

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS DE TRIGO NO ESTADO DE SÃO PAULO ⁽¹⁾

EDSON PERITO AMORIM ^(2*); CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ^(2,6);
ANTÔNIO WILSON PENTEADO FERREIRA FILHO ⁽²⁾; ARMANDO PETTINELLI JUNIOR ⁽³⁾;
PAULO BOLLER GALLO ⁽⁴⁾; JOAQUIM ADELINO AZEVEDO FILHO ⁽⁵⁾

RESUMO

Estimaram-se parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, por meio de dois métodos não paramétricos, para produtividade de grãos, de 20 genótipos de trigo, sendo 18 linhagens mexicanas e duas cultivares comerciais, avaliadas em três locais do Estado de São Paulo, durante 2001 e 2002. Foram observados efeitos significativos para as fontes de variação genótipos, anos e locais, constatando-se que o comportamento das linhagens não foi coincidente para os dois anos e para os três locais de avaliação. As interações genótipos x locais, anos x locais e genótipos x locais x anos foram estatisticamente significativas. Independentemente do método e considerando a análise para os dois anos e os três locais, as linhagens 13 (HAHN/2*WEAVER) e 3 (SERI M 82) figuraram entre as cinco primeiras no ranqueamento, com adaptabilidade e estabilidade amplas. Estas linhagens, em especial a linhagem 13, poderiam ser recomendadas para cultivo pelos agricultores desde que sejam avaliados outros caracteres agronômicas de interesse, entre eles o porte da planta, a resistência às doenças e a tolerância ao alumínio tóxico. Os dois procedimentos forneceram resultados semelhantes, de fácil estimativa e sobretudo fácil interpretação.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., genótipos, produtividade de grãos.

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY INBRED WHEAT LINES OF IN SÃO PAULO STATE

Adaptability and Stability parameters were estimated by two non-parametric methodologies for grain yield in 20 wheat genotypes, 18 Mexican inbred lines and two cultivars, which were evaluated in three locations of São Paulo State, during 2001 and 2002. Significant effects were observed for genotypes, years and locations, indicating that the performance of the inbred lines was not coincident for the two years and the three locations. Genotypes x locations, years x locations and genotypes x years x locations interactions were significant. Independently of the methodology and considering the analysis for the two years and for the three locations, inbred lines 13 (HAHN/2*WEAVER) and 3 (SERI M 82) ranked among the five, with wide adaptability and stability. These inbred lines, specially the 13, could be recommended for cultivation by growers after the evaluation of other interesting agronomic traits, such as plant height, disease resistance and aluminum tolerance. The two methodologies provided similar results with easy estimates and interpretation.

Key words: *Triticum aestivum* L., grain yield.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 9 de agosto de 2005 e aceito em 15 de julho de 2006.

⁽²⁾ Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail: epamorim@iac.sp.gov.br. * Autor para correspondência.

⁽³⁾ Unidade de Pesquisa do Desenvolvimento de Tatuí, Caixa Postal 33, 18270-000 Tatuí (SP).

⁽⁴⁾ Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, Caixa Postal 58, 13730-970 Mococa (SP).

⁽⁵⁾ Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista, Caixa Postal 01, 13910-000 Monte Alegre do Sul (SP).

⁽⁶⁾ Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Agrônômico (IAC), por meio do programa de melhoramento genético de trigo, vem ao longo dos últimos 30 anos desenvolvendo cultivares que apresentem caracteres agrônômicos desejáveis, como porte semi-anão, alta produtividade e tolerância a fatores bióticos e abióticos, onde se destacam resistência às doenças ferrugem da folha - *Puccinia triticina*, mancha-marrom - *Bipolaris sorokiniana* e mancha-bronzeada - *Drechslera tritici repentis* e tolerância ao alumínio tóxico (CAMARGO et al., 2001). A introdução de variedades e ou populações híbridas, oriundas do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, tem sido testadas pelo IAC; esses genótipos, em alguns casos após processos de seleção nas condições do Estado de São Paulo, passam a ser recomendados para o cultivo nessa região (CAMARGO et al., 1996).

De maneira geral, os programas de melhoramento demandam muitos anos de um trabalho árduo, em condições de campo, onde são selecionadas plantas em gerações segregantes com o intuito de buscar a uniformidade genética. A partir desse momento, aqueles genótipos considerados promissores precisam ser avaliados em vários ambientes (locais e anos) a fim de se obter informações precisas sobre a adaptabilidade e a estabilidade para que, desta forma, possam ser recomendados para cultivo pelos agricultores (MURAKAMI et al., 2004).

A expressão de um determinado fenótipo resulta da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre o genótipo e o ambiente (ALLARD, 1971). A interação reflete as diferentes respostas dos genótipos às variações de ambientes (FALCONER e MAKAY, 1996), resultando em mudanças no desempenho relativo dos genótipos (Fehr, 1987).

A estimativa da interação genótipos x ambientes torna-se de suma importância tanto para os agricultores quanto para os melhoristas de plantas. Em relação aos agricultores, sua importância está no fato de que as cultivares devem ter o mínimo de interação com locais e ou anos, permitindo, dessa forma, a redução nos riscos da produção agrícola e garantia de lucros com a safra. Para os melhoristas, a existência de tais interações implica a necessidade do desenvolvimento de cultivares específicas para determinado ambiente. O ideal é que se observe na cultivar comportamento estável independente do local e do ano de cultivo, fato de limitada ocorrência (RAMALHO et al., 1993).

Diante desse quadro, para tornar a recomendação de cultivares a mais confiável possível, faz-se necessário a estimativa de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Várias são as técnicas

existentes para este tipo de estudo, dentre as quais se podem citar as propostas por EBERHART e RUSSEL (1966); TOLER (1990); ANNICHIARICO (1992) e LIN e BINNS (1988). De maneira geral, essas técnicas diferem quanto às estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e também em relação à interpretação dos resultados. É interessante que o melhorista tenha conhecimento de tais técnicas para que possa identificar a mais apropriada à sua espécie e aos seus objetivos.

Na literatura, há trabalhos visando estimar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de trigo nas condições do Centro-Oeste brasileiro (FELICIO et al., 2001 e 2002). Da mesma forma, em nível mundial, alguns trabalhos têm estimado parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em genótipos de trigo (ASHRAF et al., 2001; ASSIF et al., 2003; KAKAR et al., 2003).

Este trabalho teve como objetivos avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de 20 genótipos de trigo, sendo 18 linhagens mexicanas e duas cultivares, em três locais e dois anos, no Estado de São Paulo, por meio de dois métodos não paramétricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) dos ensaios de avaliação de 20 genótipos, desenvolvidos no Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 2001 e 2002, nas localidades de Mococa, Monte Alegre do Sul e Tatuí (SP, Brasil). Todos os experimentos foram semeados sob condição de irrigação por aspersão e em solo corrigido. Os ensaios foram instalados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições testando-se 18 linhagens provenientes do CIMMYT e as cultivares IAC-24 e IAC-289 recomendadas para semeadura no Estado de São Paulo, como testemunhas (FELICIO et al., 1988 e 1994). A genealogia de cada um dos 20 genótipos utilizados neste trabalho está incluída na tabela 1.

As parcelas experimentais foram compostas por seis linhas de 3 m de comprimento, com espaçamento de 0,20 m entre si, e separação lateral de 0,60 m entre parcelas. Foram semeadas 60 sementes por metro linear de sulco, e a colheita foi efetuada em uma área útil de 3,6 m^2 . O controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura (INSTITUTO AGRÔNOMICO, 2002).

Em um primeiro momento procedeu-se às análises de variância individuais para cada experimento visando testar a homogeneidade de variâncias (RAMALHO et al., 2000) e, posteriormente, à análise conjunta dos locais para os anos de 2001 e 2002.

Tabela 1. Genealogia dos 20 genótipos de trigo avaliados em Monte Alegre do Sul, Mococa e Tatuí (SP), em 2001 e 2002

Linhagens	Genealogia
1	IAC-24 (IAS- 51/4/SONORA64/YACO50//GABOTO/2*CIANO)= testemunha
2	IAC-289(KAVKAZ/BUHO'S'//KALYANSONA/BLUEBIRD)= testemunha
3	SERI M 82
4	MOCHIS T 88
5	FASAN
6	TURACO
7	ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL
8	PRINIA
9	TURACO/CHIL
10	CHIL/BUC
11	MUNIA/KAUZ
12	HAHN/2*WEAVER
13	HAHN/2*WEAVER
14	KAUZ*2//DOVE/BUC/3/KAUZ
15	KAUZ*2/MNV//KAUZ
16	KAUZ*2//SAP/MON/3/KAUZ
17	DESCONHECIDO
18	RHEA
19	ALDAN/IAS 58//OPATA
20	CETTIA

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada separadamente para cada ano utilizando-se dois métodos não paramétricos: ANNICHIARICO (1992) e Lin e BINNS (1988) com modificações propostas por CARNEIRO (1998).

No método proposto por ANNICHIARICO (1992) a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança (ou índice de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior (CRUZ e CARNEIRO, 2005). Valores superiores a 100 para o índice de confiança são aceitáveis, sendo os melhores genótipos aqueles que tiveram os mais altos valores.

Esse índice é obtido a partir da seguinte expressão:

$$\omega_i = \mu - z_{(1-\alpha)} \sigma_{zi}$$

em que:

ω_i : índice de confiança, expresso em percentagem;

μ : média do genótipo i em percentagem;

z : percentil da função de distribuição normal acumulada;

α : nível de significância;

σ_{zi} : desvio-padrão dos valores percentuais.

Os maiores valores deste índice serão obtidos pelos genótipos que tiveram concomitantemente maior média percentual (μ) e menor desvio (σ_{zi}). Considera-se que ω_i expressa a estabilidade e, também, a adaptabilidade genotípica (CRUZ e CARNEIRO, 2003). A técnica ainda classifica os ambientes em favoráveis e desfavoráveis segundo seu índice de ambiente (I), sendo esse índice positivo para aqueles ambientes favoráveis e negativo para os desfavoráveis.

No método proposto por Lin e BINNS (1988), foi empregada como medida para estimar a adaptabilidade e a estabilidade de uma determinada cultivar o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente. Essa medida de superioridade é obtida por meio da seguinte expressão:

$$\text{em que: } P_{ig} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

P_{ig} : estimativa da estabilidade e adaptabilidade do cultivar i;

X_{ij} : produtividade do i-ésimo cultivar no j-ésimo local;

M_j : resposta máxima observada entre todas as cultivares no local j;

n : número de locais.

O parâmetro estimado pelo método de Lin e BINNS (1988) é uma medida relativa a uma cultivar ideal, de adaptabilidade geral, cujo coeficiente de regressão é igual, ou próximo, à unidade. Por esse método representar o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local, e não à distância simples, tem propriedade de variância, ponderando de maneira eficiente o comportamento das cultivares ao longo dos ambientes.

Para que a recomendação de uma determinada cultivar seja realizada tanto para ambientes favoráveis quanto desfavoráveis, isto é, ambientes em que há emprego de alta e baixa tecnologias, foi sugerido por CARNEIRO (1998) a decomposição do estimador P_i do método de Lin e BINNS (1988) nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis em relação à reta bissegmentada. O parâmetro P_i foi denominado MAEC (Medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento) e se refere ao desempenho e comportamento diante de variações ambientais.

Desta forma, para os ambientes favoráveis, com índice ambiental positivo, incluindo o valor zero, o parâmetro MAEC seria dado por:

$$P_{ifav} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - Y_{mj})^2}{2f}$$

em que:

P_{ifav} : estimativa do parâmetro MAEC para o ambiente favorável;

X_{ij} : produtividade do i -ésimo cultivar no j -ésimo local;

Y_{mj} : estimativa da produtividade do genótipo ideal no ambiente j ;

f : número de ambientes favoráveis;

Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, com índice ambiental negativo, esse parâmetro seria dado por:

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

em que d representa o número de ambientes desfavoráveis.

Tanto para as análises de variância quanto para as análises de estabilidade e adaptabilidade utilizou-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela tabela 2, foi possível observar que a fonte de variação genótipos foi significativa para todos os anos nos três locais de avaliação, exceto em 2002 para Monte Alegre do Sul. Por esses resultados, infere-se pela existência de variação genética para produtividade de grãos entre os 20 genótipos de trigo em estudo.

Pela análise conjunta, foi observado efeito significativo para as fontes de variação genótipos, anos e locais (Tabela 3). Da mesma forma, observa-se que tanto os anos quanto os locais foram distintos.

No coeficiente de variação experimental, observou-se magnitude de 15,31%, podendo ser considerado compatível com aqueles verificados para caracteres associados com a produtividade de grãos, geralmente com herança quantitativa e altamente influenciados pelo ambiente (FALCONER e MAKAI, 1996).

Em relação às interações, somente na interação genótipos x anos não houve significância, revelando que o comportamento das linhagens, em média, foi coincidente de um ano para outro. As interações genótipos x locais, anos x locais e a interação tripla (genótipos x anos x locais) foram estatisticamente significativas (Tabela 3). As linhagens de número 3 (SERI M 82) e 13 (HAHN/2*WEAVER) foram aquelas com melhor desempenho considerando, independentemente, os anos de 2001 e 2002, com médias de 3.732 kg ha⁻¹ e 4.061 kg ha⁻¹ para 2001 e 3.242 kg ha⁻¹ e 3.369 kg ha⁻¹ para 2002 respectivamente (Tabela 4). Considerando a análise conjunta para anos, na linhagem 3 verificou-se produtividade de grãos de 3.487 kg ha⁻¹ e na linhagem 13, de 3.715 kg ha⁻¹.

Como foi observado, por meio da interação genótipos x locais, um comportamento diferenciado das linhagens em relação aos locais de avaliação, é justificável um estudo mais detalhado das diferenças entre as linhagens com relação à adaptabilidade e à estabilidade.

Considerando as esperanças dos quadrados médios, foram estimados os componentes de variância das interações: genótipos x locais e genótipos x anos. Constatou-se que a magnitude da variância da interação genótipos x locais ($\sigma^2_{GxL} = 43877$) foi mais expressiva do que a magnitude da interação genótipos x anos ($\sigma^2_{GxA} = 17812$), deduzindo que a avaliação das linhagens em maior número de locais foi mais vantajosa do que em maior número de anos; essa informação é importante para orientar trabalhos futuros de avaliação de linhagens e sua recomendação para o cultivo pelos agricultores.

Tabela 2. Análise de variância individual, para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 20 genótipos de trigo, avaliados em Mococa, Tatuí e Monte Alegre do Sul (SP), em 2001 e 2002

FV	GL	Mococa		Tatuí		Monte Alegre do Sul	
		2001 QM ⁽¹⁾	2002 QM	2001 QM	2002 QM	2001 QM	2002 QM
Blocos	3	1315,75	2271,61	43,52	887,16	818,74	1272,74
Genótipos	19	1848,52*	586,65	596,98*	444,91*	409,84	245,30 ^{ns}
Resíduo	57	505,46	261,12	169,36	124,09	147,50	165,16
Total	79	-	-	-	-	-	-
Média	-	4868	2489	2829	4129	2223	2206
CV(%)	-	14,60	20,53	14,54	8,52	17,26	18,41

(¹) Valores divididos por 1000.

^{ns}: não significativo. * significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Tabela 3. Análise de variância conjunta envolvendo anos e locais, para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 20 genótipos de trigo avaliados em Monte Alegre do Sul, Mococa e Tatuí (SP), em 2001 e 2002

FV	GL	QM	F
(B/L)/A	18	1101588	
Genótipos (G)	19	1472050	6,43 *
Anos (A)	1	16020963	14,54 *
Locais (L)	2	100789745	91,49 *
G x A	19	213754	0,93 ns
G x L	38	579809	2,53 *
A x L	2	139089035	126,26 *
G x A x L	38	643393	2,81 *
Resíduo	342	228787	-
Média	3124	-	-
CV (%)	15,31	-	-

* significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Tabela 4. Médias de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 20 genótipos de trigo avaliados em Monte Alegre do Sul, Mococa e Tatuí (SP), em 2001 e 2002

Linhagens	2001	2002	Conjunta
1	3038 bc	2723 bc	2880 b-d
2	3669 ab	3133 a-c	3401 b-c
3	3732 ab	3242 ab	3487 ab
4	3434 bc	3018 a-c	3226 a-d
5	3334 bc	2825 a-c	3079 a-d
6	3239 bc	3762 a-c	3001 b-d
7	3169 bc	2802 a-c	2985 b-d
8	3267 bc	2972 a-c	3119 a-d
9	3457 a-c	3111 a-c	3284 a-d
10	3419 a-c	3111 a-c	3265 a-d
11	3357 bc	2876 a-c	3116 a-d
12	3658 ab	3117 a-c	3387 a-c
13	4061 a	3369 a	3715 a
14	3242 bc	2916 a-c	3079 a-d
15	3048 bc	2569 c	2809 cd
16	3096 bc	2981 a-c	3038 b-d
17	3083 bc	2973 a-c	3028 b-d
18	3096 bc	2709 bc	2902 b-d
19	2928 c	3096 a-c	3012 b-d
20	2812 c	2526 c	2669 d

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A classificação dos genótipos quanto à adaptabilidade e a estabilidade foi, de maneira geral, semelhante nos dois métodos (Tabelas 5 e 6).

Os resultados das análises de estabilidade para os anos de 2001 e 2002, obtidas por meio do método proposto por ANNICHIARICO (1992), estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de ANNICHIARICO (1992), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 20 genótipos de trigo avaliados em Monte Alegre do Sul, Mococa e Tatuí (SP), em 2001 e 2002

Linhagens	2001			2002		
	Média	Desvio (%)	ω_i	Média	Desvio (%)	ω_i
1	3038	17,3	84,3	2723	13,4	89,5
2	3669	3,4	110,8	3133	7,5	104,3
3	3732	2,4	112,3	3242	4,3	109,9
4	3434	17,4	97,9	3018	6,7	100,3
5	3334	11,7	94,7	2825	3,5	94,5
6	3239	7,1	95,5	3762	5,8	93,6
7	3169	17,3	86,2	2802	4,6	93,7
8	3267	9,6	95,2	2972	2,7	100,6
9	3457	9,2	103,1	3111	13,7	104,4
10	3419	14,7	95,3	3111	8,5	104,9
11	3357	10,3	97,2	2876	15,5	89,9
12	3658	9,0	105,6	3117	11,9	102,4
13	4061	6,0	122,6	3369	9,2	111,5
14	3242	10,7	96,0	2916	15,3	93,5
15	3048	8,2	92,2	2569	9,5	83,0
16	3096	5,8	93,2	2981	2,7	100,2
17	3083	23,0	93,2	2973	7,4	100,3
18	3096	11,3	93,1	2709	21,2	84,6
19	2928	23,4	87,3	3096	16,2	103,2
20	2812	5,6	82,1	2526	3,6	85,1

ω_i : índice de confiança (%).

Não foi possível desdobrar o ambiente favorável em 2001, pois somente a localidade de Mococa ($I = 1.561$) foi classificada como tal, sendo os municípios de Monte Alegre do Sul ($I = -1.083$) e Tatuí ($I = -478$) classificados como desfavoráveis. Da mesma forma, para 2002, somente a localidade de Tatuí ($I = 1.187$) foi classificada como favorável impedindo o desdobramento, como descrito por CRUZ e CARNEIRO (2003). Assim, somente a análise geral, considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis em conjunto, será discutida.

Para 2001, as linhagens 13 = HAHN/2*WEAVER ($\omega_i=122,6$), 3= SERI M 82 ($\omega_i = 112,3$) e a cultivar IAC-289 ($\omega_i=110,8$) foram as de menor risco, podendo ser recomendadas para cultivo pelos agricultores. Os piores desempenhos foram observados pelas linhagens 7= ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL ($\omega_i=86,2$), 19= ALDAN/IAS 58//OPATA ($\omega_i=87,3$) e 20= CETTIA ($\omega_i=82,1$) (Tabela 5). Cabe destacar que na cultivar IAC-289, utilizada como testemunha, o índice de confiança foi de 110,8 refletindo seu bom desempenho produtivo (3.669 kg ha⁻¹). Já a testemunha IAC-24 (IAS- 51/4/SONORA64/YACO50//GABOTO/2*CIANO) foi agrupada entre os genótipos com piores índices de confiança ($\omega_i=84,3$).

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN e BINNS (1988), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 20 genótipos de trigo avaliados em Monte Alegre do Sul, Mococa e Tatuí (SP), em 2001 e 2002

Linhagens	2001				2002			
	Média	P_{ig}	P_{ifav}	P_{idesf}	Média	P_{ig}	P_{ifav}	P_{idesf}
1	3038	547.5	586.8	527.8	2723	332.7	453.4	272.3
2	3669	354.0	415.2	323.4	3133	229.9	261.2	214.2
3	3732	336.9	363.6	323.6	3242	205.4	247.9	184.2
4	3434	429.6	487.9	400.5	3018	254.4	283.2	240.0
5	3334	447.0	375.8	482.5	2825	298.9	343.8	276.4
6	3239	474.8	517.6	453.3	3762	318.2	439.0	257.8
7	3169	501.1	374.8	564.2	2802	304.0	349.3	281.3
8	3267	465.9	477.1	460.3	2972	264.8	325.1	234.7
9	3457	419.2	550.5	353.5	3111	242.4	370.8	178.3
10	3419	425.5	305.2	485.7	3111	234.9	311.9	196.4
11	3357	438.8	413.9	451.3	2876	288.7	207.9	329.1
12	3658	357.6	286.7	393.0	3117	235.5	266.7	219.8
13	4061	255.6	274.3	246.3	3369	180.3	158.8	191.1
14	3242	476.3	573.6	427.7	2916	277.9	253.3	290.2
15	3048	548.8	801.9	422.3	2569	363.4	373.7	358.3
16	3096	529.7	727.6	430.8	2981	260.8	283.9	249.3
17	3083	562.8	1007.2	340.6	2973	265.6	349.3	223.8
18	3096	530.7	757.1	417.5	2709	331.8	298.2	348.6
19	2928	628.7	1140.6	372.7	3096	248.0	381.3	181.4
20	2812	616.6	709.2	570.4	2526	379.8	499.4	319.9

P_{ig} : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar *i* considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; P_{ifav} : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar *i* considerando o ambiente favorável; P_{idesf} : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar *i* considerando o ambiente desfavorável. Valores de P_{ig} , P_{ifav} , P_{idesf} divididos por 10.000.

Em relação a 2002, as linhagens 13 ($\omega_i = 111,50$), 3 ($\omega_i = 109,93$) e 10 = CHIL/BUC ($\omega_i = 104,98$) foram as de menor risco. Os piores desempenhos foram observados pelas linhagens 15 = KAUZ*2/MNV//KAUZ ($\omega_i = 83,03$), 18 = KAUZ*2/MNV//KAUZ ($\omega_i = 84,56$) e 20 ($\omega_i = 85,11$) (Tabela 5). Comportamento semelhante foi observado entre as testemunhas, tendo novamente a cultivar IAC-289 alto índice de confiança.

Considerando 2001 e 2002, as linhagens 3 e 13 foram as de comportamento constante, sendo pouco influenciadas pela variação de ambiente.

Os resultados das análises de estabilidade para 2001 e 2002, obtidas por meio do método proposto por LIN e BINNS (1988), com modificações propostas por CARNEIRO (1998), estão apresentados na tabela 6.

O fator anos (2001 e 2002) foi marcante na classificação dos locais de experimentação em ambientes favoráveis e desfavoráveis, de acordo com o índice ambiental (I). Em 2001, os municípios de Monte Alegre do Sul (I = -1.083) e Tatuí (I = -478) foram considerados desfavoráveis; Mococa foi classificada como favorável (I = 1.561). Em 2002, Monte Alegre do Sul (I = -735) e Mococa (I = -452) foram ambientes desfavoráveis, enquanto Tatuí foi considerado um ambiente favorável (I = 1.187).

Considerando o ano de 2001, conjuntamente com o ambiente favorável (Mococa) e os desfavoráveis (Monte Alegre do Sul e Tatuí), observa-se que as linhagens 13 e 3 foram aquelas com desempenho próximo do máximo da média dos três ambientes (4.061 kg ha⁻¹), ou seja, menores estimativas de P_i (Tabela 6). As linhagens 19 e 20 foram as de pior desempenho entre os genótipos avaliados. A testemunha IAC-289 foi a terceira com desempenho próximo ao máximo da média dos três ambientes.

Examinando o ambiente favorável, as linhagens 13 e 12 = HAHN/2*WEAVER tiveram os menores valores de P_i enquanto nos ambientes desfavoráveis as linhagens 13 e 2 se destacaram como as melhores (Tabela 6). Os piores desempenhos foram observados pelas linhagens 17 = DESCONHECIDO e 19 para o ambiente favorável e 7 e 20 para o desfavorável.

Considerando em conjunto o ambiente favorável (Tatuí) e os desfavoráveis (Monte Alegre do Sul e Mococa) para 2002, nas linhagens 13 e 3 observou-se desempenho próximo do máximo da média dos três ambientes (3.552 kg ha⁻¹). As linhagens 15 = KAUZ*2/MNV//KAUZ e 20 foram as de pior desempenho entre os 20 genótipos avaliados. A testemunha IAC-289 foi a terceira com desempenho próximo ao máximo da média dos três ambientes.

Em relação ao ambiente favorável, as linhagens 13 e 11= MUNIA/KAUZ foram as de menores valores de P_i enquanto nos ambientes desfavoráveis as linhagens 9 = TURACÔ/CHIL e 19 se destacaram como as melhores (Tabela 6). Os piores desempenhos foram observados pelas linhagens 1= IAC-24 (IAS-51/4/SONORA64/YACO50//GABOTO/2*CIANO) e 20 para o ambiente favorável, e 18 e 15 para o desfavorável.

CARNEIRO (1998) destaca que o coeficiente P_i é uma medida de adaptabilidade, pois se espera que os valores máximos tenham associação com o índice ambiental (I), com coeficiente de regressão (b) próximo a 1,0. Neste trabalho, a correlação entre M_j e I foi de 0,98 e 0,99 para os anos de 2001 e 2002 respectivamente. Já o coeficiente de regressão (b) foi de 1,10 para 2001 e de 1,11 para 2002. Esses números tornam válidas as interpretações dos valores obtidos como medida de adaptabilidade e de estabilidade de comportamento (MAEC).

Independentemente do método e considerando a análise para os dois anos e os três locais, as linhagens 13 e 3 sempre figuraram entre as cinco primeiras na classificação, com adaptabilidade e estabilidade amplas. Essas linhagens, em especial a linhagem 13, poderiam ser recomendadas para cultivo pelos agricultores desde que sejam observadas outras características agrônômicas de interesse (porte semi-anão, resistência a pragas e doenças, tolerância ao acamamento e ao alumínio tóxico). A testemunha IAC-289 também ficou estável, o que não ocorreu com a outra testemunha (IAC-24). Esses resultados concordam com os observados por FELÍCIO et al. (2004) avaliando 36 genótipos de trigo nos anos de 1994 a 2001 no município de Capão Bonito (SP). Na cultivar IAC-289, observaram-se estabilidade e adaptabilidade amplas enquanto a IAC-24 somente foi estável nos anos classificados como favoráveis.

Os dois procedimentos citados forneceram resultados semelhantes com fácil estimativa e, sobretudo, fácil interpretação e deveriam ter seu uso incrementado em programas de melhoramento. De acordo com MURAKAMI et al. (2004) a metodologia de LIN e BINNS (1988) é mais discriminante e por isso mais eficiente que a metodologia de EBERHART e RUSSEL (1966), ainda muito utilizada em estudos de estabilidade e adaptabilidade.

4. CONCLUSÕES

1. Os genótipos diferem quanto à estabilidade da produtividade de grãos, com destaque para as linhagens 13 e 3. Por outro lado, verifica-se instabilidade na linhagem 20.

2. Na cultivar IAC-289, utilizada como testemunha, constatam-se estabilidade e adaptabilidade tanto nos ambientes favoráveis quanto nos desfavoráveis.

3. As duas técnicas para estimativa de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade revelam resultados semelhantes, com fácil estimativa e, sobretudo, fácil interpretação, devendo ter seu uso incrementado em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R.W. **Princípios do Melhoramento Genético das Plantas**. Rio de Janeiro: USAID/Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ANNICHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Bérgamo, v. 46, p. 269-278, 1992.
- ASSIF, M.; MUSTAFA, S.Z.; ASSIM, M.; KISANA, N.S.; MUJAHID, M.Y.; AHMAD, I. AHMED, Z. Stability of wheat genotypes for grain yield under rainfed ecologies of Pakistan. **Asian Journal of Plant Sciences**, Nova Deli, v. 2, n. 4, p. 400-402, 2003.
- ASHRAF, M.; QURESHI, A.F.; GHAFOR, A.; KHAN, N.A. Genotype-environment interaction in wheat. **Journal of Biological Sciences**, Melbourne v. 1, n. 5, p. 356-357, 2001.
- CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P. **Varietades de trigo para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 20 p. (Boletim técnico, 163)
- CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; BARROS, B.C.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Comportamento agrônômico de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 35-44, 2001.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- CRUZ, C. D. **GENES: aplicativo computacional em genética e melhoramento de plantas**. Versão 2005. Viçosa: UFV, 2005.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- FALCONER, D.S.; MAKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4ed. Harlow: Longman, 1996. 464p.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; FREITAS, J. G.; BARROS, B. C.; VITTI, P. Tocantins (IAC 23) e Tucuruí (IAC 24). Novos cultivares de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 1, p. 93-107, 1988.

- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O; FERREIRA FILHO, A. W. P.; GALLO, P. B. Avaliação de genótipos de triticales e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 83-91, 2001.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O; GERMANI, R.; FREITAS, J. G. Rendimento e processo germinativo no grão na espiga de genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 289-294, 2002.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O; VITTI, P.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. Comportamento agrônomo e avaliação tecnológica dos cultivares de trigo IAC 120 (curumim), IAC 286 (Takaoka) e IAC 289 (Maruá) para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 191-208, 1994.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O; CASTRO, J. L.; GERMANI, R. Rendimento de grãos de trigo e sua relação com as doenças e variáveis climáticas em Capão bonito de 1997 a 2001. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 93-103, 2004.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. cap. 18, p. 247-258.
- INSTITUTO AGRONÔMICO (CAMPINAS). **Recomendações da comissão técnica de trigo para 2002**. 2.ed.atual. Campinas, 2002. 94p.
- KAKAR, K.M.; KAKAR, Z.; SHAVANI, M.I. Varietal dynamics of yield stability in wheat. **Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 3, n. 2, p. 137-140, 2003.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.
- 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.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- TOLLER, J. E. **Patters of genotypic performance over environmental arrays**. [S.I.]: 154 f. Ph.D. Thesis. Clemson University, USA, 1990.