

ESTABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS E COMERCIAIS DE MILHO EM QUATRO ÉPOCAS DE PLANTIO

JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE¹, MÁRCIO CARREIRA DOURADO²,
LILIAM SILVIA CANDIDO³

¹Professor Assistente Doutor – Departamento de Biologia e Zootecnia - UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, C.P. 31, CEP. 15.385-000, Ilha Solteira, SP. E-mail: jandrade@bio.feis.unesp.br (autor correspondente).

²Eng. Agrôn. – Mestre em Agronomia – Rua Bahia, 174 – Bairro Pelliciari – CEP 16.901-150 – Andradina, SP, E-mail: dourado.mc@bol.com.br.

³Bióloga – Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas – Departamento de Ciências Exatas – UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, CEP. 14.884-900 – Jaboticabal, SP. E-mail: bioliliam@yahoo.com.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.3, p.390-403, 2005

RESUMO – O desempenho da cultura do milho é altamente influenciado pelas variações ambientais, o que pode resultar em uma média de rendimento baixa e instabilidade, de região para região, de mês para mês e de ano para ano de plantio. No entanto, os efeitos do ambiente podem ser diferentes em cada cultivar, caracterizando a interação genótipo x ambiente, que precisa ser avaliada, no sentido de assegurar uma recomendação mais eficiente de cultivares. Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Ilha Solteira, em Selvíria, MS, com objetivo de avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de 20 híbridos triplos experimentais e dos híbridos comerciais XB 8010, XB 7011, DKB 333B, TORC e P 3041. Os ensaios foram instalados em novembro/2000, dezembro/2000, janeiro/2001 e março/2001, em blocos casualizados, com quatro repetições. Os caracteres avaliados foram: altura de plantas e de espigas, porcentagem de plantas em pé, rendimento de grãos e porcentagem de grãos ardidos. Os híbridos mais responsivos à época mais favorável de plantio foram HS 10 x L2, HS 32 x L2, HS 83 x L3 e TORC, para porcentagem de plantas em pé, e HS 7 x L1, HS 32 x L1, HS 83 x L1, TORC e P 3041, para rendimento de grãos. A melhoria do ambiente também provocou um aumento acentuado na porcentagem de grãos ardidos nos híbridos HS 83 x L1, HS 7 x L1, HS 83 x L3, HS 10 x L3 e P 3041, embora dentro de limites aceitáveis comercialmente.

Palavras-chave: *Zea mays*, híbridos, época de plantio, interação genótipo x ambiente, estabilidade, adaptabilidade, melhoramento genético.

STABILITY AND PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF EXPERIMENTAL AND COMMERCIAL HYBRIDS MAIZE IN FOUR CROPPING SEASONS

ABSTRACT – The performance of maize is highly influenced by environmental variations, what can result in a low yield average, and instability varying from region to region, month to month, and year cropping to year cropping. These environmental effects can be different for each cultivar, characterizing the genotype x environment

interaction, which needs to be evaluated to a more efficient recommendation of cultivars. This work was developed in the experimental farm at Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Ilha Solteira, in Selvíria, Mato Grosso do Sul, in order to evaluate the stability and adaptability of 20 experimental three-way - hybrid crosses and the commercial hybrids XB 8010, DKB 333B, TORK and P 3041. The experiments were installed in November/2000, December/2000, January/2001 and March/2001 in a completely randomized blocks design with four replications. The evaluated traits were: plant height, ear height, percentage of erect plants, grain yield and percentage of burned grains. The most responsive hybrids to the most favorable crop season were HS 10 x L2, HS 32 x L2, HS 83 x L3 and TORK for the percentage of erect plants and HS 7 x L1, HS 32 x L1, HS 83 x L1, TORK and P 3041 for grain yield. Under these improved environments, an increase on the percentage of burned grains incidence was detected for the hybrids HS 83 x L1, HS 7 x L1, HS 83 x L3, HS 10 x L3 and P 3041, although this increase was within commercially acceptable levels.

Key words: hybrids, crop season, genotype and environment interaction, stability, adaptability, genetic improvement.

O milho é uma das espécies cujo desempenho é altamente influenciado pelas variações do ambiente, o que pode resultar em uma média de rendimento baixa e instabilidade, de região para região, de mês para mês e de ano para ano de plantio. Constata-se, na prática, acentuada variação no rendimento do milho entre locais, entre anos agrícolas e entre épocas de plantio dentro do mesmo ano agrícola, ao longo dos anos, especialmente devido a fatores de natureza ambiental, como ilustrado pelo rendimento médio do estado de São Paulo, que é de 4085 kg ha⁻¹, comparado à média nacional de 3451 kg ha⁻¹ (Milho *et al.*, 2004). Portanto, uma criteriosa análise da estabilidade do comportamento das cultivares frente às flutuações ambientais é recomendável, buscando identificar aquelas específicas para determinados ambientes e aquelas que se comportam razoavelmente bem em diversos ambientes.

A essa resposta diferenciada das cultivares com a variação do ambiente denomina-se interação genótipo e ambiente. Isso significa que os efeitos genéticos e ambientais não são inde-

pendentes, uma vez que as respostas fenotípicas dos genótipos podem diferir com as variações ambientais. Para se constatar a presença e também estimar a magnitude da interação, é necessário avaliar os genótipos em vários ambientes. Contudo, é possível reduzir os custos e o tempo de experimentação, simulando variações ambientais, por meio de níveis de fertilizantes e épocas de plantio, além de outros fatores que podem ser controlados (Ribeiro *et al.*, 2000).

Os conceitos de estabilidade e adaptabilidade e a maneira de quantificá-las têm sido objetos de muita controvérsia entre melhoristas. Esse conceito pode ser definido de várias maneiras, dependendo do ponto de vista do cientista em relação ao problema. Lerner (1954) definiu homeostase como a capacidade de um genótipo ajustar-se ao ambiente, como um mecanismo de auto-regulação, podendo, nesse nível, ser abordada como homeostase genética. Para Lewis (1954), a estabilidade genética relaciona-se com a capacidade das populações, ou dos indivíduos, de produzirem um número limitado de fenótipos sob diferentes condições de ambiente. Simmonds

(1962) definiu adaptabilidade como o potencial genético de variação inerente ao genótipo e que lhe confere a capacidade de originar novos genótipos ou populações adaptadas a diferentes ambientes. O termo adaptação foi definido pelo mesmo autor como de natureza estática e relaciona-o com o nível de ajustamento de um genótipo a um ambiente específico, ou seja, a adaptação refere-se à habilidade de sobrevivência frente às condições seletivas do local.

No método proposto por Eberhart & Russel (1966), os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade são, respectivamente, o coeficiente de regressão dos fenótipos em relação aos ambientes e a variância dos desvios dessa regressão. Portanto, um genótipo com coeficiente de regressão maior que 1,0 possui um comportamento melhor em ambientes favoráveis, enquanto aquele que apresenta coeficiente de regressão menor que 1,0 é tido como de desempenho melhor em ambientes desfavoráveis. A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão fornecem uma estimativa da previsibilidade do material. Oliveira (1976) comparou seis metodologias e concluiu que o método de Eberhart & Russel (1966) foi um dos mais informativos. Para Murakami *et al.* (2004), é notório o uso da metodologia de Eberhart & Russel (1966) para estudo da adaptabilidade e estabilidade, muito provavelmente devido à sua praticidade e aos resultados satisfatórios.

Estudos da interação cultivares e ambientes, para rendimento de grãos, utilizando a metodologia de Eberhart & Russel (1966), são comuns na literatura (Ruschel *et al.*, 1987; Gama *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2000; Nunes *et al.*, 2002). Os ambientes utilizados são os mais variáveis, como anos agrícolas (Ruschel *et al.*, 1987), anos agrícolas e locais (Carvalho *et al.*, 2002b), apenas locais no mesmo ano (Gama *et al.*, 2000)

e níveis de fertilidade (Ribeiro, *et al.*, 2000). Os tipos de cultivares utilizadas também são variáveis, envolvendo híbridos dos mais diferentes tipos e variedades.

Alguns trabalhos têm procurado relacionar a estabilidade de rendimento com a base genética das diferentes cultivares. Existe uma tendência de cultivares de base genética mais larga mostrarem maior estabilidade que as de base genética estreita, devido ao grande número de genótipos que as constituem (Ruschel, 1968; Lemos, 1976). Por outro lado, também são relatados resultados mostrando melhor estabilidade de genótipos de base genética estreita, sendo justificados pela heterozigose da maioria de seus locos, tendo, então, maior eficiência em aproveitar a melhoria do ambiente, em relação àqueles que possuem sua constituição genética oriunda da mistura de genótipos (Ruschel & Pentead, 1970; Costa, 1976). Nesse caso, sobressaem-se os híbridos simples, com maior eficiência para desenvolvimento de tal capacidade. Na literatura recente também encontram-se trabalhos nos quais as cultivares apresentaram o mesmo comportamento em relação à estabilidade, independentemente de serem híbridos simples, híbridos duplos, híbridos triplos ou variedades (Carvalho *et al.*, 2002a; Carvalho *et al.*, 2002b).

Com o crescimento das áreas cultivadas em várias regiões brasileiras consumidoras de sementes e com a alta tecnologia empregada por alguns agricultores, é preciso assegurar uma recomendação mais eficiente de cultivares, desenvolvendo-se um estudo regional para as cultivares lançadas no mercado, levando em conta a interação genótipo x ambiente, procurando caracterizá-las quanto à adaptabilidade e estabilidade. Experimentos que investiguem épocas adequadas de plantio e o comportamento de cultivares em face das diferentes condições

ambientais assumem caráter primordial para indicação de cultivares (Prado *et al.*, 2001).

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de 20 híbridos triplos experimentais e cinco híbridos comerciais e, como objetivo específico, identificar híbridos experimentais promissores para avaliações em ensaios oficiais, visando à produção de possíveis novos híbridos comerciais.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em uma área experimental pertencente à UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, apresentando as coordenadas geográficas 20°22' sul e 51°22' oeste, com altitude de 335 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo AW, com temperatura média anual de 25 °C, precipitação anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (Hernandez *et al.*, 1995). O solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico, típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd) (Embrapa, 1999).

Foram obtidos 20 híbridos triplos, utilizando-se cinco linhagens da UNESP – Campus

de Ilha Solteira (L1 - 23.3.2, L2 - 50.2.1, L3 - 50.3.1, L4 - 50.4.1 e L5 - 53.2.1) e quatro híbridos simples (HS 7, HS 10, HS 32 e HS 83) da SEMEALI - Sementes Antoniali Ltda, localizada em Birigui - SP. As linhagens foram retiradas da população ESALQ - PB1, obtida no Instituto de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba – SP (Miranda Filho, 1974). Como se percebe pela numeração, as linhagens dois, três e quatro são aparentadas.

Os híbridos triplos experimentais foram identificados da seguinte maneira: HS 7 x L1, HS 7 x L2, HS 7 x L3, HS 7 x L4, HS 7 x L5, HS 10 x L1, HS 10 x L2, HS 10 x L3, HS 10 x L4, HS 10 x L5, HS 32 x L1, HS 32 x L2, HS 32 x L3, HS 32 x L4, HS 32 x L5, HS 83 x L1, HS 83 x L2, HS 83 x L3, HS 83 x L4 e HS 83 x L5. Foram incluídos cinco híbridos comerciais (Tabela 1) que, além de participarem do estudo, serviram como testemunhas.

Os 20 híbridos triplos mais os cinco híbridos comerciais foram avaliados em quatro épocas (novembro e dezembro/2000, janeiro e março/2001), em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,85 m

TABELA 1. Híbridos comerciais participantes do estudo de estabilidade e adaptabilidade. Selvíria, MS, 2000/01.

Híbrido	Empresa	Tipo	Ciclo
XB 8010	Semeali	Duplo	Superprecoce
XB 7011	Semeali	Triplo	Precoce
P 3041	Pioneer	Triplo	Precoce
TORK	Syngenta	Simples	Superprecoce
DKB 333 B	Monsanto	Triplo	Semiprecoce

entre linhas e 0,214 m entre plantas, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais da parcela (8,50 m²).

A adubação de base foi realizada de acordo com a análise química do solo e recomendações de Cantarella *et al.* (1996), para rendimento médio esperado de 8 a 10 t ha⁻¹, sendo aplicados 323 kg ha⁻¹ da fórmula 9,3-18,6-15,5, preparada na fazenda.

O plantio foi realizado em sistema convencional, utilizando-se matracas manuais para a distribuição de duas sementes por cova, em solo previamente adubado e demarcado, com a utilização de adubadora tratorizada. Na operação de adubação e demarcação, também foi realizada a aplicação de carbofuran (20 g ha⁻¹), no sulco, em formulação granulada, visando o controle de pragas de solo. Em todas as épocas de plantio, foi realizado o desbaste, no estágio de quatro folhas estabelecidas.

O controle de plantas daninhas foi realizado através da aplicação de 1,8 kg de Metalachlor mais 1,2 kg de Atrazina/ha, em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas.

Foi realizada adubação nitrogenada em cobertura, em duas épocas, sendo a primeira no estágio de quatro folhas estabelecidas, aplicando-se 300 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-15. No estágio de sete para oito folhas foram aplicados 133 kg ha⁻¹ de uréia, totalizando uma dose de 120 kg ha⁻¹ de N e 45 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura.

Os seguintes caracteres foram avaliados:

- altura de plantas - distância medida em m, desde o nível do solo até o ponto de inserção da última folha, tomada como média de cinco plantas;
- altura de espigas - distância medida em m, desde o nível do solo até o ponto de inserção da espiga principal, tomada como média de cinco plantas;
- porcentagem de plantas em pé - calculada e transformada para $\sqrt{x+0,5}$, com base no

dados de plantas tombadas (ângulo > 20° em relação à vertical), plantas com quebraimento de colmo abaixo da espiga e estande final da parcela; d) rendimento de grãos - obtido em kg ha⁻¹ a partir da massa de grãos produzidos na parcela e corrigido para umidade de 13%; e) porcentagem de grãos ardidos - calculada a partir de uma amostra homogênea de aproximadamente 130 g, separando-se os grãos de boa qualidade e transformada para $\sqrt{x+0,5}$.

Os experimentos foram analisados individualmente, para verificação da homogeneidade dos quadrados médios residuais, e conjuntamente, além de se aplicar o teste de Scott - Knott (1974), para comparação de médias.

Nas análises de estabilidade e adaptabilidade, empregou-se o método proposto por Eberhart & Russel (1966), utilizando-se o programa Genes V.2001.0.0 (Cruz, 2001). De acordo com esse método, a interação genótipo e ambiente, para um genótipo *i*, apresenta um componente linear, expresso pelo coeficiente de regressão *b_i*, e um componente não linear, denominado de desvio da linearidade e denotado por S²_{di}. Ambos são relevantes na determinação da adaptabilidade e da estabilidade, respectivamente, manifestadas pelo genótipo, quando submetido à diversificação ambiental. O desvio da linearidade é um parâmetro discriminatório relevante também na identificação daqueles genótipos de comportamento previsível.

Resultados e Discussão

As diferenças entre híbridos foram significativas para o caráter rendimento (Tabela 2) e altura de plantas, nas épocas 1, 2 e 4. Também foram verificadas diferenças significativas em todas as épocas para porcentagem de grãos ardidos e porcentagem de plantas em pé e, nas épocas 3 e 4 para altura de espigas. Tais diferenças

TABELA 2. Médias do caráter rendimento de grãos, em kg ha⁻¹, nas quatro épocas de plantio. Selvíria, MS, 2000/01.

Híbridos	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4
HS 7 X L 1	7850,0 a	5244,4 b	3325,6 a	1816,4 c
HS 7 X L 2	6529,0 b	4871,4 b	2996,3 a	2377,5 b
HS 7 X L 3	6860,3 b	6067,5 a	3290,9 a	1863,2 c
HS 7 X L 4	6493,3 b	4425,7 b	3894,5 a	2496,0 a
HS 7 X L 5	7429,4 a	5915,6 a	3727,7 a	2146,2 b
HS 10 X L1	7839,3 a	5338,5 a	3048,6 a	2239,2 b
HS 10 X L2	6764,0 b	5660,0 a	2731,4 a	1873,9 c
HS 10 X L3	6116,2 b	4271,0 b	2713,0 a	1722,4 c
HS 10 X L4	6224,9 b	4460,9 b	3317,9 a	2078,4 b
HS 10 X L5	7934,7 a	5101,7 b	2877,7 a	2197,2 b
HS 32 X L1	8470,2 a	6382,9 a	3381,0 a	2132,2 b
HS 32 X L2	7668,7 a	5515,5 a	3724,7 a	2061,4 b
HS 32 X L3	7102,3 b	5093,0 b	3544,7 a	2188,3 b
HS 32 X L4	7111,5 b	4448,7 b	3020,1 a	2179,1 b
HS 32 X L5	8233,5 a	5619,6 a	4066,3 a	2178,3 b
HS 83 X L1	7576,8 a	5611,2 a	2483,2 a	1583,9 c
HS 83 X L2	7502,1 a	5025,4 b	2899,0 a	1871,0 c
HS 83 X L3	7240,0 b	4236,8 b	2880,0 a	1819,3 c
HS 83 X L4	6488,5 b	4350,9 b	4064,1 a	2732,2 a
HS 83 X L5	7199,9 b	4617,5 b	2846,9 a	2075,8 b
DKB 333 B	7791,6 a	5929,7 a	3714,7 a	2810,4 a
P 3041	8215,7 a	6018,4 a	2769,7 a	1061,4 d
TORK	8539,8 a	6901,5 a	3462,9 a	1885,9 c
XB 7011	8191,9 a	5901,4 a	2778,4 a	2700,5 a
XB 8010	8346,8 a	5891,0 a	3777,0 a	2429,7 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

foram confirmadas na análise conjunta (Tabela 3), na qual o teste F foi significativo ($P < 0,01$) para todos os caracteres. As diferenças entre épocas também foram significativas para todos os caracteres, sendo que o rendimento médio diminuiu linearmente à medida que se retardou o plantio, concordando com resultados de Ribeiro *et al.* (2000) e Nunes *et al.* (2002), que identifica-

ram os meses de outubro e novembro como ideais para plantio de milho em Minas Gerais. Na região noroeste de São Paulo, a tendência tem sido a mesma.

Para os caracteres porcentagem de plantas em pé, rendimento de grãos e porcentagem de grãos ardidos, foi verificada interação significativa entre híbridos e épocas (Tabela 3). Por isso,

TABELA 3. Quadrados médios das análises de variância conjuntas para altura de plantas (AP em m), altura de espiga (AE em m), porcentagem de plantas em pé (PP), rendimento (R em kg ha⁻¹) e porcentagem de grãos ardidos (GRA). Selvíria, MS, 2000/01.

F.V.	G.L.	AP	AE	PP	R	GRA
ÉPOCAS(E)	3	3,38**	1,22**	4601,30**	551431962*	22,36**
HÍBRIDOS (H)	24	0,12**	0,12**	228,03**	2441501**	1,14**
E X H	72	0,01	0,01	104,62**	1077509**	0,53**
ERRO	288	0,01	0,01	37,16	334493	0,23
MÉDIAS	---	2,14	1,29	37,40	4526,05	2,43
CV (%)	---	5,22	8,02	16,30	12,77	19,78

** , * - Significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

esses caracteres foram submetidos à análise de estabilidade e adaptabilidade, cujos parâmetros encontram-se nas Tabelas 4, 5 e 6.

Para porcentagem de plantas em pé (Tabela 4), constatou-se que houve diferença significativa entre os híbridos. Os híbridos foram divididos em dez grupos e o melhor grupo foi representado por TORK, XB 7011 e HS 83 x L5 que, em média, tiveram 88,41% de plantas em pé, no momento da colheita, e o pior grupo, representado pelo híbrido HS 32 x L2, que teve 69,22% de plantas em pé no momento da colheita. Também foi possível observar coeficientes de regressão significativamente superiores à unidade para os híbridos HS 10 x L2, HS 32 x L2, HS 83 x L3 e TORK, o que sugere grande capacidade dos mesmos em explorar vantajosamente a melhoria do ambiente. Além disso, a variância

dos desvios de regressão não significativa e os altos coeficientes de determinação permitiram constatar que são genótipos estáveis e previsíveis para tal caráter. Por outro lado, os híbridos HS 10 x L1, HS 32 x L4, HS 7 x L5, HS 83 x L5, XB 7011 e DKB 333B mostraram pequena sensibilidade, com desempenho menos que proporcional à melhoria do ambiente, sendo particularmente adaptados a ambientes desfavoráveis (coeficientes de regressão inferiores à unidade). Para os demais híbridos, os coeficientes de regressão foram iguais a um, o que os caracteriza como tendo desempenho diretamente proporcional à melhoria do ambiente.

Também foram observadas variâncias dos desvios de regressão significativas para plantas em pé, nos híbridos HS 7 x L2, HS 7 x L3, HS 32 x L4, HS 7 x L5, HS 83 x L5 e DKB 333B, in-

TABELA 4. Médias (μ_i), coeficientes de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão (S_{di}^2) e coeficientes de determinação (R_i^2) para porcentagem de plantas em pé, em 25 híbridos de milho, obtidos pelo método de Eberhart & Russel (1966). Selvíria, MS, 2000/01.

Híbridos	μ_i	b_i	S_{di}^2	R_i^2
HS 83 x L5	88,99 a	-0,00003**	0,300*	6,510
HS 10 x L5	87,10 b	0,659	-0,013	71,124
HS 32 x L5	86,73 b	0,494	-0,124	88,898
HS 7 x L1	84,14 c	1,015	-0,142	99,407
HS 7 x L5	83,77 c	0,135**	0,658**	1,690
HS 32 x L3	83,58 c	0,647	-0,118	91,588
HS 83 x L4	82,85 d	0,841	-0,106	92,872
HS 7 x L4	82,31 d	0,667	-0,124	93,696
HS 83 x L1	82,12 d	1,015	-0,134	98,351
HS 7 x L2	80,32 e	1,493	0,640**	68,145
HS 10 x L1	79,78 e	0,415*	0,071	37,368
HS 10 x L4	78,53 f	1,134	-0,074	93,040
HS 32 x L1	78,17 f	0,980	-0,077	91,285
HS 7 x L3	78,17 f	1,439	0,344*	76,117
HS 32 x L4	77,11 g	0,226**	0,331*	7,517
HS 83 x L2	76,41 g	1,232	-0,138	99,253
HS 83xL3	74,49 h	1,948**	0,195	89,327
HS 10 x L2	73,63 h	1,727**	-0,023	94,794
HS 10 x L3	71,07 i	1,330	-0,104	96,899
HS 32 x L2	69,22 j	1,720*	-0,100	97,951
TORK	88,22 a	2,980**	0,191*	87,731
XB 7011	88,04 a	0,352*	-0,065	53,601
DKB 333 B	86,92 b	0,195**	0,282*	6,316
XB 8010	81,04 e	1,055	-0,134	98,487
P 3041	76,94 g	1,288	0,137	81,500
Média geral	80,00	--	--	--

** , * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste t ($b_i = 1$) e [$F(S_{di}^2 = 0)$]. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

dicando serem instáveis e imprevisíveis em face das alterações do ambiente. Para os demais híbridos os desvios de regressão não significativamente diferente de zero permitem considerar que são estáveis e de comportamento previsível para tal caráter. O destaque para esse caráter fica para

os híbridos HS 32 x L5 e HS 10 x L5, com médias próximas às melhores testemunhas (TORK e DKB 333B), além de resposta proporcional à melhoria do ambiente e comportamento estável.

Para rendimento de grãos (Tabela 5), os híbridos foram classificados em dois grupos, pelo

TABELA 5. Médias (μ_i), coeficiente de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão (S^2_{di}) e coeficientes de determinação (R_i^2) para rendimento de grãos em kg ha⁻¹, em 25 híbridos de milho, obtidos pelo método de Eberhart & Russel (1966). Selvíria, MS, 2000/01.

Híbridos	μ_i	b_i	S^2_{di}	R_i^2
HS 32 x L1	5091,57 a	1,219**	-3937,819	0,9935
HS 32 x L5	5024,42 a	1,082	63304,329	0,9850
HS 32 x L2	4742,58 a	1,021	-22830,336	0,9930
HS 7 x L 4	4737,82 a	0,764**	369745,986**	0,9143
HS 7 x L1	4726,86 a	1,138*	-13573,381	0,9935
HS 10 x L1	4616,39 a	1,068	-23201,058	0,9936
HS 10 x L5	4527,81 b	1,093	72100,742	0,9844
HS 32 x L3	4482,09 b	0,897	-51497,935	0,9951
HS 7 x L5	4432,22 b	0,914	347682,729**	0,9413
HS 83 x L4	4408,91 b	0,634**	216827,093*	0,9472
HS 83 x L2	4324,36 b	1,060	-58924,768	0,9973
HS 83 xL1	4321,26 b	1,176*	71201,767	0,9866
HS 7 x L2	4286,78 b	0,818*	8031,013	0,9837
HS 10 x L2	4257,30 b	0,973	209856,474*	0,9639
HS 7 x L3	4221,43 b	0,911	-44696,767	0,9943
HS 32 x L4	4189,84 b	0,909	81283,833	0,9764
HS 83 x L5	4185,01 b	0,961	27117,812	0,9857
HS 83 x L3	4044,00 b	0,985	16228,729*	0,9703
HS 10 x L4	4020,50 b	0,746**	-33114,777	0,9891
HS 10 x L3	3705,38 b	0,816*	-78657,592	0,9991
TORK	5197,49 a	1,286**	252225,916**	0,9760
XB 8010	5111,11 a	1,100	-76653,430	0,9993
DKB 333 B	5061,58 a	0,953	-65145,818	0,9975
XB 7011	4918,06 a	1,102	234806,441**	0,9693
P 3041	4516,29 b	1,361**	50470,790	0,9913
Média geral	4526,04	--	--	--

** , * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste t ($b_i = 1$) e [F ($S^2_{di} = 0$)]. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knot a de 5% de probabilidade.

teste de Scott – Knott (1974). No grupo a, a maior média (5197 kg ha⁻¹) foi do TORK e a menor (4616 kg ha⁻¹) foi do HS 10 x L1. Por outro lado, no grupo b, a maior média foi do P 3041, com rendimento de 4516 kg ha⁻¹ e a menor foi do HS 10 x L3, com rendimento de 3705 kg ha⁻¹. Os híbridos triplos com maior média de rendimento foram HS 32 x L1 (5091 kg ha⁻¹), HS 32 x L5 (5024 kg ha⁻¹), HS 32 x L2 (4742 kg ha⁻¹), HS 7 x L4 (4738 kg ha⁻¹), HS 7 x L1 (4727 kg ha⁻¹) e HS 10 x L1 (4616 kg ha⁻¹).

Para os híbridos HS 7 x L1, HS 32 x L1, HS 83 x L1, TORK e P 3041, os coeficientes de regressão foram superiores à unidade, caracterizando-os como híbridos com grande capacidade de explorar vantajosamente os estímulos ambientais, sendo altamente responsivos em ambientes favoráveis, podendo ser indicados para produtores de alta tecnologia. Tais híbridos produziram, em média, 8.182,4 kg ha⁻¹ no melhor ambiente (época 1), contra 1.695 kg ha⁻¹ no pior ambiente (época 4). Além disso, com exceção do TORK, as variâncias dos desvios de regressão não foram significativas e o coeficiente de determinação foi alto, sendo, portanto considerados como híbridos estáveis e previsíveis diante de alterações ambientais. Carvalho *et al.* (2001) também identificaram o híbrido P 3041 como altamente produtivo em ambientes favoráveis, na região Nordeste. Porém, esses resultados são diferentes dos obtidos por Gama *et al.* (2000), que indicaram o mesmo híbrido como sendo de baixa previsibilidade e estabilidade. Por outro lado, os híbridos HS 7 x L2, HS 10 x L3, HS 7 x L4, HS 10 x L4 e HS 83 x L4 tiveram coeficientes de regressão inferiores à unidade, evidenciando a pequena sensibilidade, com desempenho menos que proporcional à melhoria do ambiente, sendo particularmente adaptados e indicados para ambientes desfavoráveis. Os demais híbridos ca-

racterizaram-se como tendo desempenho diretamente proporcional à melhoria do ambiente (coeficientes de regressão iguais a um). Dentre eles, o rendimento dos híbridos HS 10 x L1, HS 32 x L2, HS 10 x L5, HS 32 x L5, XB 8010 e XB 7011 foi superior à média geral, indicando elevada adaptabilidade a todos os ambientes.

As variâncias dos desvios da regressão foram diferentes de zero para os híbridos HS 10 x L2, HS 83 x L3, HS7 x L4, HS 83 x L4, HS 7 x L5, XB 7011 e TORK, indicando serem instáveis e imprevisíveis quanto ao rendimento. Por ser o TORK um híbrido simples, esse resultado foi diferente das observações de Ruschel & Penteadó (1970) e Costa (1976), os quais afirmaram que o híbrido simples sempre apresenta maior estabilidade que os híbridos triplos e duplos, de bases mais amplas. Para os demais híbridos estudados, as variâncias dos desvios foram não significativas, o que indica serem híbridos estáveis e de comportamento altamente previsível quanto ao rendimento.

Dentre os híbridos triplos, destacaram-se HS 7 x L1 e HS 32 x L1, para alta tecnologia, e HS 32 x L5, HS 32 x L2 e HS 10 x L1, com uma boa média de rendimento, respostas proporcionais à melhoria do ambiente e estabilidade. Não foi possível destacar híbridos com boa média de rendimento, estáveis e adaptados a ambientes menos favoráveis. Porém, os híbridos HS 7 x L4 e HS 83 x L4, com uma boa média (4738 kg ha⁻¹ e 4409 kg ha⁻¹, respectivamente) e coeficientes de regressão menores que 1, podem ser indicados para prosseguir no programa, embora as variâncias dos desvios tenham sido diferentes de zero. Essa indicação baseia-se nos altos coeficientes de determinação (0,91 e 0,95), que podem ser usados como parâmetros auxiliares, nesses casos (Cruz & Regazzi, 1994).

As médias de porcentagem de grãos ardidos (Tabela 6) permitiram constatar diferenças entre os híbridos, sendo os mesmos divididos em seis grupos, em que os dois melhores foram representados por HS 7 x L2, HS 32 x L2, HS 32 x L3, HS 32 x L5, HS 7 x L5 e HS 10 x L5 (média de 3,93%). É importante salientar que o desem-

penho de tais híbridos experimentais foi superior ao das testemunhas, notando-se também maior participação do parental HS 32 nos mesmos. O pior desempenho foi do HS 83 x L1, com 8,98% de grãos ardidos.

Os híbridos HS 10 x L1, HS 83 x L1, HS 10 x L2 e P 3041, com coeficientes de regressão

TABELA 6. Médias (μ_i), coeficientes de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão (S^2_{di}) e coeficientes de determinação (R^2_i) para porcentagem de grãos ardidos, em 25 híbridos de milho, obtidos pelo método de Eberhart & Russel (1966). Selvíria, MS, 2000/01.

Híbridos	μ_i	b_i	S^2_{di}	R^2_i
HS 10 x L5	3,03 g	0,949	0,180**	55,009
HS 7 x L5	3,74 g	0,722	-0,034	88,093
HS 32 x L2	4,12 f	0,215	-0,005	22,675
HS 32 x L5	4,12 f	1,110	-0,016	90,815
HS 32 x L3	4,25 f	0,794	0,121*	53,322
HS 7 x L2	4,29 f	0,473	-0,025	69,801
HS 32 x L4	4,83 e	1,347	0,217**	68,090
HS 7 x L 3	5,11 e	0,291**	-0,017	40,861
HS 10 x L4	5,30 e	0,393*	-0,021	58,906
HS 83 x L4	5,50 e	0,258**	-0,035	49,895
HS 83 x L5	5,50 e	0,867	0,116*	58,988
HS 32 x L1	5,65 e	1,112	-0,014	90,494
HS 7 x L 4	5,95 d	0,618	-0,003	69,688
HS 10 x L2	6,00 d	1,742**	-0,049	99,308
HS 10xL1	6,05 d	1,913**	-0,031	97,929
HS 83 x L2	6,05 d	0,445*	0,450**	11,220
HS 10 x L3	6,10 d	1,654*	0,121*	83,170
HS 83 x L3	6,20 d	1,039	-0,056	99,969
HS 7 x L1	6,89 c	1,461	0,075	83,896
HS 83 x L1	8,98 a	1,856**	0,015	93,890
XB 8010	3,86 e	1,049	-0,022	91,317
DKB 333 B	5,11 e	0,433*	0,067	32,694
XB 7011	5,60 e	0,977	0,019	80,168
TORK	5,60 e	1,238	0,011	87,930
P 3041	7,79 b	2,031**	0,220**	82,743
Média geral	5,38	--	--	--

** , * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste t ($b_i = 1$) e [F ($S^2_{di} = 0$)]. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

superiores à unidade e alto coeficiente de determinação (Tabela 6), ajustaram-se bem à equação de regressão. Tais híbridos tiveram um aumento na porcentagem de grãos ardidos de acordo com a melhoria do ambiente. Isto pode ser explicado pelas melhores condições ambientais, que levam a alto rendimento, porém, a alta umidade, proporcionada por períodos chuvosos, favorece a entrada de umidade na ponta da espiga e facilita a entrada de microorganismos. Com exceção do P 3041, os demais híbridos desse grupo tiveram variâncias dos desvios de regressão não significativas, indicando serem híbridos estáveis e previsíveis para tal caráter. Enquanto isso, os híbridos HS 83 x L2, HS 7 x L3, HS 10 x L4, HS 83 x L4 e DKB 333B, com coeficientes de regressão inferiores à unidade, evidenciaram pequena sensibilidade à melhoria do ambiente.

Quanto à estabilidade, os híbridos HS 83 x L2, HS 10 x L3, HS 32 x L3, HS 32 x L4, HS 10 x L5, HS 83 x L5 e P 3041, tiveram desvios de regressão significativos, indicando serem instáveis e imprevisíveis em face das alterações do ambiente. Os demais tiveram variâncias dos desvios de regressão não significativas, sendo estáveis e de comportamento previsível.

Para esse caráter, os coeficientes de regressão de Eberhart & Russel (1966) devem ser interpretados de modo inverso, pois interessam cultivares com média baixa e coeficiente de regressão zero. Dentro do grupo de menor média para grãos ardidos (teste de Scott – Knott, 1974), nenhum coeficiente de regressão próximo de zero foi verificado. No segundo grupo de menor média (Tabela 6), encontram-se os híbridos HS 7 x L3, HS 10 x L4, HS 83 x L4 e DKB 333B que se aproximam da condição $b_i = 1$ e $S_{di}^2 = 0$. Entre eles, destacou-se o HS 7 x L3, com média 5,11%, $b = 0,291$ e $S_{di}^2 = 0,017$. Como as condições climáticas para maior rendimento tendem a favorecer um

aumento na porcentagem de grãos ardidos, coeficiente $b_i = 1$ pode ser considerado razoável.

Conclusões

Os híbridos comerciais mais adaptáveis foram TORK e P 3041, e os mais estáveis foram DKB 333B, P 3041 e XB 8010. Os híbridos experimentais mais adaptáveis foram HS 7 x L1, HS 32 x L1 e HS 83 x L1, e os mais estáveis foram HS 7 x L1, HS 10 x L1, HS 32 x L1, HS 83 x L1, HS 7 x L2, HS 32 x L2, HS 83 x L2, HS 7 x L3, HS 10 x L3, HS 32 x L3, HS 10 x L4, HS 32 x L4, HS 10 x L5, HS 32 x L5 e HS 83 x L5;

Em uma análise geral, considerando os caracteres porcentagem de plantas em pé, rendimento e porcentagem de grãos ardidos, recomendam-se todos os híbridos comerciais para plantio de novembro a janeiro. Para continuidade do processo de avaliação, recomendam-se os híbridos HS 7 x L1, HS 10 x L1, HS 32 x L1, HS 83 x L1, HS 10 x L2, HS 32 x L2, HS 32 x L5, HS 7 x L4 e HS 83 x L4.

Literatura Citada

- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 43-71. (Boletim técnico 100).
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X.; CARDOSO, M. J.; MONTEIRO, A. A. T.; TABOSA, J. N. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 1115-1123, 2000.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; CARVALHO,

- B. C. L. de; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 4, p. 637-644, 2001.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; SANTOS, D. M.; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em diferentes condições ambientais do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 75 - 82, 2002a.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; CARVALHO, B. C. L.; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 11, p. 1581-1588, 2002b.
- COSTA, S. V. **Interação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) x anos x localidades nos estados do Piauí e do Maranhão - Brasil**. 1976. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X. Estabilidade da produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 1143-1149, 2000.
- HERNADEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira : UNESP/FEIS, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- LERNER, I. M. **Genetics homeostasis**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1954. 134 p.
- LEWIS, D. Gene environment interaction: a relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. **Heredity**, Edinburg, v. 8, n. 3, p. 333-356, 1954.
- LEWIS, D. Gene environment interaction: a relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. **Heredity**, Edinburg, v. 8, n. 3, p. 333-356, 1954.
- MIRANDA FILHO, J. B. de. **Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta**. 1974. 115 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 71-78, 2004.

- MILHO. **Agrianual 2004**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, p. 373-395, 2004.
- NUNES, H. V.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, L. V. de; GUIMARÃES, L. J. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho – pipoca por meio de dois métodos de classificação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 78-88, 2002.
- OLIVEIRA, A. C. **Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas**. 1976. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- PRADO, E. E. do; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C. de; UTIMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.
- RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2213-2222, 2000.
- RUSCHEL, R. **Interação genótipo x localidades na região centro-sul em milho (*Zea mays* L)**. 1968. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- RUSCHEL, R.; ELEUTÉRIO, A.; ARAÚJO, N. B.; SERAPHIN, J. C.; SANTOS, G. **Recomendação de cultivares de milho para o Estado de Goiás**. Goiânia: EMGOPA, 1987. 40 p. (EMGOPA.Circular Técnica, 12).
- RUSCHEL, R.; PENTEADO, A. F. Análise dos componentes da variância de duas classes de cultivares de milho e estimativa do progresso genético médio em ensaios de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 3, p. 381-388, 1970.
- SCOOT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SIMMONDS, N. W. Variability in crop plants, its use and conservation. **Biological Reviews**. Cambridge, v. 37. n. 2, p. 433-465, 1962.