

# Adaptabilidade e estabilidade em milho: rendimento de grãos x severidade de cercosporiose

*Adaptability and stability in maize: grain yield vs severity of gray leaf spot*

Márcio José Engelsing<sup>1</sup>, Jefferson Luís Meirelles Coimbra<sup>2\*</sup>, Naine Martins do Vale<sup>2</sup>, Leiri Daiane Barili<sup>2</sup>, Jussara Cristina Stingen<sup>2</sup>, Altamir Frederico Guidolin<sup>2</sup>, Juliano Garcia Bertoldo<sup>2</sup>

Recebido em 25/06/2010; aprovado em 12/04/2012.

## RESUMO

A adaptabilidade e a estabilidade da produção de grãos de milho e às variações ambientais são características importantes no processo de recomendação de genótipos para a semeadura em determinado ambiente. Três ensaios em diferentes locais (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG e Chapadão do Céu, GO) 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 20 híbridos de milho obtidos pelo cruzamento de cinco genitores ( $S_7$ ) denominados A, B, C, D e E da empresa Agroeste Sementes S.A. O delineamento experimental utilizado em todos os ensaios foi o de blocos completamente ao acaso, com três repetições por tratamento. Para a característica rendimento de grãos foi realizada a colheita das espigas da área útil de cada parcela. Já para doença foi utilizada a escala diagramática de severidade. A avaliação foi realizada no estágio fenológico  $R_5$ . Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica foram estimados pelo método de regressão linear proposto por Eberhart e Russel (1966). Os resultados revelaram diferenças significativas entre os fatores de tratamento (ambientes, híbridos e interação de híbridos e ambientes). A maioria dos híbridos testados revelou 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*, produtividade.

## SUMMARY

The environmental adaptability and the stability of corn grain yield is used in genotype recommendation. This work aims to estimate the adaptability and the stability parameters of corn genotypes, using three places (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG e Chapadão do Céu, GO). These parameters were estimated for the character grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and Gray Leaf Spot (GLS) severity. Twenty corn hybrids were used by crossing five parents ( $S_7$ ) denominated A, B, C, D and E of Agroeste Sementes S.A. The adaptability and the stability parameters were estimated by linear regression as proposed by Eberhart; Russel (1966). The results presented a significant difference among the treatment factors (environment, hybrid and interaction between hybrid and environment). The great majority of tested hybrids presented a wide adaptability and a high phenotypic stability for the grain yield and GLS severity. The evaluation of genotypes 5, 6

<sup>1</sup> Agroeste Sementes S.A. Rua: Antônio Vacaro, 130, Bairro Aeroporto, CEP 89820-000, Xanxerê, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM), Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade de Santa Catarina (UDESC), Avenida Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000. Lages, SC, Brasil. \*Autor para correspondência: coimbrajefferson@cav.udesc.br.

and 10 (BxA, BxC and CxB, respectively) must continue in the plant breeding program.

**KEY WORDS:** *Zea mays* L., genotype x environment interaction, *Cercospora zeae-maydis*, yield.

## INTRODUÇÃO

A cultura do 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, as quais apresentam 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) ou por desenvolver cultivares específicas para cada região (BACKES et al., 2005). 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 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 dessa espécie enfrenta vários problemas. Um desses está nos ensaios de competição 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 genótipos x ambientes (COIMBRA et al., 2006). Ainda, a cercosporiose, cujo agente etiológico é *Cercospora zeae-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 e WILKINSON, 1963; EBERHART e 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 se utiliza um modelo semelhante ao de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de milho avaliados em três Estados brasileiros, no intuito de fornecer dados de rendimento de grãos e severidade de cercosporiose.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento consistiu de duas etapas: *i*) obtenção dos híbridos simples e *ii*) ensaios de avaliação. A primeira etapa do 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, com espaçamento de 0,65 metro entre linhas, com população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O mesmo procedimento foi repetido numa segunda época, 15 dias após a primeira semeadura.

As linhagens foram pré-selecionadas na safra verão de 2006/07 de acordo com o nível de resistência à cercosporiose observada. A escolha destes genitores se deu em função do conhecimento do nível de resistência desta doença e de seu potencial produtivo. A partir destes cruzamentos, obteve-se 20 híbridos simples, sendo 10 híbridos F<sub>1</sub>'s e 10 híbridos F<sub>1</sub>'s recíprocos.

No período de florescimento foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre os genitores, onde se obteve, após a maturação, as gerações F<sub>1</sub>'s e F<sub>1</sub>'s recíprocos necessárias para semeadura das áreas, visando a avaliação quanto ao grau de resistência à cercosporiose.

A partir dos híbridos obtidos, foi realizada a segunda etapa, onde os experimentos foram conduzidos em três locais. Em todos os ambientes, a semeadura foi realizada em sistema de plantio direto em monocultura, sem irrigação. Os locais foram: *i*) município de Água Doce, SC (ambiente 1 - A<sub>1</sub>), semeadura em 26/09/07, situado a 1.260 m de altitude, a 26°47'8" de latitude sul e 51°34'32" de longitude oeste, com clima considerado mesotérmico, classificado segundo Koppen-Geiger como Cfb, com verão brando e precipitações bem distribuídas durante o ano, com média anual em torno de 1.500 mm, apresentando temperatura média anual próxima 15°C; *ii*) município de Iraí de Minas, MG (ambiente 2 - A<sub>2</sub>), semeadura em 27/10/07, localizado a 1.015 m de altitude, a 18° 58'17" de latitude sul e a

47°33'52" de longitude oeste. O clima da região é considerado tropical de altitude, Cwa de acordo com a classificação de Koppen-Geiger. Apresenta 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<sub>3</sub>), semeadura em 21/11/07, localizado a 815 m de altitude, 18°26'39" de latitude sul e 52°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 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 três repetições por tratamento. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras de 5 m de comprimento, sendo as duas fileiras centrais consideradas como área útil. 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<sup>-1</sup> nos três 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 a umidade de 13%. Com o peso da parcela foi estimada o rendimento em kg ha<sup>-1</sup>.

Para avaliação da cercosporiose foi utilizada a escala diagramática de severidade (Figura 1), obtida com auxílio da escala proposta pela Agrocere (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 da cercosporiose foi realizada no estágio fenológico R<sub>3</sub>, 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 e 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  $j$ ;  $\beta_{oi}$ : média geral do genótipo  $i$ ;  $\beta_{li}$ : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do  $i$ -ésimo genótipo à variação do ambiente;  $I_j$ : índice ambiental codificado  $\left[ \sum_j I_j = 0 \right]$ ;  $\delta_{ij}$ : desvio da regressão e  $\varepsilon_{ij}$ : erro experimental médio.

## 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 1). 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. Resultados semelhantes foram encontrados por Barros et al. (2009), indicando bom controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais, para produtividade de grãos, que é um caráter quantitativo muito influenciado pelo ambiente. A média para os caracteres foram 9.367 kg ha<sup>-1</sup> e 3,38 para rendimento de grãos e severidade de cercosporiose, respectivamente (Tabelas 3 e 4).

Os resultados revelaram que para os caracteres rendimento de grãos e severidade de cercosporiose, existem diferenças entre ambientes (A), entre genótipos avaliados (G) e que os genótipos não apresentam o mesmo padrão de comportamento em todos os ambientes avaliados (GxA). Segundo Eberhart e Russel (1966), quando cultivares são submetidas a vários ambientes e anos, existe uma inconstância de comportamento nos diferentes ambientes que é proporcionada pela interação genótipo x ambiente. Ainda, devido à 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 pode existir híbridos específicos a determinado local e nível de investimento. Nesse caso, o procedimento menos oneroso seria a recomendação de genótipos com adaptabilidade específica. A presença da interação entre determinado genótipo a um ambiente, para algumas características, como por exemplo, rendimento de grãos, pode dificultar a recomendação de uma cultivar para grandes áreas geográficas (ARAÚJO et al., 2003). 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. O planejamento e as estratégias de melhoramento são em grande parte dependentes da avaliação da magnitude das interações genótipos x ambientes, podendo ainda ser fator determinante na recomendação de cultivares (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Os valores de rendimento de grãos e severidade de cercosporiose foram distintos entre os ambientes avaliados, ou seja, cada ambiente teve influência distinta nos caracteres para os vinte híbridos (Tabela 2). A contribuição do ambiente 1 ( $A_1$ ) para o caráter rendimento de grãos foi positiva (2.047 kg ha<sup>-1</sup>), obtendo a maior média (11.414 kg ha<sup>-1</sup>). Em contrapartida, nos ambientes 2 e 3 ( $A_2$  e  $A_3$ ) foram obtidos os menores valores de rendimento de grãos (8.188 e 8.499 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), sendo o índice de ambiente negativo para ambos ambientes (-1.180 e -868 kg ha<sup>-1</sup>, 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.

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.

Tabela 1- Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres rendimento de grãos (RG) em kg ha<sup>-1</sup> e severidade de cercosporiose (SC) para 20 híbridos de milho avaliados em três locais (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG e Chapadão do Céu, GO). Lages, SC, 2009.

FV	GL	Quadrado médio	
		SC	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 <sup>2</sup>		0,87	0,82

\*significativo pelo teste *F* ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2 - Média geral e índice de ambiente (IA) para os caracteres rendimento de grãos (RG) e severidade de cercosporiose (SC) (notas) para os 20 híbridos de milho avaliados em três ambientes (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>). Lages, SC, 2009.

Ambientes	RG (kg ha <sup>-1</sup> )	IA *	SC (notas)	IA *
Água Doce/SC (A <sub>1</sub> )	11.414	2.047	2,05	0,14
Iraí de Minas/MG (A <sub>2</sub> )	8.188	-1.180	1,62	-0,27
Chapadão do Céu/GO (A <sub>3</sub> )	8.499	-868	2,04	0,13
Médias geral (μg)	9.367	-	1,90	-

\*A1-μg; A2-μg; A3-μg;

Desta forma, percebe-se que a previsibilidade futura do desempenho genotípico depende da interação genótipo x ambiente, informações estas confirmadas por Sneller et al. (1997). Entretanto, é possível 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. O ambiente com maior rendimento de grãos (A<sub>1</sub>) apresentou valor positivo de índice de ambiente para o caráter severidade de cercosporiose (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta as médias dos híbridos (B<sub>0</sub>) e as estimativas dos parâmetros adaptabilidade (B<sub>1</sub>) e estabilidade (S<sup>2</sup><sub>di</sub>)

fenotípica para o caráter rendimento de grãos. O procedimento de estimativa da adaptabilidade e estabilidade fenotípica pode ser justificado pela presença da interação GxA significativa, de modo que o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, sendo um linear (b<sub>i</sub>) e outro não linear (S<sup>2</sup><sub>di</sub>) (EBERHART e RUSSEL, 1966), possibilitando a estimativa dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade.

De acordo com as estimativas de adaptabilidade e estabilidade demonstradas na Tabela 3 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<sub>1</sub> = 1) para os ambientes avaliados, com

Tabela 3 - Média de rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (B<sub>0</sub>) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B<sub>1i</sub>) e estabilidade (S<sup>2</sup><sub>di</sub>) pelo método de Eberhart & Russel (1966) de 20 híbridos de milho avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG e Chapadão do Céu, GO). Lages, SC, 2009.

		Rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			
Híbridos		B <sub>0</sub>	B <sub>1i</sub>	S <sup>2</sup> <sub>di</sub>	Probabilidade (%)
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 pelo teste *F* (p < 0,05).

exceção dos híbridos 3 (AxD), 13 (DxA) e 20 (ExD), onde o coeficiente de regressão diferiu da unidade um (B<sub>1</sub> > 1, para os híbridos 3 e 13; B<sub>1</sub> < 1 para o híbrido 20). Conforme Carneiro (1998), na predição da estabilidade de comportamento de um grupo de cultivares avaliadas em vários ambientes (épocas), via análise de regressão, é comum um ou poucos genótipos apresentarem padrão de comportamento diferente dos demais. 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*) os híbridos 3 e 13, (AxD) e (DxA), respectivamente, podem ser recomendados para ambientes com alta tecnologia de produção; e *iii*) o híbrido 20 (ExD) pode ser recomendado para ambientes desfavoráveis.

Com relação ao parâmetro estabilidade para o caráter rendimento de grãos (Tabela 3), os únicos híbridos que foram considerados instáveis

Tabela 4 - Média de severidade de cercosporiose ( $B_0$ ) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ( $B_{1i}$ ) e estabilidade ( $S^2_{di}$ ) pelo método de Eberhart & Russel (1966) de 20 híbridos de milho avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG e Chapadão do Céu, GO). Lages, SC, 2009.

Híbridos	Severidade de cercosporiose			
	$B_0$	$B_1$	$S^2_{di}$	Probabilidade (%)
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 pelo teste  $F$  ( $p < 0,05$ ).

em relação aos ambientes avaliados foram BxD e ExD ( $s^2d \neq 0$ ). Assim, os híbridos supracitados podem ser considerados imprevisíveis frente às mudanças de ambiente. Por outro lado, a maioria dos híbridos revelaram 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 à média geral ( $9.367 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e revelaram adaptabilidade a ambientes específicos.

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 ( $B_1 = 1$ ) nos ambientes estudados (Tabela 4). Com relação à estabilidade fenotípica, o híbrido 13 (DxA) apresentou valor diferente de zero ( $S^2d \neq 0$ ), enquanto os demais foram iguais a zero ( $S^2d = 0$ ). Assim, o híbrido 13 revelou-se instável quanto a mudanças de ambiente, de modo que não deve ser recomendado para nenhum dos ambientes avaliados.

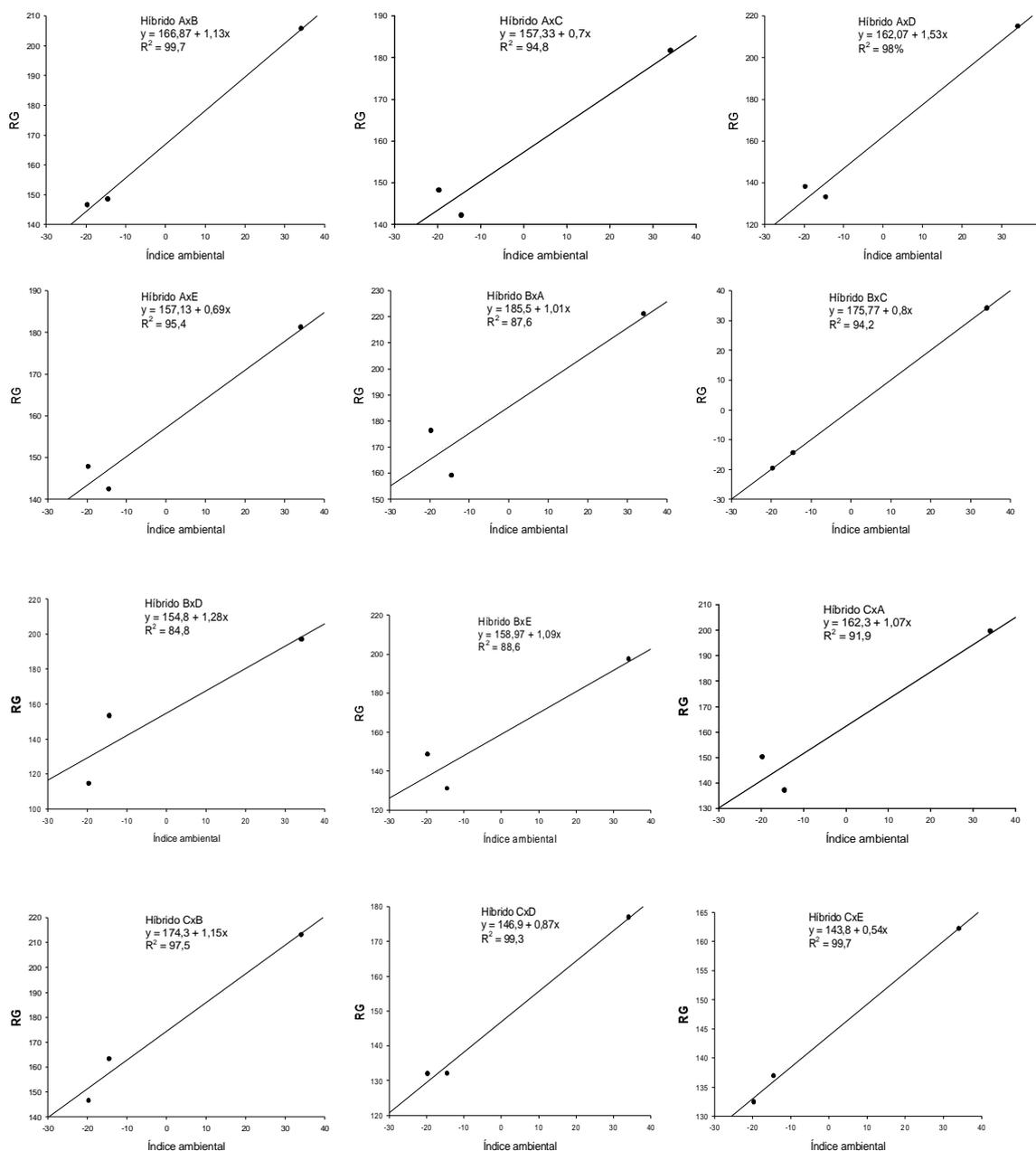


Figura 1 - Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG, e Chapadão do Céu, GO) quanto ao rendimento de grãos (RG) em kg ha<sup>-1</sup>. (Continua...)

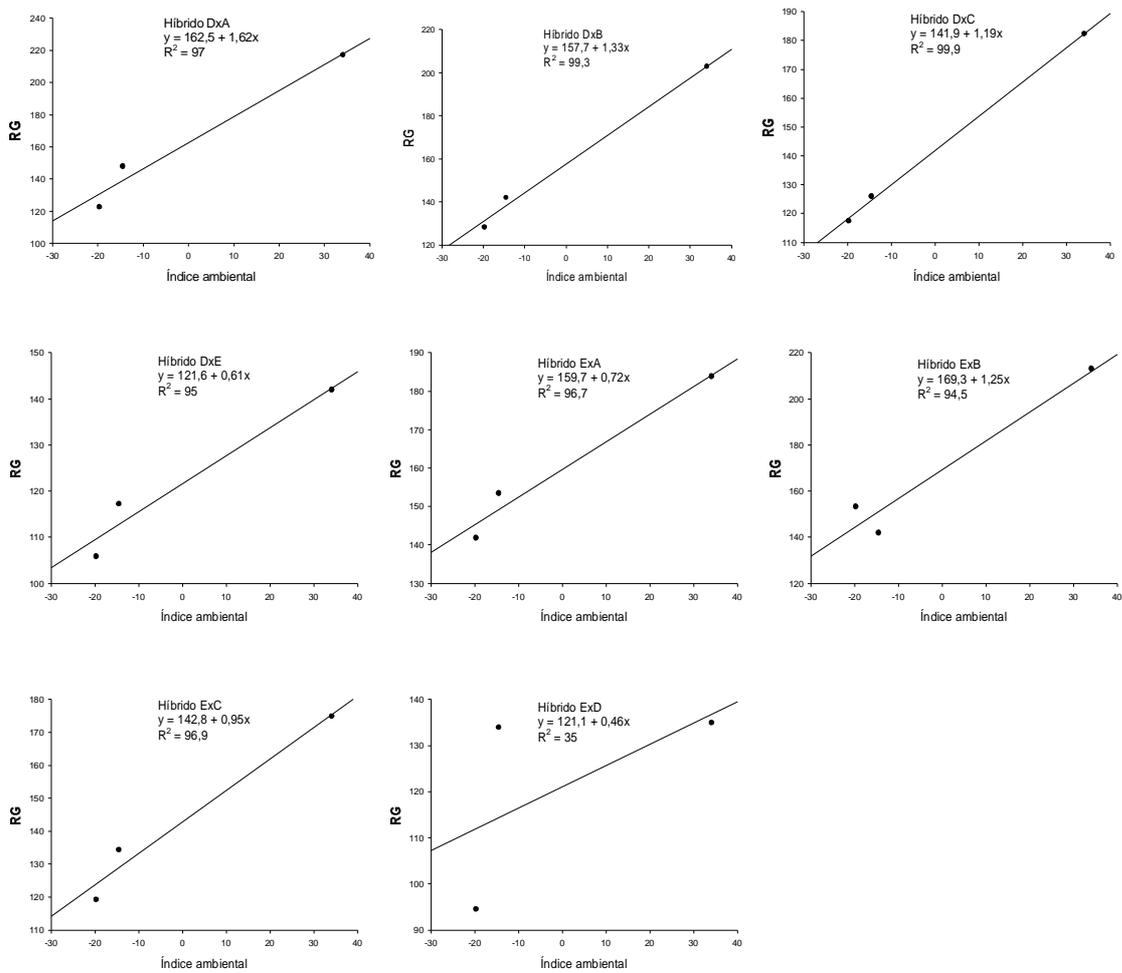


Figura 1 - Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG, e Chapadão do Céu, GO) quanto ao rendimento de grãos (RG) em kg ha<sup>-1</sup>. (Continuação).

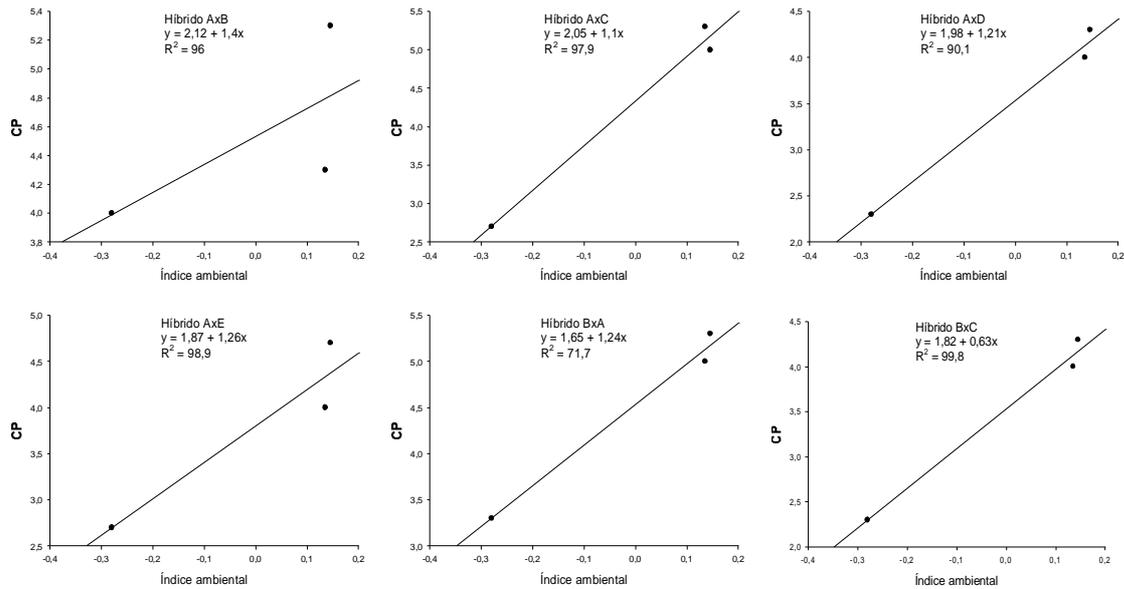


Figura 2 - Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG, e Chapadão do Céu, GO) quanto à severidade à cercosporiose (CP)\*. (Continua...)

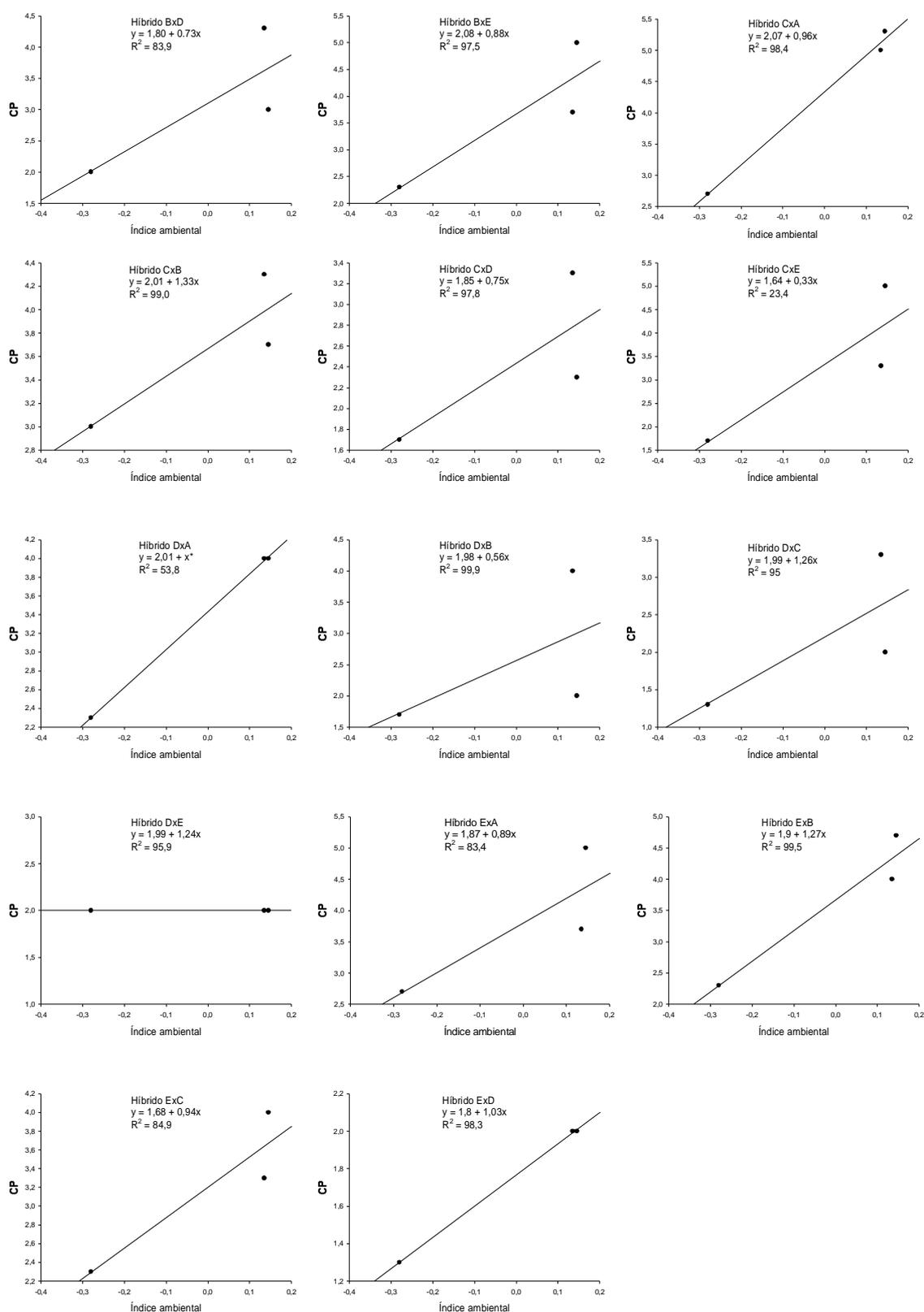


Figura 2 - Adaptabilidade e estabilidade de 20 híbridos avaliados em três ambientes (Água Doce, SC, Iraí de Minas, MG, e Chapadão do Céu, GO) quanto à severidade à cercosporiose (CP)\*.(Continuação).

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 1 e 2 estão demonstrados os vinte híbridos e suas respostas quanto à adaptabilidade e estabilidade aos diferentes ambientes quanto aos caracteres RG e SC, respectivamente. Com base nestas informações, a utilização de alguns híbridos dentro do programa de melhoramento pode ser continuada.

## 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.

O híbrido 5 (BxA) deve ser avaliado em ensaios com índices de ambientes positivos, em ambientes favoráveis, como por exemplo, um novo ensaio no ambiente A<sub>1</sub>.

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, R. et al. Genotype x environment interaction effects on the iron content of common bean grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.3, p.269-274, 2003.

BACKES, R.L. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, p.309-314, 2005.

BARROS, H.B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja, no estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, Umuarama, v.25, p.119-128, 2009.

BRITO, A. H. et al. Efeito da cercosporiose no

rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.32, p.472-479, 2007.

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, p.571-578, 2007.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade, estabilidade de comportamento**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Curso de Pós – Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998, 168p.

CARVALHO, H.W de L. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.1115-1123, 2000.

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

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

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.

OLIVEIRA e SILVA, J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.45-50, 2007.

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

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

VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão

Preto: SBG, 1992. 486 p.

VERMA, M.M., et al. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification.

**Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, p. 89-91, 1978.