

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE TRIGO SOB CULTIVO DE SEQUEIRO EM MINAS GERAIS¹

Aurinelza Batista Teixeira Condé², Maurício Antônio de Oliveira Coelho²,
Celso Hideto Yamanaka³, Hércules Renato Corte³

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY OF WHEAT GENOTYPES UNDER DROUGHT CONDITIONS IN MINAS GERAIS

The objective of this research was to assess grain yields in *Triticum aestivum* L. genotypes, under drought conditions, in the Alto Paranaíba region, Minas Gerais State, Brazil. Eleven genotypes (treatments) were assessed, in two locations (Rio Paranaíba and Patos de Minas), during two growing seasons (2007 and 2008). The experiment design was complete randomized blocks, with four repetitions. The Annicchiarico (1992) method and Lin & Binns (1988) method, modified by Carneiro (1998), were used to estimate adaptability and stability of the genotypes. The IAC 289-L4 test line and IAC 350 cultivar were superior at both locations and showed broad adaptability to the region. Under favorable conditions, the EP 011187 line showed the greatest grain yield potential. The methods used to estimate adaptability and stability showed to be easy to apply and interpret, and provided similar results.

KEY-WORDS: *Triticum aestivum* L.; genotype x environment interaction; water stress.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de grãos em genótipos de *Triticum aestivum* L., sob condição de sequeiro, na região do Alto Paranaíba, no Estado de Minas Gerais. Onze genótipos (tratamentos) foram avaliados, em dois locais (Rio Paranaíba e Patos de Minas), durante dois anos (2007 e 2008). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para avaliar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, utilizaram-se os métodos de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), e de Annicchiarico (1992). A linhagem IAC 289-L4 e a cultivar IAC 350 foram superiores nos dois locais avaliados, revelando ampla adaptabilidade à região. Em condições favoráveis, a linhagem EP 011187 apresentou o maior potencial produtivo de grãos. Os métodos de estimativa da adaptabilidade e estabilidade forneceram resultados semelhantes, tendo se mostrado de fácil aplicação e interpretação.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L.; interação genótipo x ambiente; estresse hídrico.

INTRODUÇÃO

Devido a fatores culturais e bioclimáticos, durante muitos anos, o cultivo de trigo se restringiu à região Sul do Brasil. No entanto, a região central do país constitui-se em uma ótima alternativa para a expansão da produção tritícola, tanto em condições de sequeiro como sob irrigação. Isto, desde que atendidas certas premissas, principalmente em termos de limites mínimos de altitude, época de semeadura e cultivares a serem utilizadas, pois existem duas estações climáticas bem definidas. Nesta região, existe a possibilidade de colheita em épocas de baixa probabilidade de ocorrência de pluviosidade, o que proporciona a obtenção de um produto de alta

qualidade, com peso hectolítrico médio superior a 80 kg hL⁻¹.

A diversidade de áreas para cultivo de trigo constitui-se em alternativa para diminuir a variação na produção total deste cereal, decorrente das adversidades climáticas comuns na região Sul do Brasil, principal produtora. A triticultura também é ótima opção para rotação de culturas, em substituição às culturas de verão, muito comuns na região central do Brasil (Cargnin et al. 2006). Com relação ao melhoramento genético, o processo de seleção depende, também, da magnitude da interação genótipos x ambientes, para que não ocorra queda inesperada de desempenho de um material testado (Yamamoto 2006).

1. Trabalho recebido em fev./2009 e aceito para publicação em mar./2010 (nº registro: PAT 5618/ DOI: 10.5216/pat.v40i1.5618).

2. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Unidade Regional do Triângulo e Alto Paranaíba, Fazenda Experimental de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, Brasil. E-mails: aurinelza@epamig.br, mauricio@epamig.br.

3. Cooperativa Agrícola do Alto Paranaíba (Coopadap), Setor de Pesquisas e Experimentação, São Gotardo, MG, Brasil. E-mails: celso@coopadap.com.br, hercules@coopadap.com.br.

A seca pode ser considerada como o principal fator de estresse ambiental, que afeta, diretamente, a produção das culturas em todo o mundo, em especial nas regiões tropicais. O termo “seca” significa um período sem precipitação pluvial apreciável, durante o qual o conteúdo de água no solo é reduzido, de forma que as plantas sofrem com a sua indisponibilidade. Para expandir o cultivo do trigo para áreas sujeitas à ocorrência de estresse hídrico, faz-se necessário que os programas de melhoramento direcionem suas linhas de pesquisas para esta realidade (Ceccarelli & Grandó 1989, Zaidi et al. 2004). Felício et al. (1993) avaliaram o comportamento agrônomico de cultivares de trigo, no Estado de São Paulo, em condições de sequeiro, e demonstraram sua adaptação regional e potencial de utilização pelos produtores.

O objetivo básico de um programa de melhoramento é obter genótipos mais produtivos e com características agrônomicas desejáveis, e este processo de seleção é, frequentemente, realizado pelo desempenho dos genótipos, em diferentes ambientes (ano e local, por exemplo). No entanto, a decisão de liberar uma nova cultivar no mercado é dificultada pela ocorrência da interação genótipos x ambientes (Carvalho et al. 2002). Considerando-se o caráter produtividade de grãos, por exemplo, o fenótipo é a expressão da constituição genética do genótipo, do efeito de ambiente e da interação dos genótipos com os ambientes de cultivo (Cargnin et al. 2006).

Segundo Cruz & Carneiro (2003), a interação genótipos x ambientes pode ser de natureza simples e complexa. A primeira é proporcionada pela diferença da variabilidade entre os genótipos nos ambientes e a segunda pelo fato de os melhores genótipos, em um ambiente, não o serem em outros. Este caso torna-se uma dificuldade para a tomada de decisão do melhorista, provocando incertezas na generalização das recomendações. A presença da interação de cultivares com ambientes tem sido destacada em diversos trabalhos (Felício et al. 2001, Cardoso et al. 2004, Amorim et al. 2006, Cargnelutti Filho 2007, Oliveira et al. 2007, Barros et al. 2008, Felício et al. 2008, Cargnelutti Filho 2009). Assim, é necessário atenuar o seu efeito, pela recomendação de materiais de melhor adaptabilidade fenotípica (Ramalho et al. 1993).

Uma vez detectada a interação, existem diversas alternativas para atenuar os seus efeitos. Dentre estas, a mais empregada é a identificação de genótipos com maior adaptabilidade. Entre os métodos não-paramétricos, destaca-se o proposto por Lin & Binns

(1988), segundo o qual os genótipos são classificados de acordo com um parâmetro de adaptabilidade e estabilidade geral. Esta metodologia foi aprimorada por Carneiro (1998), por meio da decomposição desse parâmetro, considerando-se ambientes favoráveis e desfavoráveis. Entre as metodologias que empregam regressão linear, foi proposto um método para se avaliar e identificar genótipos com performance desejável, nos ambientes considerados desfavoráveis e favoráveis, denominado Método de Annicchiarico (1992). Por este método, estima-se o chamado “índice de confiança”, a partir do qual é possível fazer a recomendação de uma cultivar, considerando-se o risco de esta apresentar desempenho abaixo de um dado padrão estabelecido, como, por exemplo, a média geral. A probabilidade de insucesso será tanto menor quanto maior for esse índice de confiança.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a adaptabilidade e estabilidade de diferentes genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), por meio de dois métodos de estimação, na condição de sequeiro, em dois locais do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de Sertãozinho, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), localizada em Patos de Minas, MG (18°36'S, 46°31'W e altitude de 940 m), e na Fazenda Experimental da Cooperativa Agropecuária do Alto do Paranaíba (Coopadap), em Rio Paranaíba, MG (19°29'S, 46°06'W e altitude de 1.150 m), nos anos de 2007 e 2008. Os experimentos foram constituídos de seis cultivares indicadas para Minas Gerais e de cinco linhagens em fase final de avaliação, avaliadas em ensaio de rendimento para o cultivo de sequeiro. Os genótipos utilizados estão apresentados na Tabela 1.

As médias de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação pluviométrica, nos dois anos, segundo dados obtidos pelo INMET – Estação Meteorológica de Patos de Minas (MG) e Estação Experimental da Coopadap, em Rio Paranaíba (MG), são apresentadas na Tabela 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com onze tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,20 m, cada qual com, aproximadamente, 400 sementes viáveis/m² na semeadura. Em Patos de Minas, as semeaduras foram

Tabela 1. Genótipos utilizados, cruzamento, origem, instituição responsável e região onde são indicados para cultivo.

Genótipos	Cruzamento	Origem	Instituição	Região de indicação
CD 105	PFAU "S"/2*OCEPAR 14//IAPAR 41	Brasil	Coodetec	RS, SC, PR, MS, SP, MG, GO, DF e MT
CD 111	EMBRAPA 27/OCEPAR 18// ANAHUAC 75	Brasil	Coodetec	RS, SC, PR, MS, SP, MG, GO, DF e MT
CD 113	EMBRAPA 27/OC 946	Brasil	Coodetec	RS, SC, PR, MS, SP, MG, GO, DF e MT
EP 011106	PASTOR/3/VEE#5//DOVE/BUC	México	Epamig	linhagem
EP 011187	WEEBILL1	México	Epamig	linhagem
EP 011210	BABAX*2/PRL	México	Epamig	linhagem
IAC 289-L4	Seleção em IAC 289-MARRUÁ (KVZ/BUHO//KAL/BB)	Brasil	Coopadap	linhagem
IAC 289-L22	Seleção em IAC 289-MARRUÁ (KVZ/BUHO//KAL/BB)	Brasil	Coopadap	linhagem
IAC 350-Goiapá	2109-36/SERI	México	IAC	SP e MG
MGS1 Aliança	PF 858/OCEPAR 11	Brasil	Epamig	DF, GO, MG e MT
MGS Brilhante	PF 8640/BR 24	Brasil	Epamig	DF, GO e MG

Tabela 2. Valores médios de precipitação pluvial e de temperaturas máxima e mínima, no período de condução dos ensaios (2007 e 2008), em Patos de Minas e Rio Paranaíba, Minas Gerais.

Mês	Patos de Minas						Rio Paranaíba					
	2007		2008		2007		2008		2007		2008	
	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.	Prec. (mm)	Temp. (°C) Máx. Min.
Março	38,2	29,4 16,4	105,4	28,6 17,8	69,5	27,2 17,1	217,5	27,3 17,4				
Abril	46,6	30,7 16,2	112,7	29,0 17,0	62,5	25,2 16,1	72,5	25,3 16,2				
Mai	2,4	28,4 14,2	23,8	26,6 13,5	9,5	25,0 14,3	0,0	28,0 12,9				
Junho	0,8	27,8 11,8	32,6	26,6 13,6	6,5	24,3 12,2	10,0	23,9 12,6				

realizadas em 09/03/2007 e 17/03/2008 e, em Rio Paranaíba, em 30/04/2007 e 18/04/2008. Na colheita, colheram-se as três linhas centrais, como área útil (2,4 m²). Foi avaliado o rendimento de grãos, em gramas, pesando-se a produção total de cada parcela (área útil), que, posteriormente, foi transformada em kg/ha.

Após a coleta dos dados, foram empregadas análises genético-estatísticas, utilizando-se o programa Genes (Cruz 2001). A análise individual de variância seguiu o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

em que Y_{ij} é o valor observado do i -ésimo genótipo, no j -ésimo bloco; μ é a média geral; G_i o efeito aleatório do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$); B_j o efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, a$); e ε_{ij} o erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais, pelo teste de F máximo, que considera as variâncias residuais homogêneas, quando a relação entre os quadrados médios residuais não ultrapassa o valor 7. Constatada a homogeneidade das variâncias residuais, procedeu-se à análise de variância conjunta. Para a análise conjunta de variância, adotou-se o

seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkm} = \mu + G_i + A_j + L_k + (B/A)/L_{ijkm} + GA_{ij} + GL_{ik} + AL_{jk} + GAL_{ijk} + \varepsilon_{ijkm}$$

em que Y_{ijkm} é o valor observado do i -ésimo genótipo, no j -ésimo ano, no k -ésimo local e na m -ésima repetição; μ é a média geral; G_i , A_j e L_k são os efeitos de genótipo, ano e local, respectivamente; GA_{ij} , GL_{ik} e AL_{jk} são os efeitos das interações de primeira ordem entre genótipos e anos, genótipos e locais e anos e locais, respectivamente; GAL_{ijk} é o efeito da interação tripla entre genótipos, anos e locais; $(B/A)/L_{ijkm}$ é o efeito de blocos dentro de anos, dentro de locais; e ε_{ij} é o erro aleatório. Todos os efeitos, exceto o de blocos e o erro, foram considerados fixos.

A comparação das médias foi realizada utilizando-se o teste de agrupamento de médias, proposto por Scott & Knott (1974), em nível de significância de 5% de probabilidade.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelo método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), e pelo método de Annicchiarico (1992).

Na metodologia de Lin & Binns (1988), modificada por Carneiro (1998), o estimador proposto por Lin & Binns é decomposto nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis. Para os ambientes favoráveis, com índices positivos incluindo o valor zero, o parâmetro Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento (MAEC), associado ao genótipo "i" (P_{if}), é estimado da seguinte forma:

$$P_{if} = \sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2 / 2f$$

em que f é o número de ambientes favoráveis; X_{ij} é a produtividade do i -ésimo cultivar, no j -ésimo local; e M_j é a resposta máxima observada entre todos os cultivares, no local j .

Para os ambientes desfavoráveis (P_{id}), cujos índices são negativos, tem-se:

$$P_{id} = \sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2 / 2d$$

onde d é o número de ambientes desfavoráveis.

A metodologia de Annicchiarico (1992) propõe o cálculo de um índice de risco de cada genótipo (I_i), como parâmetro de avaliação da estabilidade, dado por:

$$I_i = Y_i - Z(1 - \alpha) \cdot S_i$$

em que I_i representa o índice de confiança (%); Y_i é a média do genótipo i , expressa em porcentagem; Z é o percentil $(1 - \alpha)$ da função de distribuição normal acumulada; e S_i é o desvio padrão dos valores acumulados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo do trigo de sequeiro proporciona resultados favoráveis de produtividade, quando são utilizadas técnicas adequadas, como, por exemplo, a semeadura em época adequada, para melhor aproveitamento da precipitação pluvial. No ano de 2007, nas duas localidades avaliadas, houve maior restrição hídrica, comparativamente ao ano de 2008 (Tabela 2). Mas, em Rio Paranaíba, em 2008, o plantio foi realizado tardiamente, não proporcionando o máximo aproveitamento de água proveniente da precipitação, no período inicial de desenvolvimento da cultura.

As análises de variância individuais, para a característica produtividade de grãos, nos dois locais e nos dois anos de cultivo, revelaram que os efeitos de genótipos apresentaram variações altamente significativas ($p \leq 0,01$). Este é um fator essencial em programas de melhoramento, pois demonstra a possibilidade de se selecionar genótipos superiores, a serem indicados para a população de ambientes de cultivo, no caso, a região Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais, onde se cultiva trigo de sequeiro em condições de Cerrado. Segundo Cruz & Regazzi (2001), as análises individuais são muito importantes, pois possibilitam avaliar a magnitude da variabilidade genética e, também, observar as discrepâncias entre as variâncias residuais obtidas em cada ambiente (Tabela 3).

Os coeficientes de variação para produtividade de grãos oscilaram entre 10,9% (Rio Paranaíba, em 2007) e 19,3% (Patos de Minas, em 2007), conferindo boa precisão aos experimentos, embora, em Patos de Minas, no ano agrícola de 2007, o valor tenha sido próximo a 20%, que é o limite máximo estabelecido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária para ensaios de rendimento, visando a avaliar o valor de cultivo e uso de cultivares no Brasil (Brasil 2001). Por se tratar de ensaio de trigo de sequeiro e devido ao fato de o ano agrícola de 2007 ter apresentado ocorrência de severa restrição hídrica às plantas, este valor está dentro da faixa esperada.

Foi possível constatar a existência de variabilidade significativa entre os genótipos, em todos

Tabela 3. Quadro de análises de variância individuais, para a característica produtividade de grãos (kg/ha), nos ensaios de avaliação de genótipos de trigo, em Patos de Minas (MG) e Rio Paranaíba (MG), nos anos 2007 e 2008.

FV	GL	Patos de Minas		Rio Paranaíba	
		2007	2008	2007	2008
Blocos	3	357883,2	42861,5	79040,9	772868,8
Genótipos	10	249874,9*	226330,6*	1013070,6*	199692,2*
Resíduo	30	101393,7	119009,1	95426,1	53775,0
Média	-	1649,2	2682,8	2829,7	1730,1
C.V. (%)		19,3	12,8	10,9	13,4

* Valores significativos, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4. Médias de produtividade de grãos (kg/ha), para genótipos de trigo avaliados em Patos de Minas e Rio Paranaíba, Estado de Minas Gerais, nos anos de 2007 e 2008.

Genótipos	Patos de Minas		Rio Paranaíba	
	2007	2008	2007	2008
MGS1 Aliança	1917 Ab ¹	2834 Aa	2700 Ba	1604 Bb
MGS Brilhante	1635 Ac	2377 Bb	3104 Aa	1698 Ac
CD 105	1526 Ab	2814 Aa	2313 Ba	1958 Ab
CD 111	1682 Ab	2393 Ba	2440 Ba	1500 Bb
CD 113	1697 Ab	2350 Ba	1822 Cb	1271 Bc
EP 011106	1917 Ab	2674 Aa	2894 Aa	1719 Ab
EP 011187	1172 Bd	2923 Ab	3614 Aa	1885 Ac
EP 011210	1229 Bc	2468 Bb	3114 Aa	2083 Ab
IAC 289-L22	1776 Ab	2916 Aa	2724 Ba	1687 Ab
IAC 289-L4	1807 Ab	2882 Aa	3103 Aa	1781 Ab
IAC 350	1781 Ab	2881 Aa	3300 Aa	1844 Ab
Média/Ambiente	1649	2683	2829	1730
Média Geral	2222,9			

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, nas colunas, e por letras minúsculas, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott & Knott.

os ambientes avaliados (Tabela 4). Em Patos de Minas, em 2007, todos os genótipos apresentaram produtividade abaixo da média nacional (Conab 2008), 2.000 kg/ha, com destaque negativo para as linhagens EP 011210 e EP 011187, que apresentaram as menores produtividades. Em 2008, com melhores condições ambientais (Tabela 2), todos os genótipos apresentaram médias de produtividades maiores que 2.000 kg/ha, variando entre 2.923 kg/ha (EP011187) e 2.350 kg/ha (CD 113).

Em Rio Paranaíba, no ano de 2007, os genótipos apresentaram produtividade média igual a 2.829 kg/ha, com cultivares como MGS Brilhante e IAC 350 e as linhagens EP011187, EP 011210 e IAC 289-L4 apresentando produtividades médias superiores a 3.000 kg/ha. Estes valores são considerados

relativamente altos para o cultivo em condições de sequeiro (Tabela 4). Em 2008, o plantio foi realizado durante período de baixa precipitação pluviométrica. Entretanto, apesar destas condições desfavoráveis, os genótipos ainda apresentaram produtividade média de 1.730 kg/ha. Apenas as cultivares MGS1 Aliança, CD 111 e CD 113 apresentaram baixa produtividade (1.604 kg/ha, 1.500 kg/ha e 1.271 kg/ha, respectivamente). Estes resultados demonstram o grande potencial produtivo do trigo de sequeiro, nas regiões de Cerrado, em Minas Gerais.

A cultivar IAC 350 e as linhagens EP 011106, EP 011187 e IAC 289-L4 apresentaram as maiores produtividades em Rio Paranaíba (safra 2007) e em Patos de Minas (safra 2008), não apresentando diferenças significativas entre si (Tabela 4). Isto pode ser

explicado pelas melhores condições pluviométricas nestes dois anos de cultivo, em relação a cada uma das localidades.

A análise conjunta também demonstrou efeito significativo de genótipos, além daquele relacionado às interações ano x local, ano x genótipo, genótipo x local e ano x local x genótipo (Tabela 5). Felício et al. (2005, 2008), ao trabalharem com genótipos de *Triticum durum* e *T. aestivum*, respectivamente, observaram que os efeitos do fator ano influenciaram o potencial produtivo dos genótipos, o que revela comportamento diferencial destes, em relação aos anos. Isto porque as condições climatológicas diferem de um ano para outro e a disponibilidade de água representa fator limitante, nestes casos.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da análise de estabilidade e adaptabilidade, pelo método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), e pelo método de Annicchiarico (1992). O estudo de adaptabilidade e estabilidade, pelo primeiro método, permite a recomendação imediata dos genótipos, em razão da unicidade do parâmetro e, ainda, uma avaliação do comportamento de cada genótipo e de sua resposta, em função da variação de ambiente. Albrecht et al. (2007) demonstraram e defenderam a utilidade e eficiência deste método, para a recomendação de cultivares.

Os genótipos IAC 350 e IAC 289-L4 destacaram-se pelo ótimo desempenho, quando considerados

Tabela 5. Quadro de análise de variância conjunta, para a característica produtividade de grãos (kg/ha), nos ensaios de avaliação de genótipos de trigo, em Patos de Minas (MG) e Rio Paranaíba (MG), nos anos de 2007 e 2008.

Fonte de Variação	GL	Q.M.
(B/A)/L	12	313163,63
Anos (A)	1	47782,55 ^{ns}
Locais (L)	1	571023,24 ^{ns}
Genótipos (G)	10	588326,32**
G x A	10	177441,80*
G x L	10	575765,35**
A x L	1	50062271,99**
G x A x L	10	347434,99**
Resíduo	120	92400,96
Média		2222,96
C.V. (%)		13,67

^{ns}: Valores não significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

* e **: Valores significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

todos os ambientes, ou quando se observaram, particularmente, os ambientes favoráveis e desfavoráveis, pelos resultados obtidos com a aplicação do método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998). A linhagem EP 011106 esteve entre os genótipos de melhor desempenho, quando se observaram

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, segundo o método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998)¹, e de Annicchiarico (1992)², para produtividade de grãos (kg/ha) de onze genótipos de trigo, avaliados em Patos de Minas (MG) e Rio Paranaíba (MG), nos anos de 2007 e 2008.

Genótipos	Média	P _i	P _{if}	P _{id}	I _i	I _{if}	I _{id}
MGS1 Aliança	2263,80	13,400 (8)	21,060 (8)	5,740 (7)	99,57	98,55	99,93
MGS Brilhante	2203,65	9,813 (5)	13,935 (5)	5,691 (6)	96,54	95,07	98,45
CD 105	2152,87	23,377 (9)	42,549 (10)	4,205 (4)	94,32	88,85	98,87
CD 111	2003,65	25,681 (10)	41,483 (9)	9,880 (8)	88,99	87,12	91,39
CD 113	1785,16	53,079 (11)	88,457 (11)	17,700 (11)	77,48	71,50	82,50
EP 011106	2398,44	7,424 (3)	14,502 (6)	3,323 (3)	102,19	100,46	104,52
EP 011187	2223,44	11,623 (6)	0,000 (1)	14,847 (10)	97,67	114,70	82,69
EP 011210	2300,78	8,913 (4)	11,430 (4)	11,816 (9)	93,71	97,52	88,60
IAC 289-L22	2275,78	12,098 (7)	19,785 (7)	4,412 (5)	100,75	100,07	100,65
IAC 289-L4	2393,49	4,567 (2)	6,554 (3)	2,580 (2)	106,55	108,12	104,99
IAC 350	2451,56	2,197 (1)	2,501 (2)	1,893 (1)	108,37	110,22	107,01

¹ P_i, P_{if} e P_{id}: estimativas do primeiro método, para todos os ambientes, ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente. Estes valores estão divididos por 10.000.

² I_i, I_{if} e I_{id}: estimativas do segundo método, para todos os ambientes, ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

todos os ambientes simultaneamente e o ambiente desfavorável. A linhagem EP 011187 destacou-se apenas no ambiente favorável, como o genótipo de melhor desempenho, e a linhagem IAC 289-L4 destacou-se no ambiente desfavorável.

Pelo método de Annicchiarico (1992), os cultivos realizados em Patos de Minas, no ano de 2007, e em Rio Paranaíba, em 2008, foram classificados como ambientes desfavoráveis. Em todas as análises realizadas, as linhagens EP 011106, IAC 289-L22 e IAC 289-L4 e a cultivar IAC 350 foram as que apresentaram menor risco. A linhagem EP 011187 apresentou melhor desempenho no ambiente favorável, pelos dois métodos considerados.

Em ambos os métodos e para todas as condições ambientais avaliadas, a linhagem experimental IAC 289-L4 e a cultivar IAC 350 apresentaram comportamento produtivo superior (adaptabilidade geral), podendo ser recomendadas para cultivo em condições de sequeiro, na região Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais. Assim, podem, também, ser utilizadas como genitores, em programas de melhoramento, tendo em vista sua superioridade, em relação à característica produção de grãos. Estes genótipos apresentaram, também, as maiores médias, quando considerados, conjuntamente, todos os ambientes.

Em condições ambientais favoráveis (Rio Paranaíba/safra 2007 e Patos de Minas/safra 2008), a linhagem EP 011187 destacou-se como sendo de grande potencial produtivo (Tabela 6). Este resultado confirma aqueles apresentados na Tabela 4, pois, nos dois ambientes, esta linhagem apresentou os maiores valores de produtividade média. Em condições desfavoráveis (Patos de Minas/safra 2007 e Rio Paranaíba/safra 2008), quando se utilizou o método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), a linhagem que se destacou foi IAC 289-L4. Esta mesma linhagem, quando avaliada pelo método de Annicchiarico (1992), apresentou resultados satisfatórios também nas condições favoráveis de cultivo.

Por último, constata-se que houve coerência entre os resultados obtidos pelos dois métodos utilizados para determinar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Este resultado corrobora os de outros autores, que também utilizaram os dois procedimentos, em estudos dessa natureza (Amorim et al. 2006, Barros et al. 2008, Cargnelutti Filho et al. 2007, 2009). Assim, tal como destacado por estes autores, pôde-se constatar que ambos os métodos são de fácil aplicação e, sobretudo, de fácil interpretação,

devendo, por isso, ter o seu uso incrementado em programas de melhoramento.

CONCLUSÕES

1. Entre os genótipos avaliados, a linhagem experimental IAC 289-L4 e a cultivar IAC 350 são superiores (de adaptabilidade geral), em produtividade de grãos, para o cultivo em condições de sequeiro, na região Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais.
2. Em condições ambientais favoráveis, destaca-se, como sendo de grande potencial produtivo, a linhagem EP 011187.
3. Há coerência entre o método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), e o de Annicchiarico (1992), na determinação da adaptabilidade e estabilidade fenotípicas.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, J. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado no Cerrado do Brasil central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 42, n. 12, p. 1727-1734, 2007.
- AMORIM, E. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 575-582, 2006.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, Bérghamo, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.
- BARROS, H. B. et al. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 299-309, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo*: Instrução Normativa SARC/MA nº 7, de 15 de agosto de 2001. Brasília, DF: MARA, 2001.
- CARDOSO, M. J. et al. Estabilidade produtiva de híbridos e variedades de milho no meio-norte brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 167-172, 2004.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 4, p. 571-578, 2007.

- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 340-347, 2009.
- CARGNIN, A. et al. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 987-993, 2006.
- CARNEIRO, P. C. S. *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CARVALHO, C. G. P. et al. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.
- CECCARELLI, S.; GRANDO, S. Efficiency of empirical selection under stress conditions in barley. *Journal of Genetics & Breeding*, Roma, v. 43, n. 1, p. 25-31, 1989.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). *Acompanhamento da safra brasileira: grãos*. 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2008.
- CRUZ, C. D. *Programa Genes: versão Windows*. Viçosa: UFV, 2001.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2003.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2001.
- FELÍCIO, J. C. et al. Comportamento agrônomico e avaliação tecnológica de genótipos de tritcale no Estado de São Paulo em 1988 e 1989. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 281-294, 1993.
- FELÍCIO, J. C. et al. Resistência à ferrugem da folha e potencial produtivo em genótipos de trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, p. 855-863, 2008.
- FELÍCIO, J. C. et al. Avaliação de genótipos de tritcale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 2, p. 83-91, 2001.
- FELÍCIO, J. C. et al. Adaptação, estabilidade e potencial produtivo de genótipos de *Triticum durum* L., irrigados por aspersão, no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 3, p. 377-387, 2005.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 68, n. 3, p. 193-198, 1988.
- OLIVEIRA, J. S. 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, n. 1, p. 45-50, 2007.
- RAMALHO, M. A. P. et al. *Genética quantitativa de plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG, 1993.
- SCOTT, 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.
- YAMAMOTO, P. Y. *Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de Lippia alba (Mill.) N. E. Br.* 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento)–Instituto Agrônomico de Campinas, Campinas, 2006.
- ZAIDI, P. H. et al. Gains from improvement for mid-season drought tolerance in tropical maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Research*, Cidade do México, v. 89, n. 1, p. 135-152, 2004.