated for the characters grain yield (kg ha^{-1}) and Gray Leaf Spot (GLS) severity. Were used twenty corn hybrid from crossing five parents (S7) denominated A, B, C, D and E of Agroeste Sementes S.A. The adaptability and the stability parameters were estimated by linear regression like proposed by Eberhart & Russel (1996). The results present a significant difference among the treatment factors (environment, hybrid and interaction between hybrid and environment). The great majority of tested hybrids present a wide adaptability and a high phenotypic stability for the grain yield and GLS severity. The evaluation of genotypes 5, 6 and 10 (BxA, BxC and CxB, respectively) must go on in the plant breeding program.

Key words: *Zea mays* L.; genotype x environment interaction; *Cercospora zeae-maydis*, Yield.

2.3 INTRODUÇÃO

A cultura de milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes do Brasil, sendo produzida em quase todo o território nacional. Considerando a extensão territorial do Brasil, o cultivo do milho é realizado em uma ampla diversidade de ambientes. A interação cultivares x ambientes nessa ampla região, com diferentes condições ambientais, assume papel preponderante no processo de recomendação de híbridos, sendo necessário minimizar o seu efeito, por meio da seleção de híbridos com maior estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993). A recomendação para essa ampla região, com base nas médias de produtividades

alcançadas pode ser incerta, em razão de não atender a situações particulares, ou seja, corre-se o risco de recomendar híbridos que mostraram baixa produtividade em determinados ambientes (Carvalho et al., 2000).

Devido à diversidade de ambientes de cultivo, muitas vezes o efeito da interação entre genótipos e ambientes (GxA) é altamente significativo. O efeito desta interação GxA é fundamental para os programas de melhoramento, uma vez que, os melhoristas podem optar como estratégia, por exemplo, atenuar este efeito a partir de genótipos com ampla adaptabilidade ou recomendar genótipos específicos a determinados ambientes. Entretanto, a interação GxA traz aos melhoristas dificuldades na identificação de genótipos superiores, seja por ocasião da seleção, seja no momento da indicação de cultivares (Cargnelutti Filho et al., 2007) e dificulta a identificação de genótipos com adaptação a uma ampla região geográfica (Coimbra et al., 2006).

Apesar do esforço das instituições públicas e privadas na área de melhoramento de milho no Brasil, tanto para doenças da cultura, quanto para o aumento na produtividade de grãos, o melhoramento do milho enfrenta vários problemas. Sendo que, um destes, está nos ensaios de competição, onde os ensaios são realizados em vários ambientes, porém muitas vezes, há grande efeito da interação GxA, o que pode dificultar a recomendação de novos genótipos, de modo que, muitos genótipos não apresentam o mesmo comportamento em diferentes ambientes, devido à interação genótipo x ambientes (Coimbra et al., 2006). Ainda, a cercosporiose, cujo agente etiológico é *Cercospora zea-maydis* Tehon & E.Y. Daniels é, atualmente, uma das principais doenças da cultura do milho em vários países, sendo que o maior impacto da doença na cultura, se deve ao fato do patógeno colonizar grande parte do tecido foliar, diminuindo a área fotossintetizante, levando à senescência precoce e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos (Brito et al., 2007).

Entre as metodologias para estimar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica, as que empregam regressão linear são as mais utilizadas (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966). Inicialmente, a proposta foi de se utilizar apenas um segmento de reta. Contudo, foi levantada a hipótese de se identificar genótipos com performance desejável nos ambientes considerados desfavoráveis e favoráveis. Para isso é necessário o emprego de dois segmentos de reta (Verma et al., 1978), ou seja, método que utiliza dupla análise de regressão linear (modelo bisegmentado), em que em cada uma utiliza-se um modelo semelhante ao de Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russell (1966).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de milho avaliados em três locais, no intuito de fornecer dados ao departamento de pesquisa da empresa.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento consistiu de duas etapas: *i*) obtenção dos híbridos simples e; *ii*) ensaios de avaliação.

O experimento para obtenção de híbridos simples foi conduzido no campo de cruzamentos da estação experimental da empresa Agroeste Sementes S.A, no município de Campo Verde/MT, nos meses de março a julho de 2007. Foram semeados 15 metros lineares de cada linhagem, obedecendo ao espaçamento 0,65 metros entre linhas, com população de 60.000 plantas.ha⁻¹. O mesmo procedimento foi repetido numa segunda época, 15 dias após a primeira semeadura.

Os genitores foram pré-selecionados na safra verão de 2006/07 de acordo com o nível de resistência observado. A escolha destes genitores se deu em função do conhecimento do

nível de resistência destes a doença e seu potencial produtivo. A partir destes cruzamentos obteve-se vinte híbridos simples, sendo 10 híbridos F_1 's e 10 híbridos F_1 's recíprocos.

No período de florescimento foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre os genitores, onde se obteve, após maturação, as gerações F_1 's e F_1 's recíprocos necessárias para a semeadura das áreas, visando a avaliação quanto ao grau de resistência a cercosporiose.

A partir dos híbridos obtidos, foram conduzidos três ensaios em diferentes locais. Em todos os ambientes ocorreu a semeadura das áreas com sistema de plantio direto em monocultura. Sendo que, os locais foram: *i*) município de Água Doce/SC (ambiente 1 - A_1), semeadura em 26/09/07, situado a 1.260 metros de altitude, a $26^{\circ}47'8''$ de latitude sul e $51^{\circ}34'32''$ de longitude oeste, com um clima considerado mesotérmico, classificado segundo Koppen-Geiger como Cfb, com verão brando e chuvas bem distribuídas durante o ano, com média anual em torno de 1.500 mm, apresentando uma temperatura média anual próximos de 15°C ; *ii*) município de Iraí de Minas/MG (ambiente 2 - A_2), semeadura em 27/10/07, localizado a 1.015 metros de altitude, a $18^{\circ}58'17''$ de latitude sul e $47^{\circ}33'52''$ de longitude oeste. O clima da região é considerado tropical de altitude, Cwa de acordo com a classificação de Koppen-Geiger. Apresenta uma temperatura média anual em torno de 19 a 21°C , com precipitações pluviométricas anuais em torno de 1.500 mm, concentrando as chuvas no período de setembro a maio e; *iii*) município de Chapadão do Céu/GO (ambiente 3 - A_3), semeadura em 21/11/07, localizado a 815 metros de altitude, $18^{\circ}26'39''$ de latitude sul e $52^{\circ}31'51''$ de longitude oeste, Koppen-Geiger classifica a região como Aw, tropical úmido com chuvas no verão, com aproximadamente 2.000 mm, e seca no inverno. Apresenta uma temperatura média anual variando entre 21 e 23°C .

O delineamento experimental utilizado em todos os ensaios foi o de blocos completamente ao acaso, com 3 repetições por tratamento. As parcelas experimentais foram constituídas de 4 fileiras (linhas) de 5 metros de comprimento, sendo as 2 fileiras centrais

consideradas como úteis. O espaçamento padrão de 0,65 m entre fileiras foi utilizado para cada ambiente. A população de plantas final estabelecida em 60.000 plantas.ha⁻¹ nos 3 ambientes, após realização do desbaste.

Para a característica rendimento de grãos, foi realizada a colheita das espigas da área útil de cada parcela, debulhadas e os grãos pesados e ajustado seu peso para umidade de 13%. Com o peso da parcela foi estimada o rendimento em kg.ha⁻¹.

Para avaliação da doença, foi utilizada a escala diagramática de severidade (Figura 1), obtidas com o auxílio da escala proposta pela Agrocerec (1996). As notas desta escala variam de 1 a 9, sendo que 1 = 0% de doença, 2 = 0,5% de área lesionada, 3 = 10%, 4 = 30%, 5 = 50%, 6 = 70%, 7 = 80%, 8 = 90% e 9 = 100% de área lesionada, considerando a severidade média da doença em todas as plantas da parcela, com dados transformados por $\sqrt{(x + 3/8)}$. A avaliação foi realizada no estágio fenológico R5, característica de grão farináceo duro (Ritchie et al., 1993), sendo realizadas pelo mesmo avaliador nos diferentes ambientes.

A análise estatística do experimento consistiu na análise de variância a partir do teste *F* ao nível de 5% de significância para o teste de hipótese da nulidade (H_0).

Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica foram estimados pelo método de regressão linear proposto por Eberhart & Russel (1966) de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{li} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} : média do genótipo *i* no ambiente *j*; β_{oi} : média geral do genótipo *i*; β_{li} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do *i*-ésimo genótipo à variação do ambiente; I_j : índice ambiental codificado $\left[\sum_j I_j = 0 \right]$; δ_{ij} : desvio da regressão e; ε_{ij} : erro experimental médio.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância conjunta, ficou evidenciado que, todos os fatores foram significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F (Tabela 9). Os valores dos coeficientes de variação (C.V.) e de correlação positiva (R^2) foram de 16,98% e 0,87, respectivamente, para severidade de cercosporiose e 11,67% e 0,82, respectivamente, para rendimento de grãos, revelando uma boa precisão experimental. A média para os caracteres foram 9.367 kg.ha⁻¹ e 3,38 para o rendimento de grãos e severidade de cercosporiose, respectivamente (Tabelas 11 e 12).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) e severidade de cercosporiose para vinte híbridos de milho avaliados em três locais. Lages/SC, 2009.

FV	GL	Quadrado Médio	
		CP	RG
Repetições	6	0,64	506,12
Ambientes (A)	2	*49,24	*49423,28
Genótipos (G)	19	*6,01	*2238,94
G*A	38	*1,12	*576,38
Resíduo	115	0,33	329,75
C.V. (%)		16,98	11,67
R^2		0,87	0,82

* significativo a 5% pelo teste *F*.

Os resultados revelaram que para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose, existem diferenças entre os ambientes (A), entre os genótipos avaliados (G) e, que os genótipos não apresentam o mesmo padrão de comportamento em todos os ambientes avaliados (GxA). Ainda, devido a significância obtida para a interação GxA, para ambos os caracteres, o melhoramento pode ser mal interpretado, caso a estratégia do melhorista seja a

de recomendar genótipos com ampla adaptabilidade, sendo que possam existir híbridos específicos a determinado local e nível de investimento. Nesse caso, o procedimento menos oneroso seria a recomendação de genótipos com adaptabilidade específica. Resultados similares foram obtidos por Oliveira et al. (2007), observando que a interação híbridos x locais também foi significativa, evidenciando a necessidade de identificação das melhores combinações híbridas para cada região.

Os valores de rendimento de grãos e severidade de cercosporiose foram distintos entre os ambientes avaliados, ou seja, cada ambiente representou uma influência distinta nos caracteres para os vinte híbridos (Tabela 10). De modo que, a contribuição do ambiente 1 (A_1) para o caráter rendimento de grãos foi positiva ($2.047 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtendo a maior média para o caráter ($11.414 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Em contrapartida, os ambientes 2 e 3 (A_2 e A_3) obtiveram menores valores de rendimento de grãos (8.188 e $8.499 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente), sendo o índice de ambiente negativo para ambos ambientes (-1.180 e $-868 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente). Para o caráter severidade de cercosporiose, o índice de ambiente foi positivo para os ambientes 1 e 3 (A_1 e A_3) enquanto que para o ambiente 2 (A_2) foi negativo.

Tabela 10 – Média geral e índice de ambiente para os caracteres rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e severidade de cercosporiose (notas) para os vinte híbridos de milho avaliados em três ambientes (A_1 , A_2 e A_3). Lages/SC, 2009.

Ambientes	Rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Índice de ambiente	Severidade de cercosporiose (notas)	Índice de ambiente
Água Doce (A_1)	11.414	2.047	2,05	0,14
Iraí de Minas (A_2)	8.188	-1.180	1,62	-0,27
Chapadão do Céu (A_3)	8.499	-868	2,04	0,13

A partir dos resultados pode ser evidenciado que, índices de ambiente positivos, influenciam de modo positivo a média dos caracteres avaliados, sendo que, o melhorista deve optar por recomendar novos genótipos para ambientes com índices positivos, pois maior será a probabilidade de sucesso do genótipo. Entretanto, é passível de recomendar genótipos para ambientes com índices de ambiente negativos, nesse caso, o melhorista deve lançar mão de genótipos com adaptabilidade específica às condições de ambiente. Ainda, o ambiente com maior rendimento de grãos (A_1) apresentou um valor positivo de índice de ambiente para o caráter severidade de cercosporiose (Tabela 10).

A partir da Tabela 11, pode ser verificada as médias dos híbridos (B_0) a estimativa dos parâmetros adaptabilidade (B_1) e estabilidade (S^2_{di}) fenotípica para o caráter rendimento de grãos. O procedimento de estimativa da adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pode ser justificado pela presença da interação $G \times A$ significativa, de modo que, o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, sendo um linear (b_i) e outro não linear (S^2_{di}) (Eberhart & Russel, 1966) possibilitando a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade.

De acordo com as estimativas de adaptabilidade e estabilidade demonstrados na Tabela 11 para a variável rendimento de grãos, todos os híbridos revelaram adaptabilidade ampla, ou seja, o valor do coeficiente de regressão foi igual a um ($B_1 = 1$) para os ambientes avaliados, com exceção dos híbridos 3 ($A \times D$), 13 ($D \times A$) e 20 ($E \times D$) onde o coeficiente de regressão diferiu da unidade um ($B_1 > 1$, para os híbridos 3 e 13; $B_1 < 1$ para o híbrido 20). Os resultados evidenciam que: i) todos os híbridos, com exceção dos híbridos 3, 13 e 20 podem ser recomendados para todos os ambientes avaliados; ii) o híbrido 3 e 13, ($A \times D$) e ($D \times A$) respectivamente podem ser recomendados para ambientes com alta tecnologia de produção; iii) o híbrido 20 ($E \times D$) pode ser recomendado para ambientes desfavoráveis.

Tabela 11 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{ii}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966) para o rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de vinte híbridos de milho avaliados em três ambientes. Lages/SC, 2009.

		Rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)			
Híbridos		$^{(1)}B_0$	B_1	S^2_{di}	Probab.(%)
1	AxB	10012,2	1,13	-105,40	60,81
2	AxC	9439,8	0,70	-65,96	23,11
3	AxD	9724,2	*1,53	-27,92	3,55
4	AxE	9427,8	0,69	-71,83	22,34
5	BxA	11130,0	1,01	141,35	96,76
6	BxC	10546,2	0,80	-2016,97	56,10
7	BxD	9288,0	1,28	*404,51	26,75
8	BxE	9538,2	1,09	158,05	71,80
9	CxA	9738,0	1,07	62,44	79,25
10	CxB	10458,0	1,15	-53,81	55,35
11	CxD	8815,8	0,87	-102,73	61,88
12	CxE	8629,8	0,54	-111,19	6,85
13	DxA	9748,2	*1,62	28,91	1,46
14	DxB	9462,0	1,33	-89,50	18,90
15	DxC	8512,2	1,19	-109,91	53,56
16	DxE	7297,8	0,61	-78,35	11,80
17	ExA	9580,2	0,72	-81,49	26,81
18	ExB	10159,8	1,25	47,04	67,43
19	ExC	8566,2	0,95	-60,82	85,00
20	ExD	7266,0	*0,46	*577,57	3,28
Média		9367,2			

*significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro

(1) = média de rendimento de grãos em $\text{sc}\cdot\text{ha}^{-1}$ de três repetições.

Com relação ao parâmetro estabilidade para o caráter rendimento de grãos (Tabela 11), os únicos híbridos que foram considerados instáveis em relação aos ambientes avaliados foram BxD e ExD ($s^2d \neq 0$). De modo que, os híbridos supracitados podem ser considerados imprevisíveis frente mudanças de ambiente. Por outro lado, a maioria dos híbridos revelou alta estabilidade, ou seja, maior previsibilidade para as condições de ambiente ($s^2d=0$).

A partir dos resultados, os híbridos BxA, BxC e CxB podem ser considerados promissores, pois além de apresentarem as maiores médias de rendimento de grãos, são considerados com ampla adaptabilidade ($B=1$) e alta previsibilidade de comportamento ($s^2d = 0$). Além disso, os híbridos AxD e DxA, poderiam ser recomendados para ambientes com alta tecnologia, uma vez que, apresentaram média de rendimento de grãos superior a média geral ($9.367 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e revelaram adaptabilidade a ambientes específicos.

Ainda, alguns híbridos podem ser considerados intermediários, devido ao menor valor de rendimento de grãos, porém merecem maiores estudos. Por outro lado, os híbridos BxD e ExD não são passíveis de serem recomendados para nenhum dos ambientes avaliados, pois são sensíveis a mudanças no ambiente, ou seja, imprevisíveis.

Com relação ao caráter severidade de cercosporiose, os resultados evidenciaram que todos os híbridos apresentaram uma adaptabilidade geral ou ampla ($B_1 = 1$) frente os ambientes estudados (Tabela 12). Com relação à estabilidade fenotípica, o híbrido 13 (DxA) apresentou um valor diferente de zero ($s^2d \neq 0$), enquanto dos demais foram iguais a zero ($s^2d = 0$). Assim sendo, o híbrido 13 revelou-se instável quanto a mudanças de ambiente, de modo que, não deve ser recomendado a nenhum dos ambientes avaliados.

Tabela 12 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{1i}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966) para a severidade de cercosporiose de vinte híbridos de milho avaliados em três ambientes. Lages/SC, 2009.

		Severidade de cercosporiose			
Híbridos		⁽¹⁾ B ₀	B ₁	S ² _{di}	Probab.(%)
1	AxB	4,55	1,40	-0,015	61,62
2	AxC	4,33	1,10	-0,022	82,17
3	AxD	3,55	1,21	-0,006	65,15
4	AxE	3,78	1,26	-0,023	57,93
5	BxA	4,55	1,24	0,047	60,36
6	BxC	3,55	0,63	-0,025	57,66
7	BxD	3,11	0,72	-0,013	55,64
8	BxE	3,67	0,88	-0,022	78,84
9	CxA	4,33	0,96	-0,023	92,55
10	CxB	3,67	1,33	-0,023	52,05
11	CxD	2,44	0,75	-0,023	59,01
12	CxE	3,33	0,33	0,016	13,93
13	DxA	3,44	1,07	*0,076	99,41
14	DxB	2,56	0,56	-0,025	65,69
15	DxC	2,22	1,26	-0,015	57,57
16	DxE	2,00	1,24	-0,017	60,45
17	ExA	3,78	0,89	-0,006	79,95
18	ExB	3,67	1,40	-0,024	61,62
19	ExC	3,22	1,10	-0,006	82,17
20	ExD	1,78	1,21	-0,023	65,15
Média		3,38			

*significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro

(1) = média de severidade de cercosporiose, de três repetições, com dados não transformados.

Do ponto de vista do melhorista, a utilização de dados referentes às análises de adaptabilidade e estabilidade, é adequada para melhor tomada de decisão em relação à indicação de cultivares. Nas figuras 2 e 3 estão demonstrados os vinte híbridos e suas respostas quanto a adaptabilidade e estabilidade aos diferentes ambientes quanto ao caráter RG e CP respectivamente. Com base nestas informações, a utilização de alguns híbridos dentro do programa de melhoramento da empresa pode ser continuada. Assim sendo, avaliações para os híbridos 5, 6 e 10 (BxA, BxC e CxB, respectivamente) devem persistir por mais alguns ensaios a campo, destacando a necessidade de avaliar o híbrido 5 em ensaios com índices de ambientes positivos, ou seja, deve ser avaliado em ambientes favoráveis, como por exemplo, um novo ensaio no ambiente A₁.

2. 6 CONCLUSÕES

A maior parte dos híbridos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose.

Os híbridos 5, 6 e 10 (BxA, BxC e CxB, respectivamente) devem persistir por mais alguns ensaios a campo, dentro do programa de melhoramento da empresa.

O híbrido 5 deve ser avaliado em ensaios com índices de ambientes positivos, em ambientes favoráveis, como por exemplo, um novo ensaio no ambiente A₁.

O híbrido 13 (DxA) revelou uma adaptabilidade a ambientes favoráveis, porém baixa previsibilidade.

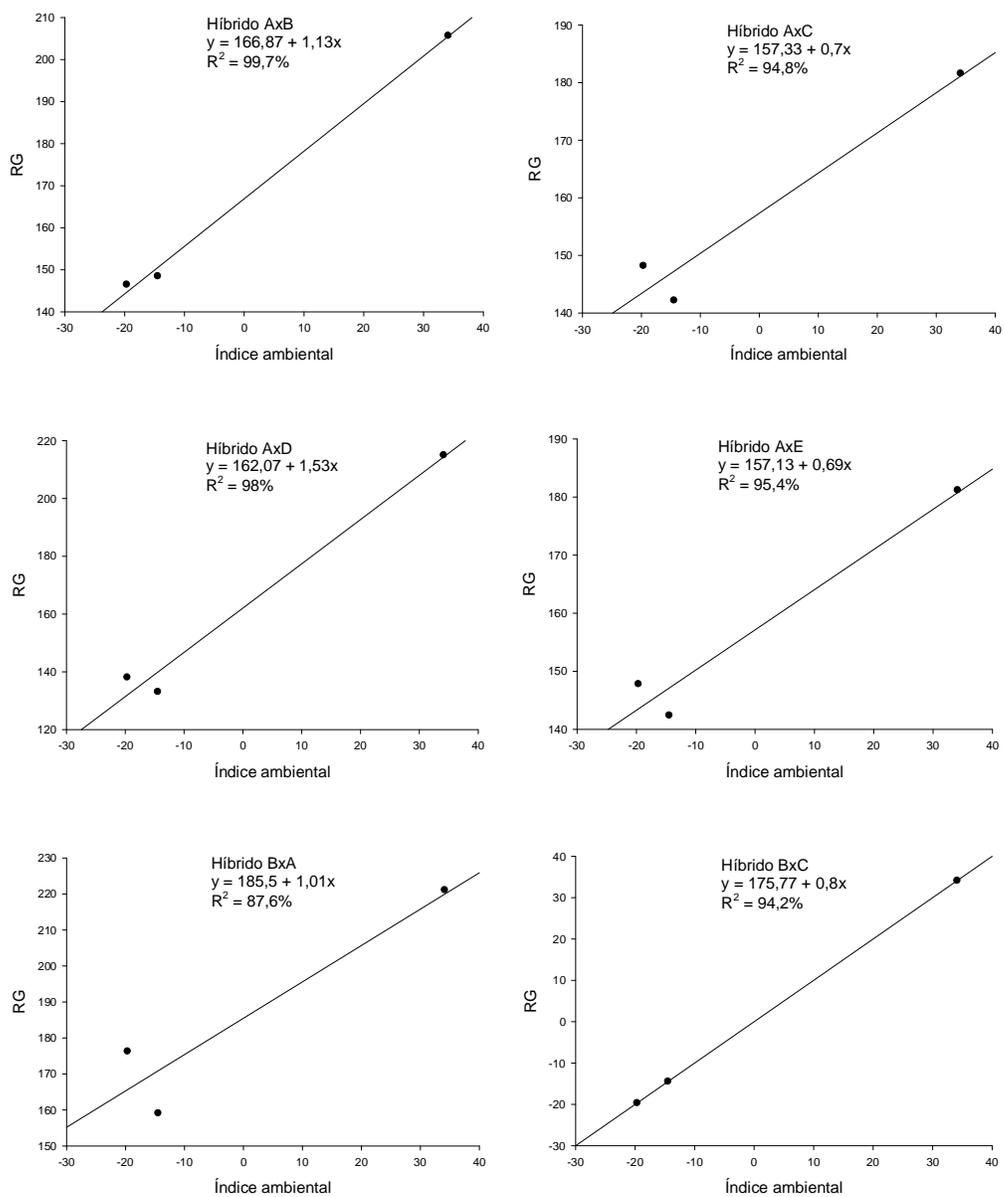


Figura 2 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto ao rendimento de grãos em $sc.ha^{-1}$.(continua)

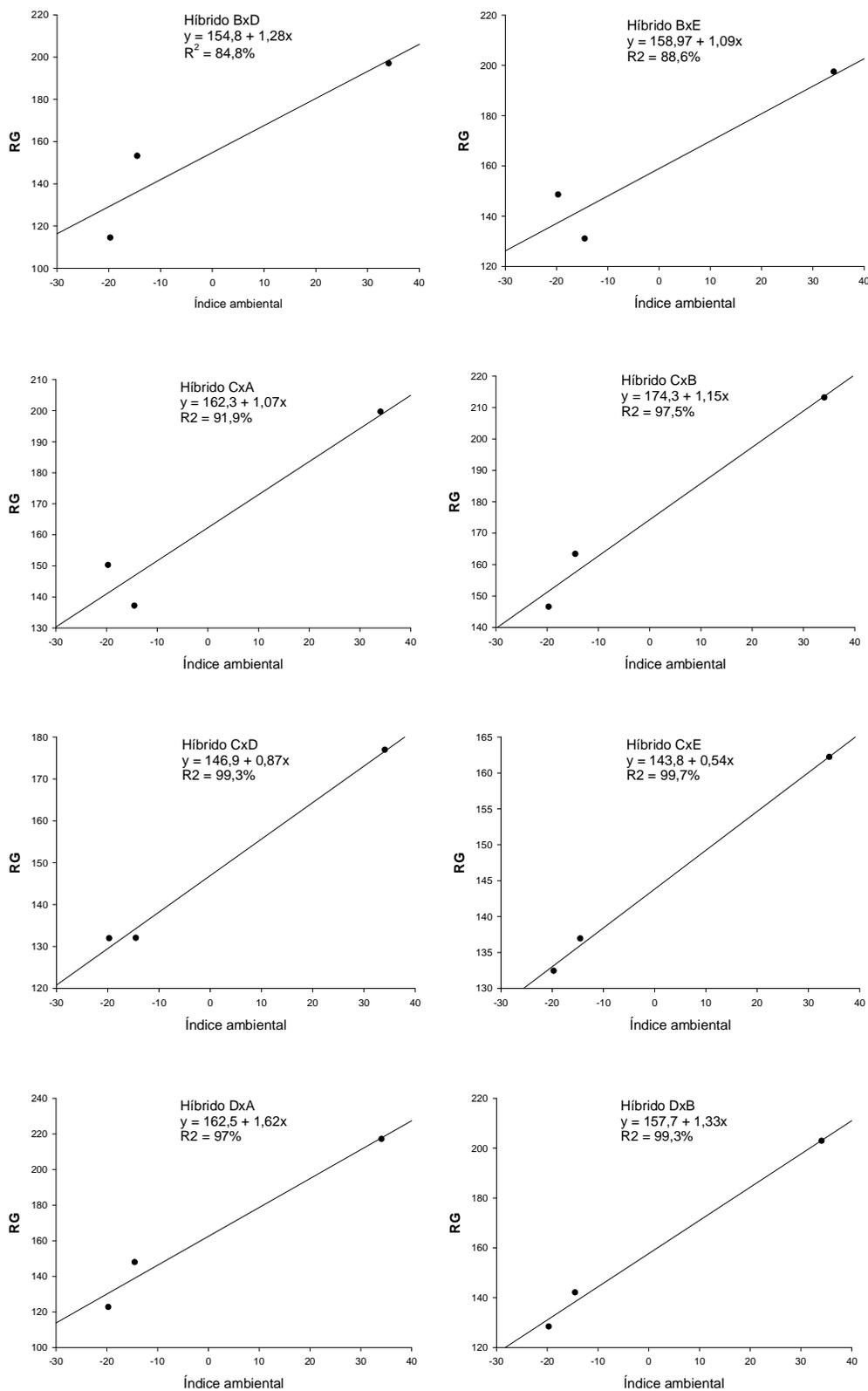


Figura 2 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto ao rendimento de grãos em $sc.ha^{-1}$. (continuação)

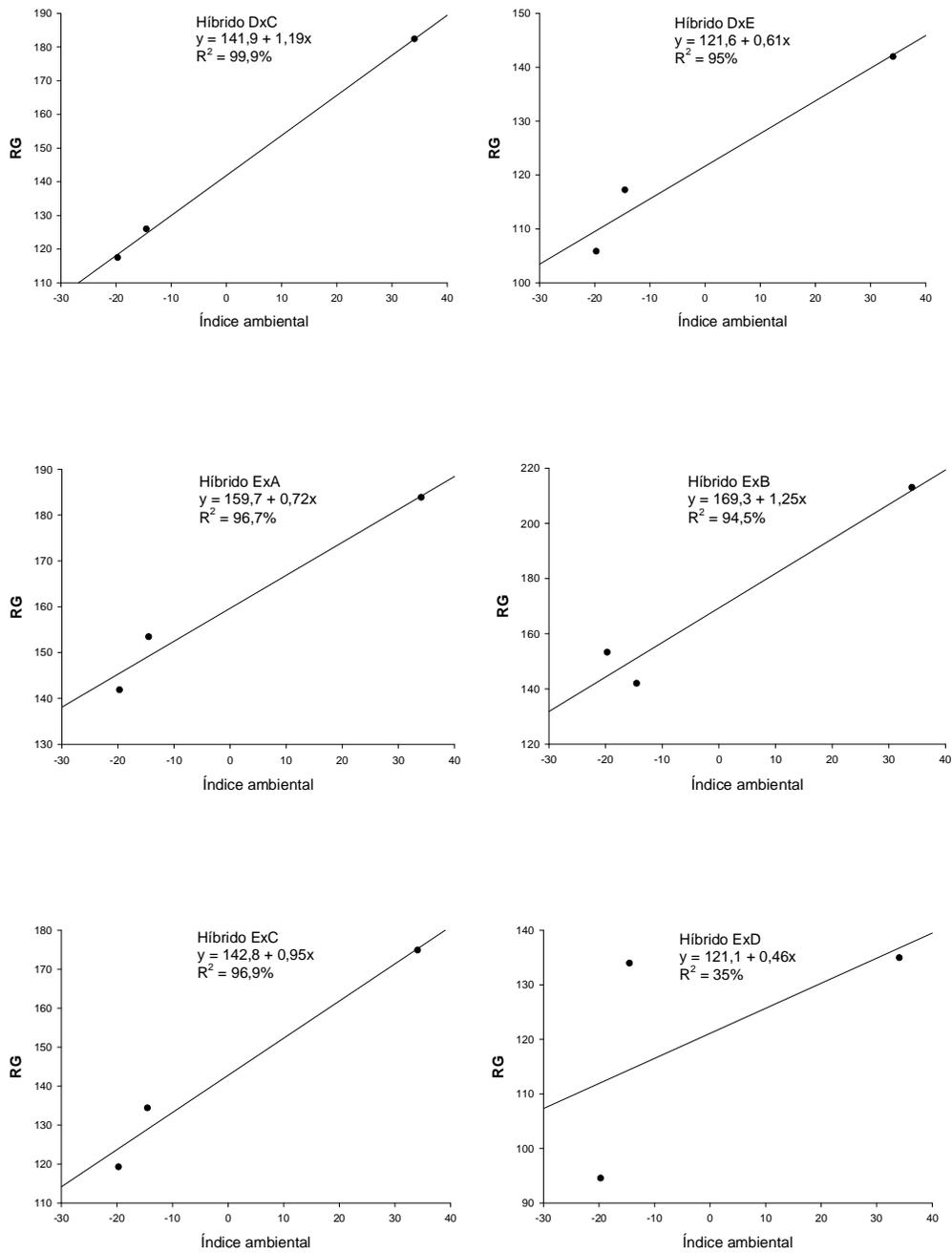


Figura 2 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto ao rendimento de grãos em $sc.ha^{-1}$.(conclusão)

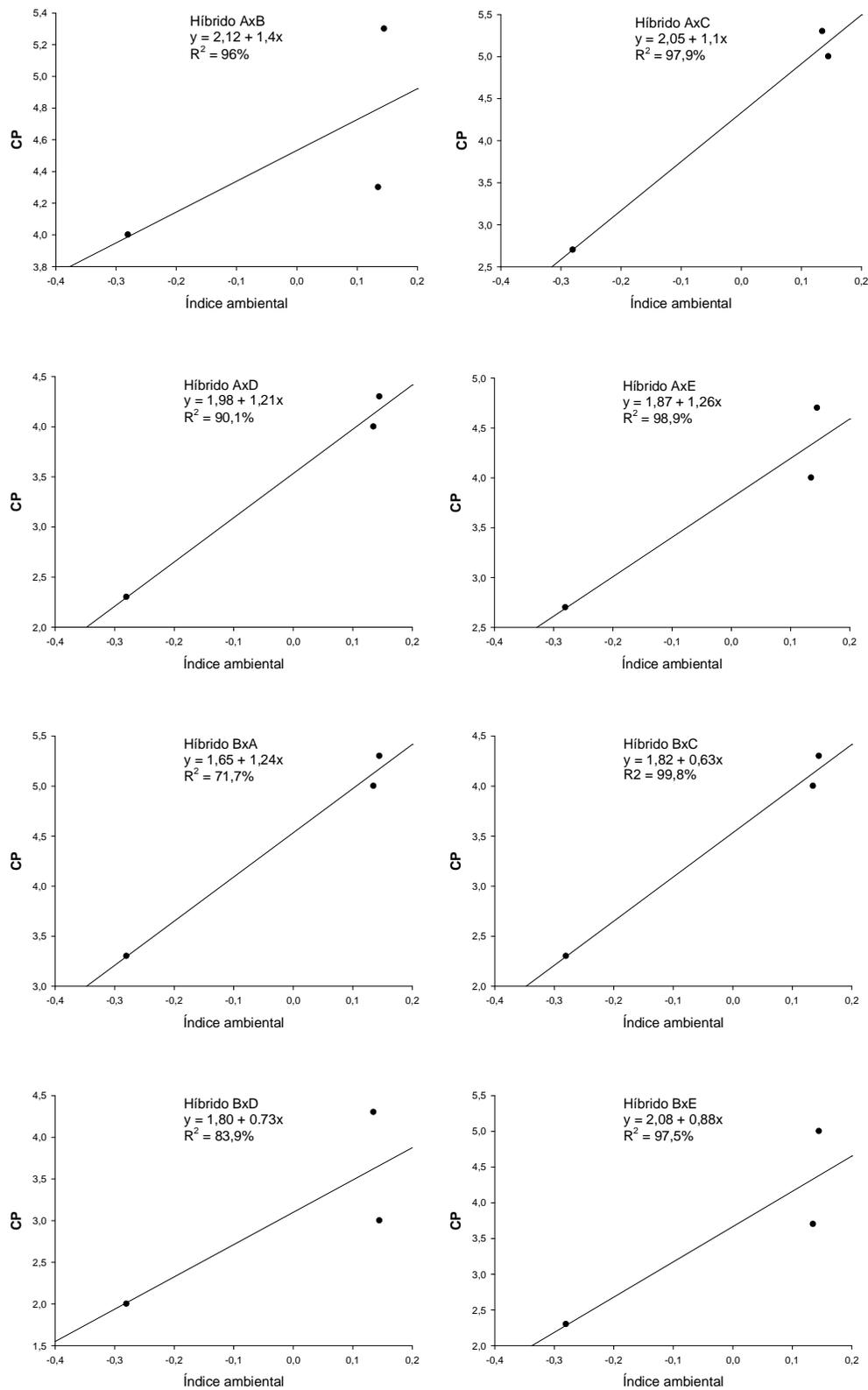


Figura 3 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto a resistência à cercosporiose*(continua).

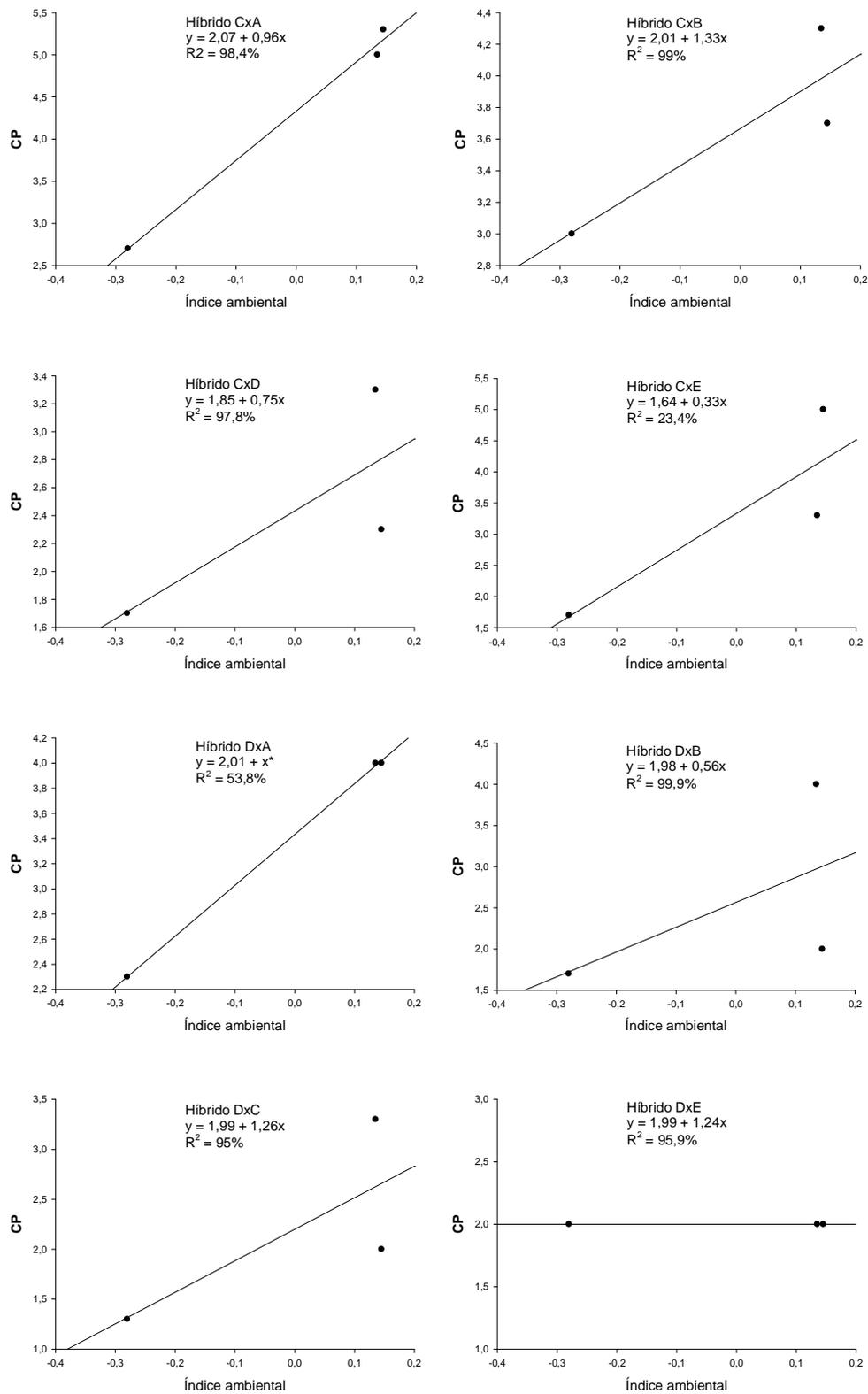
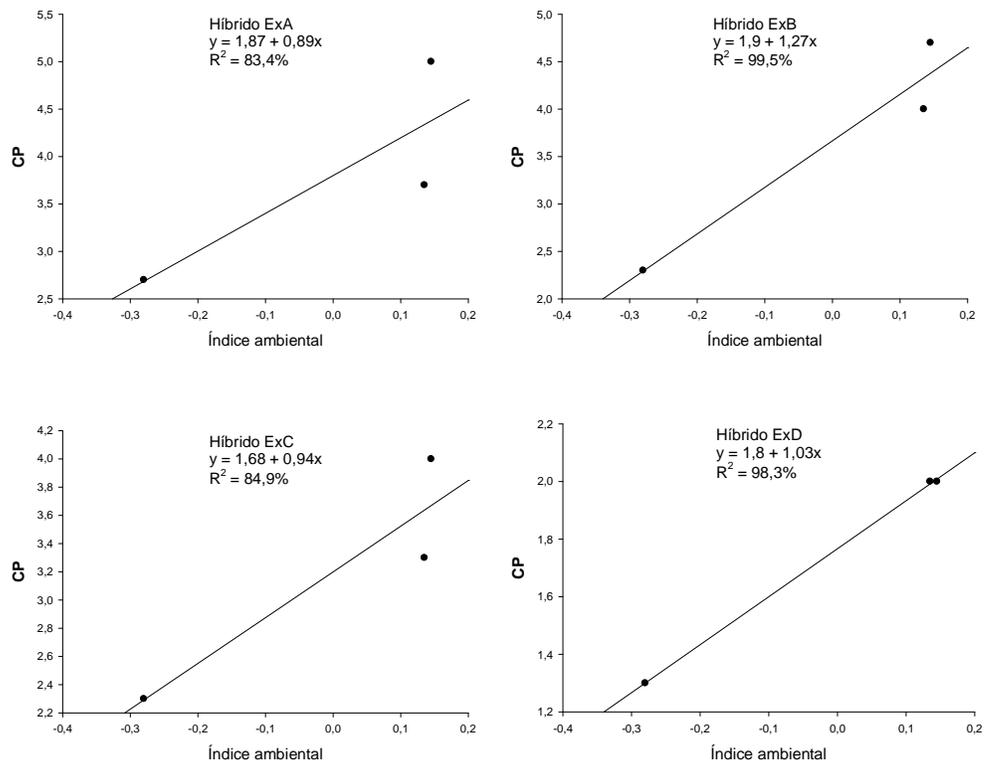


Figura 3 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto a resistência à cercosporiose*(continuação).



*Avaliação da doença conforme escala proposta pela Agroceres (1996).

Figura 3 – Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes quanto a resistência à cercosporiose* (conclusão).

CONCLUSÃO GERAL

A análise dialélica demonstrou que os efeitos da CGC foram mais importantes que a CEC nesse conjunto de genitores. Desta forma enfatiza-se a contribuição da ação gênica aditiva nos caracteres avaliados. Dentre os genitores estudados, D e E apresentaram maior grau de resistência a cercosporiose. Os genitores A e B foram os mais promissores para o incremento do rendimento de grãos.

Para que se obtenha sucesso em qualquer programa de melhoramento na cultura do milho devem ser encontrados genótipos promissores quanto a produtividade, associado a resistência aos patógenos que provocam redução no rendimento de grãos. Neste sentido as melhores combinações híbridas foram AxD, BxE, AxE e BxC, com destaque aos híbridos AxD e BxC que estimaram aumento no rendimento de grãos com aumento da resistência a cercosporiose. Além destes, os híbridos AxB e BxA devem ser novamente avaliados, pois apresentaram maiores médias de rendimento de grãos.

Quanto a interação genótipos x ambientes, a maioria dos genótipos revelaram adaptabilidade ampla, exceto os híbridos AxD, DxA e ExD para o caráter rendimento de grãos. Já para a estabilidade, os genótipos BxD e ExD para o rendimento de grãos, e DxA para o caráter cercosporiose demonstraram ser instáveis frente as mudanças de ambientes.

Neste estudo verificou-se a necessidade de mais avaliações dentro do programa de ensaios realizados pela empresa, em função de alguns genótipos como BxA, BxC e CxB apresentarem elevadas médias de rendimento de grãos com ampla adaptabilidade e

estabilidade, bem como pelos genótipos AxD e DxA que revelaram alto rendimento de grãos com adaptabilidade a ambientes específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. New York: Academic Press, 1998, 635 p.

AGUIAR, A.M. et al. Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.83-89, 2003.

BARBIERI, L.R.; et al. Análise dialélica para tolerância ao vírus-do-nanismo-amarelo-da-cevada em cultivares brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 131-135, jan. 2001.

BECK, D. L. et al. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays* L.) germoplasm. **Maydica**, Bergamo, v.35, p.279-285, 1990.

BRITO, A. H. et al., Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**. v. 32, n.6, p. 472-479, 2007

BRITO, A. H. **Quantificação de danos e reação de resistência de híbridos comerciais de milho à *Cercospora zae-maydis***. 2007. 73 p. Dissertação (mestrado na área de fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRUNELLI, K. R. ***Cercospora zae-maydis*: Esporulação, Diversidade Morfo-Genética e Reação de linhagens de milho**. 2004. 118 p. Dissertação (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BUIATE, E.A.S. et al., 2007; Reação de híbridos de milho e levantamento dos principais fungos associados ao complexo de patógenos causadores de “grão ardido” em Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.horizontecientifico.popp.ufu.br/include/getdoc.php>. Acesso em 13 de maio de 2009

CARGNELUTTI FILHO, A. et al., Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.571-578, 2007

CARVALHO, H.W de L. et al., Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.6, p.1115-1123, jun. 2000

COIMBRA, R.R. et al., Estratificação ambiental e análise de adaptabilidade de genótipos de milho baseada em análise de fatores. **Revista Ciência Agroambiental**, v. 1, n.1, p. 27-34, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: nono levantamento, junho 2009. Brasília: Conab, 2009.

CROMLEY, J.M.D. et al., Inheritance of gray leaf spot resistance in corn. **J. Iowa Acad. Sci.** v.109, p. 25-29., 2002.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, v.2, 2003.

CRUZ C.D., REGAZZI A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 390 p, 1997.

DERERA, J. et al., Gene action controlling gray leaf spot resistance in Southern African maize germplasm. **Crop Science**, v.48, p. 93-98, 2008.

DONAHUE, P.J. et al., Inheritance of reaction to gray leaf spot a diallel of 14 maize inbreds. **Crop Science**, v.31, p. 926-931, 1991.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p. 36-40, 1966.

ELWINGER, G.F. et al., Inheritance of resistance to gray leaf spot of corn. **Crop Science**. v.30, p. 350-358, 1990.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.14, p.742-754, 1963.

GAMA, E.E. et al. Heterosis in maize single crosses derived from a yellow Tuxpeño variety in Brazil. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.18, p.81-85, 1995.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**. East Melborn, v.9, p. 463-493, 1956.

HUFF, C.A. et al., Inheritance of resistance in corns (*Zea mays*) to gray leaf spot. **Phytopathology**. v.78, p. 790-794, 1988.

LEDO SILVA, C.A.; FERREIRA, D.F.; RAMALHO, M.A.P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialélicos. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. v.27, n.6, p.1214-1221, nov./dez., 2003.

LORENCETTI, C. et al.; Capacidade combinatória e heterose em cruzamento dialélico de aveia (*Avena sativa* L.) *Revista Brasileira Agrociência*, Pelotas, v.11, n. 2, p. 143-148, abr-jun, 2005.

MACHADO, J.C. Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

MACHADO J.C. et al., Estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho oriundos de um mesmo conjunto gênico. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p. 627-631, 2008.

MENKIR, A.; AYODELE M.; Genetic analyses of resistance to gray leaf spot of mid altitude maize inbred lines. **Crop Science**, v. 45, p. 163-170, 2005.

MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P.; CRUZ, C. D. Análise dialélica em pimentão. I: capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, p. 431-440, 1998.

MUNKVOLT, G.P., et al., Probabilities for profitable fungicide use against gray leaf spot in hybrid maize. **Phytopathology**. v.91, p. 477-484, 2001.

OLIVEIRA e SILVA, J. et al., Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesq. Agropec. Trop**. v.37, n.1, p. 45-50, 2007.

PARENTONI, S.N. et al.; Avaliação da capacidade combinatória de dez linhagens de milho doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.2, p.71-73, 1991.

PEGORARO, D.G. et al., Herança da resistência a mancha foliar de feosféria em milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília v. 37, n.3, p. 329-336, 2002.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, E.M. e ZIMMERMANN, M.O. Genética quantitativa em plantas autógamias, aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Editora UFG, Goiânia, 271p. 1993.

REIS, E. M., CASA, R. T. & BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2.ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2004. 144p.:il. color.

RIBEIRO, P.H.E. et al., Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.35, n.11, p. 2213-2222, 2000.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O., 1993. How a corn plant develops. Disponível em: <<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/libraly/maize/www.ag.aistate.edu/departaments/agronomy/corngrows.html>>. Acesso em 05 de maio de 2009.

SILVA, H.P. et al., Capacidade de combinação e heterose para resistência a *Puccinia polysora* Underw. em milho. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p. 777-783, 2001.

SPRAGUE G.F.; TATUM L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of de American Society of Agronomy**. Geneva, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

THOMPSON, D.L. et al., Inheritance of resistance to gray leaf spot in maize. **Crop Science**. V.27, p. 243-246, 1987.

ULRICH, J.F. et al., Diallel analyses of maize inbreds for resistance to gray leaf spot. **Crop Science**, v.30, p. 1198-1200, 1990

VERMA, M.M., et al., Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlim, v.53, p. 89-91, 1978.