

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN (on line) 1981-0997
v.7, n.2, p.196-203, abr.-jun., 2012
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
DOI:10.5039/agraria.v7i2a933
Protocolo 933 - 21/04/2010 • Aprovado em 28/09/2011

Leandro L. Cancellier¹

Flávio S. Afférri²

Joenes M. Peluzio²

Michel A. Dotto²

Fernando F. Leão²

Valdere M. dos Santos²

Correlação dos parâmetros da adaptabilidade e estabilidade para genótipos comerciais de milho avaliados no Tocantins

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e estabilidade e correlacionar seus parâmetros como forma de maximizar as informações a respeito de genótipos de milho no Tocantins. Os experimentos foram instalados em Natividade, Formoso do Araguaia, Brejinho de Nazaré, Gurupi e Palmas em duas épocas de plantio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em quatro repetições, contando com 24 genótipos. Foi avaliada a produtividade e realizada a análise de adaptabilidade e estabilidade, assim como a análise de correlação entre seus parâmetros. A cultivar XGN5320 foi a que mais se destacou com uma alta produtividade média em todos os locais (6389,8 kg ha⁻¹) e o coeficiente de regressão obtido foi 1,16 não diferindo de 1 pelo teste t, o que indica uma boa adaptação a ambientes favoráveis, porém não garante uma boa produtividade em ambientes desfavoráveis. Concluiu-se que os híbridos XGN5320, XGN6370, DAS2B710, XGN6318 e XGN4210 apresentaram produtividades satisfatórias e adaptabilidade e estabilidade às condições em que foram avaliadas. A metodologia da adaptabilidade e estabilidade foi adequada para a caracterização dos genótipos, nas condições estudadas. Foi possível identificar grupos de parâmetros relativos à adaptabilidade, estabilidade e produtividade, quanto à correlação entre eles.

Palavras-chave: Avaliação de cultivar, Eberhart e Russel, *Zea mays* L.

Correlation of the adaptability and stability parameters for commercial maize genotypes evaluated in Tocantins, Brazil

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the adaptability and stability and correlate their parameters to maximize the information about maize genotypes in Tocantins. The experiments were carried out in the cities of Natividade, Formoso do Araguaia, Brejinho of Nazare, Gurupi and Palmas and in two growing seasons, the experimental design was made in randomized blocks with four replications, with 24 genotypes. The productivity was evaluated and the analysis of adaptability and stability, as well as the analysis of correlation between their parameters, were performed. The cultivar XGN5320 stood out with a high average productivity in all locations (6389.8 kg ha⁻¹), and the regression coefficient obtained was 1.16 and not different from a t test, which indicates good adaptation to favorable environments, but does not guarantee a good yield in unfavorable environments. It was concluded that the hybrids XGN5320, XGN6370, DAS2B710, XGN6318 and XGN4210 showed good productivity, adaptability and stability for the evaluated conditions. The adaptability and stability methodology was adequate for the characterization of the genotypes under the conditions studied. It was possible to identify the groups of adaptability, stability and productivity parameters, for the correlation between them.

Key words: Cultivar evaluation, Eberhart & Russel, *Zea mays* L.

¹ Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil. Fone: (35) 3829-1329. E-mail: leandrocancellier@gmail.com

² Universidade Federal do Tocantins, Badejós, Chácaras 69 e 72 lote 07, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi-TO, Brasil. Caixa Postal 66. Fone: (63) 3311-3534. Fax: (63) 3311-3501. E-mail: flavio@uft.edu.br; joenesp@uft.edu.br; micheldotto@hotmail.com; ferleao@uft.edu.br; valderemartins@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O estado do Tocantins apresenta um grande potencial para a produção de milho, como atividade agrícola no período de primavera/verão, devido às características de clima, solo, recursos hídricos, relevo e extensão territorial. Os níveis de produtividade atualmente atingidos no Estado colocam-se bastante abaixo do potencial da cultura, devido, entre outros fatores, à ausência ou desconhecimentos das cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do estado (Nazareno et al., 2008). Segundo Hamawaki & Santos (2003), o uso de cultivares adaptadas é uma das poucas formas de se conseguir acréscimo de produção sem custo adicional. Rasul et al. (2005) reforçaram a importância do uso de cultivares mais estáveis e adaptadas às condições de cultivo onde proporcionariam altas produtividades, contribuindo para sustentabilidade da agricultura.

A presença de interação genótipo x ambiente é ponto crítico nas avaliações de cultivares e pesquisas de melhoramento, influenciando o ganho de seleção e dificultando a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. Balestre et al. (2009) afirmaram que o entendimento das causas da interação genótipo x ambiente são importantes podendo contribuir para identificar condições ideais de teste e para a recomendação de cultivares com melhor adaptação regional. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais em condições específicas ou amplas, (Alves et al., 2006; Garbuglio et al., 2007).

Além de ser de fácil adoção e de não implicar em aumento substancial em capital investido, a utilização de cultivares melhoradas e adaptadas permitirão outros benefícios, tais como tolerância a limitações químicas do solo, doenças e pragas, veranicos, entre outros (Silva et al., 2008).

Para Andrade et al. (2005), uma criteriosa análise da estabilidade do comportamento das cultivares frente às flutuações ambientais é recomendável, a fim de identificar as cultivares específicas para determinados ambientes e as que se comportam razoavelmente bem em diversos ambientes.

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, mas, atualmente, o método mais empregado para se estimar a previsibilidade de um material é pelo coeficiente de determinação (R^2).

Cruz & Regazzi (2004) comentaram que, algumas vezes, pode ocorrer que genótipos, com rendimento médio superior, apresentem σ_{di}^2 estatisticamente diferente de zero. Porém, pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo

em que a estabilidade for baixa. Nestes casos, uma medida auxiliar de comparação entre estes genótipos é o coeficiente de determinação R^2 . Vários autores definem uma cultivar ideal quando esta apresentar baixa resposta nos ambientes desfavoráveis, e alta resposta nos ambientes favoráveis, aliadas a uma alta produtividade.

Para Andrade et al. (2005) e Murakami et al. (2004) é notório o uso da metodologia de Eberhart & Russel (1966) para o estudo da adaptabilidade e estabilidade, muito provavelmente devido à sua praticidade e aos resultados satisfatórios.

Segundo Vencovsky & Barriga (1992) é importante que os diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade resultem nas mesmas informações para a indicação de cultivares, resultando em concordância em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Havendo concordância entre os métodos, em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, há a possibilidade de se escolher aquele de simples execução e de fácil interpretação. No entanto, caso haja discordância entre os métodos, a indicação de cultivares passa a depender do método utilizado, havendo a necessidade de escolha do método mais eficiente (Cargnelutti Filho et al., 2008).

Cargnelutti Filho et al. (2007), Cargnelutti Filho et al. (2008), Di Mauro et al. (2000), Ribeiro et al. (2000), Rosse et al. (2002), Silva & Duarte (2006) e Murakami et al. (2004) realizaram comparações entre metodologias de adaptabilidade e estabilidade, na busca de explorar ao máximo as observações dos efeitos benéficos da interação $G \times A$, demonstrando que as metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de cultivares podem indicar de modo mais visível tais interações. Cargnelutti Filho et al. (2007), estudando adaptabilidade e estabilidade, em cultivares de milho, através de sete métodos distintos de adaptabilidade e estabilidade, indicaram que dependendo do método utilizado, com base em análise de variância, estão associadas à maior estabilidade, porém, entre os métodos estudados, concluíram que o preferido deve ser o de Eberhart & Russell (1966), por considerar simultaneamente a produtividade, a estabilidade e a adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis. Entretanto, como desvantagens, outros autores indicam o fato de o parâmetro de estabilidade ser pouco preciso, e de se fazer uso de um conceito de estabilidade que pode não ser de grande interesse para o melhorista.

O conceito de estabilidade de um genótipo, expresso pela variância mínima entre ambientes, tem sido pouco utilizado pelos melhoristas, possivelmente porque o genótipo que mantém comportamento regular entre os ambientes, pode ser pouco produtivo, em geral. Sabe-se ainda que, esse conceito pode não ser apropriado para avaliar o padrão de comportamento dos genótipos, frente às variações ambientais. Desta forma há uma necessidade de se conhecer a variação dos diferentes parâmetros pertinentes a essa metodologia, juntamente com a produtividade dos genótipos.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a adaptabilidade e estabilidade e correlacionar seus parâmetros como forma de maximizar as informações a respeito de genótipos comerciais de milho no Estado do Tocantins, safra 2007/2008.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em sete locais: Natividade, Formoso do Araguaia, Brejinho de Nazaré, Gurupi e Palmas em duas épocas de plantio (Gurupi 1 e Palmas 1: primeira época de plantio e Gurupi 2 e Palmas 2: segunda época de plantio). As datas de plantio, adubações, data de colheita, localização geográfica e altitude estão descritos na Tabela 1. Em cada localidade, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados; as parcelas constaram de 2 linhas de 4 metros lineares com 4 repetições. Os tratamentos foram as cultivares comerciais: XGN5320, XGN7320, XGN6311, XGN7289, AGN30A06, XGN4210, XGN6370, XGN6318, AGN20A06, CD356, CD319, CD384, CD327, CD397, CD308, CD351, BR106, AL BANDEIRANTE, DSSCAMPEÃO, DSS1001, DAS9364, DAS2B707, DAS2B587 e DAS2B710.

Para a instalação do experimento, foi utilizado o sistema de preparo de solo tipo convencional, com uma gradagem e, após, foram feitos sulcos com o espaçamento de 90 cm entre linha.

O plantio das sementes e a adubação no sulco foram feitos manualmente e a adubação de cobertura foi realizada 30 dias após emergência. As análises químicas dos solos onde foram instalados os experimentos se encontram na Tabela 2. Plantou-se o milho na parcela a fim de obter 60 mil plantas por ha. Os tratos culturais foram realizados com base na recomendação para cultura de Fancelli & Dourado-Neto (2000).

Na área útil da parcela foi avaliada a produtividade (kg ha⁻¹), sendo o resultado do peso dos grãos colhidos na parcela e extrapolado para hectare, com umidade corrigida para 13%.

Com os dados de produtividade, realizou-se a análise de variância por local e o teste de agrupamento pelo método de Scott & Knott a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974) e, posteriormente, foi realizada uma análise de regressão para a avaliação conjunta de todos os locais. Por este motivo, utilizou-se o modelo matemático da metodologia de Eberhart & Russel (1966) que propuseram um método em que a adaptabilidade e estabilidade são determinadas em função do coeficiente de regressão e desvio de regressão, respectivamente:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_{li} \cdot I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} é a média da i-ésima cultivar no j-ésimo local; com $i = 1, 2, \dots, v$ e $j = 1, 2, \dots, n$; μ_i é a média da i-ésima cultivar sobre todos os locais; β_{li} é o coeficiente de regressão que mede a resposta da i-ésima cultivar para diversos locais; δ_{ij} é o desvio da regressão; ϵ_{ij} erro experimental e I_j é o índice ambiental obtido como sendo a média de todas as cultivares no j-ésimo local:

$$I_j = \sum_{ij} \frac{i}{v}$$

Tabela 1. Épocas de realização dos tratos culturais e características de cada localidade, no Estado de Tocantins, safra 2007/2008

Table 1. Periods when the cultural traits were carried out and characteristics of each location, in the State of Tocantins, Brazil, 2007/2008 crop season

	Gurupi 1	Natividade	Palmas 1	Brejinho de Nazaré	Formoso do Araguaia	Palmas 2	Gurupi 2
Data de plantio	06/12/2007	14/12/2007	19/12/2007	21/12/2007	29/12/2007	23/01/2008	30/01/2008
Adubação de plantio (dose)	350 kg	350 kg	350 kg	400 kg	250 kg	400 kg	350 kg
Fórmula do adubo (NPK)	5-25-15	5-25-15	5-25-15	8-30-16	5-25-15	5-25-15	5-25-15
Adubação de cobertura(kg ha ⁻¹ de N)	100	100	100	120	20	100	100
Data da colheita	19/04/2008	18/4/2008	11/4/2008	25/4/2008	01/05/2008	03/05/2008	05/05/2008
Coordenadas geográficas	11°43'45"S 49°04'07"W	11°32'35"S 47°43'47"W	10°10'37"S 48°21'27"W	11°01'01"S 48°36'02"W	11°47'23"S 49°32'23"W	10°23'52"S 48°22'13"W	11°43'45"S 49°04'07"W
Altitude	280 m	323 m	212 m	247 m	240 m	220 m	280 m

Tabela 2. Características químicas dos solos nos sete ambientes avaliados no Estado do Tocantins, safra 2007/2008

Table 2. Chemical traits of the soils in the seven environments evaluated in the State of Tocantins, Brazil, 2007/2008 crop season

Ambientes	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	CTC	V	M.O.
	CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmolc dm ⁻³ %	
Brejinho de Nazaré	5,0	19,9	75,0	2,0	1,0	2,2	5,4	59,2	1,9
Gurupi 1	4,9	4,8	21,8	2,4	1,3	3,4	2,5	42,2	2,4
Gurupi 2	4,8	3,1	31,8	2,4	0,8	4,0	2,5	37,9	2,1
Formoso do Araguaia	4,2	0,9	44,0	0,3	0,3	2,0	0,9	24,9	2,6
Palmas 1 e 2	6,0	8,4	60,0	2,3	1,2	1,5	4,9	70,5	0,7
Natividade	5,5	11,4	65,2	2,1	1,3	1,1	6,1	64,9	3,1

Na análise estatística foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) em substituição ao desvio da regressão (σ_d^2).

O coeficiente de determinação, facilmente calculado e interpretado, é independente das unidades, e as diferenças entre R^2 podem ser estatisticamente testadas. Neste sentido, valores de R^2 igual ou próximo de 1 indicam que a cultivar apresentou pequeno desvio em relação à resposta linear.

Para a realização da análise de correlação foram utilizados os valores do coeficiente da regressão (B), probabilidade do coeficiente de regressão igual a zero (ProbB=1), desvio da regressão (S^2d), probabilidade do desvio da regressão igual zero (ProbS²d =0), coeficiente de determinação (R^2), quadrado médio da regressão (QMREG), valor de F da regressão (Teste F REG) e análise de agrupamento de Scott e Knott a 5% de probabilidade, sendo atribuídas notas de 4 para letra a e 1 para letra d e aplicado o teste t nas correlações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar XGN5320 foi a que mais se destacou com uma alta produtividade média em todos os locais (6389,8 kg ha⁻¹), sendo superior estatisticamente das demais (Tabela 3). É importante observar que para esta cultivar, a variação de produtividade do ambiente com menor produtividade para o maior

foi de 5285,7 kg ha⁻¹, 82,7% da média geral. Este resultado indica que com a melhoria das condições ambientais, a cultivar responde com o aumento de produtividade; isto também pode ser notado na Tabela 4, onde são descritos os coeficientes

de regressão (B) e os coeficientes de determinação (R^2), que são indicativos de quão adaptadas às condições ambientais locais as cultivares estão e quão previsível é sua produção. O coeficiente de regressão da cultivar XGN5320 foi 1,16 e não diferiu de 1 pelo teste t, o que indica uma boa adaptação a ambientes favoráveis, porém não garante uma boa produtividade em ambientes desfavoráveis.

Este resultado concorda com Balestre et al. (2009) que afirmaram que existe alta correção da adaptabilidade dos genótipos com as altas produtividades médias. Porém, Cargnelutti Filho et al. (2008) observaram em seu experimento, avaliando diversos métodos de adaptabilidade e estabilidade, que genótipos com altas produtividades médias não necessariamente serão considerados adaptados e estáveis às condições onde foram avaliados.

O R^2 da cultivar XGN5320 foi de 0,95, indicando uma alta previsibilidade de produção, sendo esta uma característica desejável.

O ambiente torna-se favorável quando possibilita a média de produção das cultivares maior que a média geral de todos os ensaios. Este efeito é observado no experimento de Nati-

Tabela 3. Produtividade (kg ha⁻¹) média das cultivares de milho nos sete ambientes realizados no Estado do Tocantins na safra 2007/2008
Table 3. Mean yield (kg ha⁻¹) of the maize cultivars in all environments evaluated in the State of Tocantins, Brazil, 2007/2008 crop season

Cultivar	Formoso do Araguaia	Gurupi 1	Palmas 2	Gurupi 2	Brejinho de Nazaré	Palmas 1	Natividade	Média Geral
XGN5320	3707,0 aD	5328,5 aC	6148,7 aB	6307,0 aB	6975,0 aB	7270,0 aB	8992,7 aA	6389,8 a
CD319	3445,2 aC	4683,2 aC	4498,0 bC	5602,7 aC	7540,7 aA	5596,7 bB	8244,7 aA	5658,7 b
DAS2B707	2552,7 aC	4575,5 aB	5625,5 aB	5680,2 aB	5352,0 cB	7313,2 aA	8321,7 aA	5631,5 b
DAS2B587	1994,7 aD	4487,2 aC	5841,0 aB	4950,5 bC	7643,0 aA	6803,0 aB	7661,0 aA	5625,7 b
CD351	3010,7 aC	4965,0 aB	4677,0 bB	6470,5 aA	7158,7 aA	5486,0 bB	7251,0 aA	5574,1 b
DAS9364	2309,0 aD	4367,0 aC	4951,0 bC	6165,2 aB	6243,7 bB	6447,0 aB	8186,0 aA	5524,1 b
CD384	2455,2 aC	4698,5 aB	6400,5 aA	5683,4 aB	6663,7 aA	5502,0 bB	6693,0 bA	5450,6 b
XGN6311	3152,0 aD	5548,5 aB	4942,0 bC	6421,0 aB	3220,0 dD	6956,7 aA	7698,0 aA	5419,7 b
CD397	1716,0 aC	5102,2 ab	4792,0 bB	6554,5 aA	5629,2 bB	6304,0 aA	7640,2 aA	5391,1 b
XGN6370	2856,7 aB	5584,2 aA	4896,5 aB	5744,0 aA	5224,0 cA	6195,0 bA	6776,7 bA	5325,3 b
XGN7289	2816,2 aC	4975,7 aB	5023,0 bB	5380,2 bB	6717,7 aA	6458,0 aA	5812,7 bB	5311,9 b
DAS2B710	2170,0 aD	4418,7 aC	6069,2 aB	5123,2 bC	5859,0 bB	5922,0 bB	7373,5 aA	5276,5 b
XGN6318	2531,0 aC	4701,0 aB	5151,2 bB	6045,2 aA	5097,0 cB	5888,2 bA	7134,7 aA	5221,2 b
XGN4210	3038,2 aC	4846,2 aB	4432,5 bB	5142,0 bA	6296,2 bA	5971,2 bA	6091,7 bA	5116,8 b
AGN20A06	2369,7 aD	5258,5 aB	4416,5 bC	6373,0 aA	4348,5 dC	5649,0 bB	7074,2 aA	5069,9 b
CD327	2382,0 aC	4580,5 aB	5083,2 bB	5198,6 bB	5368,2 cB	5504,2 bB	7300,0 aA	5054,4 b
AGN30A06	3159,2 aC	4495,7 aB	4286,7 bB	4556,5 bB	5717,7 bB	4516,2 cB	7726,5 aA	4922,6 b
CD308	2597,0 aC	4449,2 aB	4234,2 bB	4965,7 bB	4761,7 cB	5616,2 bA	6867,0 bA	4784,4 c
CD356	2146,7 aB	4389,5 aA	4599,2 bA	5353,7 bA	5091,5 cA	4943,7 cA	5307,7 bA	4547,4 c
AL BAND.	2016,0 aC	3625,0 aB	3982,7 bB	4455,2 bB	6011,7 bA	5107,0 cA	6473,7 bA	4524,5 c
DSSCAMP.	1667,0 aD	4433,2 aB	3277,2 bC	4863,7 bB	5842,5 bA	3768,2 dC	6323,5 bA	4310,7 d
BR106	2469,7 aC	3214,5 aC	3539,5 bC	4141,7 bB	4455,7 cB	5063,2 cB	6094,7 bA	4139,8 d
XGN7320	2041,0 aC	3890,7 aB	4123,7 bB	4787,5 bB	2665,0 dC	5849,2 bA	5386,5 bA	4106,2 d
DSS1001	1237,0 aC	4224,2 aA	3619,2 bB	4995,5 bA	5516,7 cA	3033,2 dB	5179,0 bA	3972,1 d
Média	2493,3 D	4618,4 C	4775,4 C	5461,7 B	5641,6 B	5715,1 B	6983,7 A	5098,5

Tabela 4. Estimativas das médias de produtividade de grãos, coeficiente de regressão (B) e coeficiente de determinação (R^2) das cultivares de milho avaliadas em sete ambientes no Estado do Tocantins na safra 2007/2008, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Table 4. Estimates of the mean grain yield, regression coefficient (B) and determination coefficient (R^2) of the maize cultivars evaluated in seven environments in the State of Tocantins, Brazil, in the 2007/2008 crop season, according to Eberhart and Russell's (1966) methodology

Cultivar	B	R^2	Produtividade Média
XGN5320	1,16ns	0,95ns	6389,85 a
DAS2B707	1,26*	0,88 *	5631,57 b
DAS2B587	1,34**	0,84 **	5625,78 b
CD351	1,00ns	0,83 *	5574,14 b
DAS9364	1,33**	0,97ns	5524,14 b
XGN6311	0,90ns	0,49 **	5419,75 b
XGN6370	0,85ns	0,89ns	5325,32 b
DAS2B710	1,12ns	0,89ns	5276,53 b
XGN6318	1,00ns	0,93ns	5221,21 b
AGN20A06	0,98ns	0,77 **	5069,92 b
CD327	0,90ns	0,75 **	4922,67 b
AGN30A06	1,00ns	0,83 *	4873,89 b
XGN7320	0,73*	0,53 **	4106,25 d
HS	1,05	0,81	5304,69
CD319	1,08ns	0,77 **	5658,78 b
CD384	0,95ns	0,77 **	5421,00 b
CD397	1,32**	0,94ns	5391,17 b
XGN7289	0,80ns	0,74 *	5311,96 b
XGN4210	0,76ns	0,84ns	5116,89 b
HT	0,98	0,81	5379,96
CD308	0,91ns	0,94ns	4784,46 c
CD356	0,74*	0,85ns	4547,46 c
DSS1001	0,87ns	0,64 **	3972,14 d
HD	0,84	0,81	4434,69
AL BAND.	1,04ns	0,90ns	4524,50 c
DSSCAMP.	1,01ns	0,78 **	4310,78 d
BR106	0,82ns	0,88ns	4139,89 d
VAR	0,96	0,85	4325,06
Média Geral	0,96	0,82	5089,5

Valores médios na coluna seguidos de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: diferente significativamente de 1 a 5%, 1% e não significativo de um pelo teste T.

vidade, no qual a média da cultivar menos produtiva foi de 5179 kg ha⁻¹ (DSS1001), 80,5 kg ha⁻¹ a mais que a média geral dos ambientes e, em relação ao ambiente de menor média (Formoso do Araguaia), foi 280% mais produtivo. Também é interessante observar que, para os ambientes de Formoso do Araguaia e Gurupi 1 (primeira época de plantio), não se obteve diferença significativa entre os tratamentos; coincidentemente, foram os ambientes de menor média produtiva.

A produtividade apresentou valores variando de 3972 (DSS1001) a 6390 (XGN5320) kg ha⁻¹, com média de 5089 kg ha⁻¹. A cultivar superior, pelo teste de Scott e Knott, foi XGN5320, obtendo bons valores nos demais parâmetros: 1,14 para adaptabilidade, indicando "responsividade" produtiva em ambientes favoráveis; R^2 (%) de 94,9, demonstrando comportamento linear (elevada previsibilidade); e S²d baixo, resultan-

do em elevada probabilidade para ser igual a zero, compatível com R^2 (%). Esta produtividade está próxima à encontrada por Pasqualetto & Costa (2001), pesquisando no estado de Goiás, que encontraram uma produtividade média de aproximadamente de 6500 kg ha⁻¹. Produtividade esta que está acima da média esperada no Estado do Tocantins, estimada em 2695 kg ha⁻¹ de acordo com dados obtidos pela CONAB (2010), demonstrando que há a possibilidade de aumento da produtividade média do Tocantins. A cultivar de menor produtividade foi DSS1001, com 3972 kg ha⁻¹.

As cultivares DSSCAMPEÃO, BR106, XGN7320 e DSS1001 foram estatisticamente inferiores às demais, apresentando uma produtividade média de 4310,7, 4139,8, 4106,2 e 3972,1 kg ha⁻¹ respectivamente; ainda sim, estas médias se encontram acima da produtividade média do Estado do Tocantins na mesma safra, com 2842 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010).

A cultivar BR106, mesmo obtendo uma produtividade média inferior às demais, apresentou um coeficiente de regressão de 0,82, que não se difere de 1 estatisticamente, mostrando ser uma cultivar adaptada às condições locais, provando que além de adaptada, esta cultivar possui um comportamento altamente previsível em relação à produtividade. Resultado semelhante foi encontrado por Hamawaki & Santos (2003) para a mesma cultivar, com um valor de coeficiente de regressão de 0,84 e de determinação de 0,94.

Para as cultivares DSSCAMPEÃO e DSS1001, os coeficientes de regressão também não se diferiram de 1 estatisticamente (1,01 e 0,87 respectivamente), demonstrando uma adaptação favorável às condições ambientais, porém seus coeficientes de determinação foram baixos (0,78 e 0,64 respectivamente), isto significa baixa estabilidade, ou seja, um comportamento pouco previsível, sendo que para a produtividade, não é desejável uma baixa estabilidade, pois em outros cultivos, a mesma cultivar que havia se destacado por apresentar alta produtividade pode vir a mostrar uma produtividade inferior.

Para a cultivar XGN7320, nota-se na Tabela 4 que além de se apresentar inferior em relação à produtividade, também mostra uma baixa adaptação e baixa estabilidade de produtividade, sendo esta cultivar um híbrido simples que, em teoria, deveria apresentar alta produtividade por se tratar de uma cultivar com nível tecnológico maior.

As Cultivares XGN5320, XGN6370, DAS2B710, XGN6318, XGN4210, CD308, AL BANDEIRANTE e BR106, independente do fator produtividade, apresentaram coeficientes de regressão e de determinação estatisticamente iguais a 1, demonstrando que segundo o modelo de Eberhart & Russell (1966) podem ser consideradas adaptadas às condições ambientais do estado do Tocantins, e que são de comportamento previsível, ou seja, consideradas estáveis.

Quando se classificam as cultivares por tipo (Tabela 4), podemos notar que, em média, as variedades apresentam um coeficiente de regressão superior ao híbrido duplo (0,96 e 0,84 respectivamente), e que nenhuma variedade apresentou diferença estatística de 1. Andrade et al. (2005) afirmaram que existe uma tendência de cultivares com base genética larga mostrarem-se mais estáveis quando comparadas as de base estreita, o que se explica a grande quantidade de genótipos

que as constitui. Isto pode explicar o fato de que as variedades apresentaram um coeficiente de determinação médio de 0,85, o maior dentre os grupos de cultivares.

Já para os híbridos simples e os híbridos triplos, apesar de algumas cultivares apresentarem diferença estatística, em média, seus valores estão muito próximos de 1 (1,05 e 0,98 respectivamente), o que representa que os materiais que sofreram um processo mais intenso de melhoramento podem ser altamente adaptados às condições de clima tocantinense, mesmo sendo desenvolvidos em outras regiões.

Em relação à adaptabilidade (Tabela 5), podemos classificar os genótipos em três grupos: os adaptados, com coeficiente de regressão (B) variando de 0,76 a 1,16; os genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (B variando de 1,26 a 1,34), sendo estes genótipos altamente responsivos à melhoria das condições ambientais; e os genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (B variando de 0,73 a 0,74), sendo que estes genótipos não se destacam em ambientes que proporcionam uma boa produtividade, porém, em ambientes que, em média, apresentam baixa produtividade, podem mostrar uma boa produtividade.

Rasul et al. (2005) sugeriram que os híbridos duplos apresentam-se superiores em relação aos híbridos simples. Esta

diferença não foi observada no presente estudo, sendo iguais os valores do coeficiente de determinação para os dois tipos híbridos.

Os genótipos obtiveram valores de pouca expressividade para os demais parâmetros: 0,87 para adaptabilidade, indicando “responsividade” produtiva em ambientes desfavoráveis; R^2 (%) de 65,3, demonstrando comportamento pouco linear (previsibilidade insuficiente); e S^2d elevado, compatível com R^2 (%).

A correlação obtida entre a produtividade e o coeficiente de regressão (0,453*) indicou que a variação da produtividade ao longo dos genótipos está correlacionada com o coeficiente de regressão, mesmo que parcialmente (Tabela 6). Este fato indica que parte dos genótipos de melhor desempenho produtivo também pode apresentar bons coeficientes de regressão, caracterizando adaptabilidade do genótipo.

A correlação (0,92*) obtida entre o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio da regressão (S^2d) indicou que a variação do R^2 e o S^2d estão correlacionados, de modo muito intenso, corroborando com Becker & Leon (1988), que consideraram o uso do R^2 em substituição ao quadrado médio dos desvios de regressão para estimar a estabilidade dos genótipos. Por outro lado, o coeficiente diferiu de zero, indicando a possibilidade de uma pequena divergência nas diferentes

Tabela 5. Resultados médios dos parâmetros de adaptabilidade, estabilidade e produtividade, da análise conjunta, em sete ambientes, no Estado do Tocantins safra 2007/2008

Table 5. Mean results of the adaptability, stability and productivity parameters, of the combined analysis, in seven environments in the State of Tocantins, Brazil, 2007/2008 crop season

Cultivar	B1	probB=1	S ² d	Prob S ² d = 0	R ² (%)	QMREG	Teste F REG	Conjunta Scott-Knott
XGN5320	1,147	22,5	-9225	100,000	94,9	645694	1,000	4
CD319	1,087	51,4	609597	0,045**	77,6	3120982	0,001	4
DAS2B707	1,262	3,0	327688	1,311*	87,9	1993347	0,013	4
DAS2B587	1,340	0,5	629740	0,036**	83,7	3201554	0,000	4
CD351	1,017	88,3	290182	2,025*	83,7	1843324	0,020	4
DAS9364	1,323	0,8	-88118	100,000	97,9	330123	1,000	4
CD384	0,964	76,4	427161	0,401**	78,0	2391237	0,004	4
CD397	1,330	0,7	25101	33,450	95,3	782996	0,335	4
XGN6370	0,855	23,4	30844	31,740	89,2	805969827	0,318	3
XGN7289	0,804	10,4	342099	1,108*	74,2	2050991	0,011	3
XGN6311	0,903	56,7	1716241	0,0015**	49,7	7547558	0,000	3
DAS2B710	1,126	30,3	210127	5,014	88,4	1523103	0,050	3
XGN6318	1,004	97,3	-17894	100,000	93,7	611019	1,000	3
XGN4210	0,767	5,3	67271	22,490	85,0	951678	0,225	3
CD327	1,036	76,8	-85868	100,000	96,6	339124	1,000	3
AGN20A06	1,008	94,9	366639	0,831**	81,2	2149152	0,008	3
AGN30A06	0,901	57,6	465602	0,255**	74,5	2545004	0,003	3
CD308	0,917	50,2	-45098	100,000	93,8	502201	1,000	2
AL BAND.	1,022	85,3	43483	28,230	91,7	856526	0,282	2
CD356	0,749	3,7	39084	29,420	85,9	838930	0,294	2
DSSCAMPEÃO	1,018	87,5	465907	0,255**	78,8	2546224	0,003	1
BR106	0,804	10,5	-11947	100,000	90,3	634805	1,000	1
XGN7320	0,747	3,6	592581	0,056**	62,6	3052919	0,001	1
DSS1001	0,871	29,1	750570	0,009**	65,3	3684874	0,000	1
Média	1,000	40,3	297574	62,529	83,3	35421383	0,315	3

Tabela 6. Correlação de Spearman dos parâmetros de adaptabilidade, estabilidade e produtividade, da análise conjunta, em sete ambientes, no Estado do Tocantins safra 2007/2008**Table 6.** Spearman correlation of adaptability, stability and productivity parameters, of the combined analysis, in seven environments in the State of Tocantins, Brazil, 2007/2008 crop season

		B1	probB=1	S ² d	ProbD(%) desvio reg=0	R ² (%)	QMREG	Teste F regxg	Conjunta Skott-Knott
Prod	R Sperman	0,453*	-0,178	-0,041	0,056	0,210	-0,041	0,000	0,957**
	t =	2,384	-0,847	-0,192	0,262	1,009	-0,192	0,000	15,631
	(p) =	0,026	0,406	0,850	0,796	0,324	0,850	ns	0,000
B1	R Sperman		0,182	-0,187	0,150	0,453*	-0,187	0,145	0,479*
	t =		0,866	-0,894	0,712	2,387	-0,894	0,687	2,561
	(p) =		0,396	0,381	0,484	0,026	0,381	0,500	0,018
probB=1	R Sperman			0,087	-0,155	-0,143	0,087	0,028	-0,158
	t =			0,408	-0,734	-0,678	0,408	0,131	-0,751
	(p) =			0,687	0,471	0,505	0,687	0,897	0,461
S ² d	R Sperman				-0,965**	-0,920**	1,000**	-0,750**	-0,079
	t =				-17,389	-10,919	—	-5,329	-0,370
	(p) =				0,000	0,000	0,000	0,000	0,715
ProbD(%) desvio reg	R Sperman					0,900**	-0,965**	0,777**	0,059
	t =					9,739	-17,389	5,799	0,275
	(p) =					0,000	0,000	0,000	0,786
R ² (%)	R Sperman						-0,918**	0,681**	0,252
	t =						-10,920	4,373	1,224
	(p) =						0,000	0,000	0,234
QMREG	R Sperman							-0,750**	-0,079
	t =							-5,329	-0,370
	(p) =							0,000	0,715
Teste F regxg	R Sperman								0,022
	t =								0,102
	(p) =								0,920

* e **, significativo a 5 a 1% respectivamente pelo teste t, ns, não significativo. Produtividade (kg ha⁻¹), coeficiente de regressão (B), probabilidade do coeficiente de regressão igual a zero (ProbB=1), desvio da regressão (S²d), probabilidade do desvio da regressão igual zero (ProbS²d=0), coeficiente de determinação (R²), quadrado médio da regressão (QMREG), teste F da regressão (Teste F REG), grupo estatístico para Scott e Knott a 5% de probabilidade.

análises, cabendo ao pesquisador a adoção da mais indicada. Dentre os parâmetros estudados afins pode-se dividir os genótipos em grupos: grupo 1 - produtividade e grupos de Scotte Knott; grupo 2 - coeficiente de regressão; e grupo 3 - desvio da regressão, probabilidade do desvio da regressão igual a zero, coeficiente de determinação, quadrado médio da regressão, e teste F da regressão. Há uma correlação significativa entre os valores obtidos de parâmetros de diferentes grupos, indicando que dentro dos grupos podem haver parâmetros que obtenham melhor correlação.

CONCLUSÃO

Os híbridos simples XGN5320, XGN6370, DAS2B710, XGN6318 e o híbrido triplo XGN4210 apresentaram produtividades satisfatórias e adaptabilidade e estabilidade fenotípica às condições em que foram avaliadas.

Foi possível identificar 3 grupos de parâmetros relativos à adaptabilidade, estabilidade e produtividade, quanto à correlação entre eles.

LITERATURA CITADA

- Alves, S.J.; Toledo, J.F.F.; Araujo, P.M.; Garbuglio, D.D. Comportamento de diferentes classes genéticas de milho com relação à estabilidade e adaptabilidade. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 5, n. 2, p. 291-303, 2006. <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/193/188>>. 21 Mar. 2010.
- Andrade, J.A.C.; Dourado, M.C.; Candido, L.S. Estabilidade e caracterização fenotípica de híbridos experimentais e comerciais de milho em quatro épocas de plantio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 3, p. 390-403, 2005. <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/159/159>>. 21 Mar. 2010.
- Balestre, M.; Souza, J.C.D.; Von Pinho, R.G.; Oliveira, R.L.; Paes, J.M.V. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 9, n. 3, p. 219-228, 2009. <<http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/uploads/c8eb9791-1c9f-e792.pdf>>.

- Becker, H.C.; Leon, J. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, v. 101, n. 1, p. 1-23, 1988. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x/pdf>> doi: 10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x. 18 Jan. 2010.
- Cargnelutti Filho, A. Storck, L.; Riboldi, J.; Guadagnin, J.P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. *Ciência Rural*, v. 39, n. 2, p. 340-347, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n2/a80cr570.pdf>>. doi:10.1590/S0103-84782008005000080. 02 Fev. 2010.
- Cargnelutti Filho, A.; Perecin, D.; Malheiros E.B.; Guadagnin, J.P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 571-578, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n4/06.pdf>>. doi:10.1590/S0006-87052007000400006. 18 Jan. 2010.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Série histórica. Comparativo de área, produção e produtividade. <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>. 30 de Abr. 2010.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3ª. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p. v. 1.
- Di Mauro, A.O.; Curcioli, V.B.; Nóbrega, J.C.M.; Banzato, D.A.; Sediyaama, T. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p. 687-696, 2000. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n4/4732.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X200000400003. 25 Mar. 2010.
- Eberhart, S.A.; Russel, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966. <<https://www.crops.org/publications/cs/pdfs/6/1/CS0060010036>>. 16 Mar. 2010.
- Fancelli, A.L.; Dourado-Neto, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- Garbuglio, D.D.; Gerage, A.C.; Araújo, P.M.; Fonseca Júnior, N.S.; Shioga, P.S. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 2, p. 183-191, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n2/06.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2007000200006. 25 Mar. 2010.
- Hamawaki, O.T.; Santos, P.G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho avaliadas por meio do modelo de regressão. *Ciência Rural*, v. 33, n. 2, p. 195-199, 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n2/15205.pdf>>. doi:10.1590/S0103-84782003000200003. 25 Mar. 2010.
- Murakami, D.M.; Cardoso, A.A.; Cruz, C.D.; Bizão, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*, v. 34, n. 1, p. 71-78, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n1/a11v34n1.pdf>>. doi:10.1590/S0103-84782004000100011. 17 Fev. 2010.
- Nazareno, A.C.; Afféri, F.S.; Souza, J.C.; Peluzio, J.M.; Fidelis R.R.; Francisco E.R. Estabilidade de cultivares de milho no estado do Tocantins - Safra 2003/2004. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v. 3, n.6, p. 7-16, 2008. <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/Revista/edicao_06/C&D_Vol_VI_Adaptabilidade_Culti.pdf>. 15 Jan. 2010.
- Pasqualetto, A.; Costa, L.M. Influência de sucessão de culturas sobre características agrônômicas do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 31, n. 1, p. 61-64, 2001. <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2530>>. 15 Jan. 2010.
- Rasul, S.; Khan, M.I.; Javed, M.M.; Haq, I.U. Stability and adaptability of maize genotypes in Pakistan. *Journal of Applied Sciences Research*, v. 1, n. 3, p. 307-312, 2005. <<http://www.aensonline.com/jasr/jasr/307-312.pdf>>. 15 Jan. 2010.
- 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*, v. 35, n. 11, p. 2213-2222, 2000. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n11/a13v3511.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2000001100013. 18 Jan. 2010.
- Rosse, L.N.; Vencovsky, R.; Ferreira, D.F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 25-32, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n1/7544.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2002000100004. 22 Fev. 2010.
- Scott, A.; Knott, M. Cluster analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, v. 30, n. 3, p.507-512, 1974. <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2529204.pdf?acceptTC=true>>. 18 Fev. 2010.
- Silva, R.G.; Cruz, C.D.; Miranda, G.V.; Galvão, J.C.C.; Silva, D.G. Adaptabilidade de famílias de meio-irmãos de milho submetidas ao déficit hídrico e baixa disponibilidade de nitrogênio. *Revista Ceres*, v. 55, n. 4, p. 344-351, 2008. <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V55N004P05308.pdf>>. 18 Fev. 2010.
- Silva, W.C.J.; Duarte, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n.1, p. 23-30, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n1/28136.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2006000100004. 18 Jan. 2010.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. Componentes da variação fenotípica, análise em vários ambientes. In: Vencovsky, R.; Barriga, P. (Eds.). *Genética biométrica no fitomelhoramento*. 1ª Ed.. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. cap. 3, p. 83-232.