



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agronômico de Campinas

Brasil

BARNABÉ BIUDES, GUSTAVO; OLIVEIRA CAMARGO, CARLOS EDUARDO DE; PENTEADO
FERREIRA FILHO, ANTONIO WILSON; PETTINELLI JÚNIOR, ARMANDO; FOLTRAN, DULCINÉIA
ELIZABETE; LOPES DE CASTRO, JAIRO; AZEVEDO FILHO, JOAQUIM ADELINO
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS DIAPLÓIDES DE TRIGO

Bragantia, vol. 68, núm. 1, 2009, pp. 63-74

Instituto Agronômico de Campinas

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90811727008>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS DIAPLÓIDES DE TRIGO⁽¹⁾

GUSTAVO BARNABÉ BIUDES^(2,7); CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO^(2,8*);
ANTONIO WILSON PENTEADO FERREIRA FILHO⁽²⁾;
ARMANDO PETTINELLI JÚNIOR⁽³⁾; DULCINÉIA ELIZABETE FOLTRAN⁽⁴⁾;
JAIRO LOPES DE CASTRO⁽⁵⁾; JOAQUIM ADELINO AZEVEDO FILHO⁽⁶⁾

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade para produção de grãos de 18 linhagens diaplóides de trigo e duas cultivares-controle, em quatro locais do Estado de São Paulo, no período de 2001 a 2004, utilizando-se três métodos (Eberhart e Russell; Cruz e colaboradores e Lin e Binns, modificado por Carneiro). Em cada ano, foram realizados experimentos em Tatuí e em Monte Alegre do Sul (solos corrigidos e irrigados por aspersão), Capão Bonito (solo ácido e sequeiro) e Tietê (solo corrigido e sequeiro), totalizando 16 áreas experimentais. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Na análise de variância conjunta dos 16 experimentos e nas análises por local, todas as fontes de variação tiveram efeitos significativos, com exceção da interação genótipos x anos em Monte Alegre do Sul. Nesse local, destacaram-se na produção de grãos as cultivares IAC-24 e IAC-370, considerando-se a média dos quatro anos de cultivo. Nos demais locais e para os 16 experimentos em conjunto, foram aplicados os métodos de adaptabilidade e estabilidade. Dos genótipos que se destacaram quanto à produção de grãos nos 16 experimentos, os três métodos indicaram as linhagens 5, 6 e 7 como adaptadas a ambientes desfavoráveis e com previsibilidade tolerável e as cultivares IAC-24 e IAC-370 adaptadas a ambientes favoráveis e com previsibilidade tolerável. O método de Lin e Binns indicou a cultivar IAC-24 e a linhagem 7 como as mais estáveis para Capão Bonito, Tietê e Tatuí, considerando as análises por local.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., produção de grãos, interação genótipos x ambientes, solo ácido e corrigido, condições de sequeiro e irrigada.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 23 de fevereiro de 2007 e aceito em 15 de setembro de 2008.

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

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

⁽⁴⁾ Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Tietê, Caixa Postal 18, 18530-970 Tietê (SP).

⁽⁵⁾ Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Sudoeste Paulista, Caixa Postal 62, 18300-970 Capão Bonito (SP).

⁽⁶⁾ Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista, Caixa Postal 01, 13910-000 Monte Alegre do Sul (SP).

⁽⁷⁾ Bolsista de mestrado da FAPESP.

⁽⁸⁾ Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY WHEAT DIHAPLOID LINES

This investigation had the objective to evaluate the grain yield adaptability and stability of 18 wheat dihaploid inbred lines and two wheat cultivars, at four locations of the State of São Paulo, Brazil, from 2001 to 2004, utilizing three methods (Eberhart and Russell; Cruz and colleagues and Lin and Binns, modified by Carneiro). During each year the experiments were carried out at: Monte Alegre do Sul and Tatuí (sprinkler irrigation and limed soil); Capão Bonito (upland and acid soil) and Tietê (upland and limed soil), totaling 16 experimental areas. Randomized block design with four replications was utilized. The joint analysis of variance for the 16 experiments and the analysis of variance for each location, showed that all sources of variations presented significant effects, except genotypes x years interactions in Monte Alegre do Sul. In these location cultivars IAC-24 and IAC-370 were superior for grain yield considering the average of the four years. Adaptability and stability methods were calculated for the other locations. Considering the best genotypes for grain yield taking in account the 16 experiments, the three methods indicated that the lines 5, 6 and 7 were adapted to unfavorable environments. IAC-24 and IAC-370 cultivars were adapted to suitable environments. Lin and Binns method indicated by the analysis of variance of each location that cultivar IAC-24 and inbred line 7 as the more stable to Capão Bonito, Tietê and Tatuí.

Key words: *Triticum aestivum* L., grain yield, genotype x environment interaction, acid and limed soil, upland and irrigation conditions.

1. INTRODUÇÃO

A produção de trigo no Estado de São Paulo está distribuída em diferentes condições edafoclimáticas, sendo submetidas a técnicas diversas de manejo que proporcionam variações no desempenho relativo dos genótipos em função das características de cada região, especialmente referentes a estresses bióticos e abióticos.

O programa de melhoramento do trigo, do Instituto Agronômico (IAC), tem utilizado o cultivo de anteras "in vitro" visando à redução do tempo de obtenção de linhagens com alto grau de homozigose, em relação ao programa de melhoramento tradicional, tornando mais rápida a liberação de novas cultivares (CAMARGO et al., 2003). Essa técnica consiste na obtenção de plantas haplóides que podem se tornar férteis após a duplicação do número de cromossomos utilizando-se colchicina (RAMOS et al., 1994). Enquanto pelo processo convencional seriam necessárias de seis a nove gerações de autofecundação para obter elevado grau de homozigose, as plantas obtidas com base nesse método de melhoramento, conhecidas como diaplóides (DH), proporcionam 100% de homozigose em apenas uma geração (CAMARGO et al., 2006).

Ao se avaliar o comportamento de genótipos de trigo no Estado de São Paulo, em diferentes condições de cultivo, comumente são encontrados efeitos significativos da interação genótipos x ambientes, havendo a necessidade de avaliar o comportamento dos genótipos em diferentes locais, por vários anos (FELÍCIO et al., 2001; CAMARGO et al., 2006). No entanto, estudos sobre a interação genótipos x ambientes, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações

pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo perante as variações ambientais (OLIVEIRA et al., 2006).

Dessa forma, visando identificar genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas, diferentes métodos estão sendo empregados para determinar a adaptabilidade dos genótipos aos locais e à sua estabilidade de produção ao longo dos anos. A adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos têm sido estimadas em diferentes espécies, entre as quais: trigo (FELÍCIO et al., 2001; AMORIM et al., 2006; CAIERÃO et al., 2006; ALBRECHT et al., 2007); feijão (CARBONELL et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2006), milho (GONÇALVES et al., 2006; GARBUGLIO et al., 2007) e soja (SILVA et al., 2006).

Atualmente, há diferentes métodos para o cálculo da adaptabilidade e estabilidade. Entre os métodos existentes, os propostos por EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989) e LIN e BINNS (1988) com as modificações propostas por CARNEIRO (1998), têm sido amplamente utilizados em trigo, feijão, milho e soja (CARBONELL et al., 2001; FELÍCIO et al., 2001; AMORIM et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2006; GARBUGLIO et al., 2007).

O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de linhagens diaplóides de trigo, em diferentes ambientes de cultivo do Estado de São Paulo, considerando diferentes métodos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em 2001, 2002, 2003 e 2004 foram avaliados 20 genótipos de trigo, sendo 18 linhagens diaplóides (LDHs) obtidas via cultura de anteras "in vitro"

(RAMOS et al., 1994) e duas cultivares-controle: IAC-24 e IAC-370 (Tabela 1). Em cada ano, foram realizados quatro experimentos, nos seguintes locais: Monte Alegre do Sul, latitude 22° 41' S, longitude 46° 43' W, altitude 777 m, pertencente a zona tríticola H, em solo corrigido com calcário e irrigado por aspersão; Tatuí, latitude 23° 22' S, longitude 47° 52' W, altitude de 600 m, zona tríticola D, em solo corrigido com calcário e irrigado por aspersão; Capão Bonito, latitude 24° 02' S, longitude 48° 22' W, altitude 702 m, pertencente a zona tríticola B, em solo ácido e sequeiro; e, Tietê, latitude 23° 07' S, longitude 47° 43' W, altitude de 538 m, zona tríticola D, em solo corrigido com calcário e sequeiro, totalizando 16 experimentos.

O delineamento utilizado em cada experimento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 80 parcelas. Cada parcela foi formada por seis linhas de 3 m, espaçadas por 0,20 m e separadas, lateralmente, por 0,60 m. A semeadura foi feita utilizando-se 80 sementes viáveis por metro (1.440 sementes por parcela), com uma área útil de colheita de 3,6 m².

Tabela 1. Genealogia de 18 linhagens diaplóides de trigo provenientes de cultura de anteras e duas cultivares-controle, avaliadas em experimentos instalados em Monte Alegre do Sul, Tatuí, Capão Bonito e Tietê, de 2001 a 2004

| Genótipos | Genealogia (1) |
|-----------|-----------------------|
| 1 | IAC-24 |
| 2 | IAC-370 |
| 3 | IAC-28/IAC-24 |
| 4 | Siete Cerros/IAC-24 |
| 5 | IAC-287/IAC-24 |
| 6 | IAC-287/IAC-24 |
| 7 | IAC-287/IAC-24 |
| 8 | IAC-287/IAC-24 |
| 9 | CIANO-79/IAC-24 |
| 10 | IAC-287/IAC-24 |
| 11 | IAC-287/IAC-24 |
| 12 | IAC-287/IAC-24 |
| 13 | IAC-287/IAC-24 |
| 14 | CIANO-79/IAC-24 |
| 15 | CIANO-79/IAC-24 |
| 16 | (OPATA-BOW"S")/IAC-24 |
| 17 | (OPATA-BOW"S")/IAC-24 |
| 18 | CIANO-79/IAC-24 |
| 19 | IAC-287/IAC-24 |
| 20 | IAC-287/IAC-24 |

(1) Os genótipos de mesma genealogia foram oriundos de plantas haplóides duplicadas com colchicina provenientes de cultura de diferentes embriões.

Em cada parcela, a produção de grãos foi obtida a partir da colheita das seis linhas, posteriormente transformadas em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos nas 80 parcelas foram submetidos a análises de variância individuais, empregando-se o teste F, ao nível de 5%, para detectar efeitos significativos de genótipos e repetições. Efetuou-se uma análise de variância conjunta dos 16 experimentos, para detectar efeitos de genótipos, anos, locais e das interações genótipos x anos, genótipos x locais, anos x locais e genótipos x anos x locais. Também foram realizadas análises de variância conjuntas para cada local visando detectar a significância dos efeitos de anos, de genótipos e da interação genótipos x anos.

Nas análises conjuntas, o efeito de anos foi considerado aleatório assim como as interações genótipos x anos, anos x locais e a interação genótipos x anos x locais. Os demais efeitos foram considerados fixos (CRUZ et al., 2004).

Para comparação das médias dos genótipos nos experimentos ou nos grupos de experimentos, empregou-se o teste de Tukey, ao nível de 5%.

Efetuou-se a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade utilizando-se três métodos: 1 - EBERHART e RUSSELL (1966), 2 - CRUZ et al. (1989) e 3 - LIN e BINNS (1988) com as modificações propostas por CARNEIRO (1998).

No método de EBERHART e RUSSELL (1966), a adaptabilidade foi obtida pela estimativa do coeficiente de regressão linear (\hat{a}_{1i}) e a estabilidade pelos desvios da regressão (s_{di}^2), conforme o modelo:

$$Y_{ij} = \hat{a}_{0i} + \hat{a}_{1i}I_j + \hat{a}_{1i} + \hat{a}_{ij}, \text{ sendo:}$$

Y_{ij} a média de produção de grãos (kg ha⁻¹) do genótipo i no ambiente j ; \hat{a}_{0i} a média geral do genótipo i nos ambientes considerados; \hat{a}_{1i} o coeficiente de regressão linear; I_j o índice ambiental codificado, utilizado para classificar os ambientes; \hat{a}_{1i} é o desvio da regressão de cada genótipo, em função das variações ambientais; \hat{a}_{ij} é o erro experimental médio.

Por esse método, o genótipo ideal é descrito como aquele que exibe adaptabilidade ampla ($b_{1i} = 1$) e alta previsibilidade em relação à reta ($s_{di}^2 = 0$), podendo-se utilizar o coeficiente de determinação (R_i^2) como medida auxiliar da previsibilidade do genótipo (CRUZ et al., 2004).

O método de regressão linear bissegmentada de CRUZ et al. (1989) tem como parâmetros de adaptabilidade a média geral do genótipo i nos ambientes considerados (b_{0i}) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_{1i}) e favoráveis ($b_{1i} + b_{2i}$).

A estabilidade dos genótipos é avaliada pelos desvios de regressão (s_{di}^2) de cada genótipo, em função das variações ambientais, podendo-se utilizar o R_i^2 como uma medida auxiliar da previsibilidade do genótipo. Na análise, utilizou-se o modelo:

$$Y_{ij} = \hat{a}_{0i} + \hat{a}_{1i}I_j + \hat{a}_{2i}T(I_j) + \hat{a}_{ij} + \hat{a}_{ij}, \text{ sendo:}$$

Y_{ij} ; \hat{a}_{0i} ; I_j , \hat{a}_{ij} e \hat{a}_{ij} conforme descrito anteriormente; \hat{a}_{1i} o coeficiente de regressão considerando os ambientes desfavoráveis; \hat{a}_{2i} o coeficiente de regressão considerando os ambientes favoráveis, e $T(I_j) = 0$, se $I_j \leq 0$; e $T(I_j) = I_j - I_+$, se $I_j > 0$, em que I_+ é a média dos índices I_j positivos.

Pelo método de CRUZ et al. (1989), o genótipo ideal é descrito como aquele que exibe adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis ($b_{1i} < 1$), responsividade à melhoria ambiental ($b_{1i} + b_{2i} > 1$), menores desvios de regressão ($s_{di}^2 = 0$) e alta previsibilidade em relação à reta bissegmentada ($R_i^2 > 80\%$).

No método de LIN e BINNS (1988) foi empregado o quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta média máxima obtida para cada ambiente para estimar a adaptabilidade e estabilidade de um determinado genótipo. Essa medida de superioridade é dada por meio da expressão:

$$P_{ig} = [S(Y_{ij} - M_j)^2] / 2n, \text{ sendo:}$$

P_{ig} a estimativa do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade da cultivar i ; Y_{ij} conforme descrito anteriormente; M_j a resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j e n o número de ambientes.

Quanto menor o parâmetro P_{ig} maior é a superioridade do genótipo indicado como mais adaptado e estável.

Para que a recomendação de um determinado genótipo atenda ao conceito de grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, CARNEIRO (1998) fez a decomposição do estimador P_{ig} proposto por LIN e BINNS (1988) em estimadores P_{if} referentes a ambientes favoráveis e P_{id} referentes a ambientes desfavoráveis. A partir da decomposição, por considerar o desempenho e o comportamento diante das variações ambientais, o estimador P_i foi denominado parâmetro MAEC (Medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento).

Em ambientes favoráveis, com índices positivos (I_j) incluindo o valor zero, o parâmetro P_{if} será estimado pela expressão:

$$P_{if} = [S(Y_{ij} - M_j)^2] / 2f, \text{ sendo:}$$

P_{if} a estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i nos ambientes favoráveis; f número de ambientes favoráveis; e Y_{ij} e M_j como definidos anteriormente.

Para ambientes desfavoráveis, com índices ambientais (I_j) negativos, o parâmetro P_{id} será estimado pela expressão:

$$P_{id} = [S(Y_{ij} - M_j)^2] / 2d, \text{ sendo:}$$

P_{id} a estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i nos ambientes desfavoráveis; d o número de ambientes desfavoráveis e Y_{ij} e M_j já definidos anteriormente.

As análises de variância, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios da análise de variância conjunta para os 16 experimentos revelaram efeitos significativos para todas as fontes de variação (Tabela 2). Tais resultados podem indicar a presença de variabilidade genética para produção de grãos e que os locais e anos avaliados foram bastante contrastantes entre si. A significância das interações genótipos x locais e genótipos x anos revelaram um padrão de comportamento diferenciado dos genótipos em relação aos locais e anos, considerados individualmente e também em conjunto (interação genótipos x locais x anos). Interações significativas eram esperadas devido às diferentes condições de cultivo dos locais e anos de avaliação. Por esses resultados, constatou-se a necessidade de se estudar a adaptabilidade e a estabilidade de cada um dos genótipos visando à identificação daqueles com adaptação ampla ou a ambientes específicos (favoráveis e desfavoráveis) e com comportamento altamente previsível.

Entre os 16 ambientes, os experimentos instalados em 2001, 2002, 2003 e 2004, em Capão Bonito e em 2002 e 2003, em Tietê, foram classificados como ambientes desfavoráveis ($I_j = 0$). Esses resultados podem ser atribuídos à presença de alumínio trocável na camada arável do solo em Capão Bonito (dados não mostrados) e à distribuição irregular e uma quantidade menor de chuvas em Tietê. Os demais experimentos foram classificados como ambientes favoráveis ($I_j > 0$).

A comparação das médias dos genótipos pelos testes tradicionais não foi realizada, tendo em vista a significância das interações envolvendo genótipos, locais e anos. Apesar disso, verificou-se que as cultivares IAC-24 e IAC-370 e as linhagens 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16 e 20 (Tabela 3) destacaram-se pela produção de grãos acima da média geral dos 16 experimentos (1.737 kg ha^{-1}).

Tabela 2. Análise de variância conjunta para produção de grãos de 18 linhagens diaplóides de trigo provenientes de cultura de anteras e duas cultivares-controle, avaliados em experimentos instalados em Monte Alegre do Sul, Tatuí, Capão Bonito e Tietê, de 2001 a 2004

| Fontes de variação | Graus de liberdade | Quadrados médios (10^3) | F |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------|--------|
| (Blocos/Locais)/ Anos | 48 | 380,59 | |
| Genótipos (G) | 19 | 5.060,58 | 9,93* |
| Anos (A) | 3 | 16.995,77 | 44,66* |
| Locais (L) | 3 | 158.801,64 | 16,26* |
| G x A | 57 | 509,85 | 5,08* |
| G x L | 57 | 1.272,72 | 3,50* |
| A x L | 9 | 9.763,97 | 25,65* |
| G x A x L | 171 | 363,83 | 3,63* |
| Resíduo | 912 | 100,29 | |
| Média | 1.737 | - | - |
| CV (%) | 18,8 | - | - |
| Maior QMR/menor QMR | 6,6 | | |

* Significativo a 5% pelo teste F.

Dos genótipos que se destacaram para produção de grãos, aplicando-se o método de EBERHART e RUSSELL (1966), verificou-se que a adaptabilidade das linhagens 8 e 15 foi ampla ($b_{1i} = 1$); das cultivares IAC-24 e IAC-370 e das linhagens 14, 16 e 20 a adaptabilidade foi aos ambientes favoráveis ($b_{1i} > 1$) e das linhagens 5, 6, 7 e 10 a adaptabilidade foi a ambientes desfavoráveis ($b_{1i} < 1$) (Tabela 3). Desses genótipos em nenhum se observou alta previsibilidade de comportamento ($s_{di}^2 = 0$) não havendo, portanto, nenhum genótipo com comportamento ideal (Tabela 3). Nas cultivares IAC-24 e IAC-370 e nas linhagens 5, 6, 7, 8, 15, 16 e 20 o coeficiente de determinação (R_i^2) foi acima de 80%, o que, segundo CRUZ et al. (2006), atribui ao genótipo uma previsibilidade de comportamento tolerável. Dessa forma, por haver alta produção de grãos, ampla adaptabilidade e previsibilidade de comportamento tolerável, as linhagens 8 e 15 aproximaram-se do genótipo ideal.

O genótipo ideal também não foi constatado adotando-se o método proposto por CRUZ et al. (1989) (Tabela 3). Entre os genótipos que se destacaram quanto à produção de grãos, com comportamento satisfatório em ambientes favoráveis ($\beta_{1i} + b_{2i} > 1$), observaram-se as cultivares IAC-24 e IAC-370 e as linhagens 5, 6, 8, 10 e 14, e aos ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i} \leq 1$) as linhagens 5, 6, 7, 8 e 10 (Tabela 3). Em todos os genótipos ocorreram desvios significativos de regressão ($\sigma_{di}^2 \neq 0$), indicando baixa previsibilidade. Dos genótipos que se destacaram

quanto à produtividade, verificou-se previsibilidade de comportamento tolerável ($R_i^2 > 80\%$) nas cultivares IAC-24 e IAC-370 e nas linhagens 5, 6, 7, 8, 15, 16 e 20. Dessa forma, as linhagens 5, 6 e 8 aproximaram-se do genótipo ideal, com adaptabilidade ampla e previsibilidade apenas tolerável.

Houve dificuldade nos métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989) em identificar genótipos com adaptabilidade ampla e alta previsibilidade de comportamento, quando foram considerados os 16 experimentos. Porém, os dois métodos identificaram a linhagem 8 como de adaptação ampla com previsibilidade tolerável.

Embora tenham se destacado para a produção de grãos considerando os 16 experimentos em conjunto, as cultivares IAC-24 e IAC-370 não tiveram ampla adaptabilidade e alta estabilidade pelos métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989).

Aplicando o método de LIN e BINNS (1988), considerando-se os cinco melhores genótipos, as cultivares IAC-24 e IAC-370 e as linhagens 5, 7 e 8 se sobressaíram por possuírem maior adaptabilidade geral (P_{ig}). Considerando-se as modificações sugeridas por CARNEIRO (1998), verificou-se que as cultivares IAC-24 e IAC-370 e as linhagens 5, 7 e 16 foram mais responsivas aos ambientes favoráveis (P_{if}) e a cultivar IAC-24 e as linhagens 5, 6, 7 e 8 destacaram-se em ambientes desfavoráveis (P_{id}) (Tabela 3). Os resultados observados para a linhagem 5 por esses métodos também foram constatados pelo método de CRUZ et al. (1989).

Pelos resultados, nos três métodos verifica-se que houve concordância parcial quanto à identificação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Das linhagens que se destacaram quanto à produção de grãos, nos três métodos observou-se que as cultivares IAC-24 e IAC-370 foram adaptadas a ambientes favoráveis e as linhagens 5, 6 e 7 a ambientes desfavoráveis. Avaliando genótipos de trigo em diferentes condições do Rio Grande do Sul, CAIERÃO et al. (2006) empregando os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), obtiveram resultados semelhantes quanto à indicação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos por estes métodos.

As dificuldades resultantes dos métodos para indicar genótipos de trigo com alto potencial para produção de grãos, ampla adaptabilidade e alta estabilidade, considerando os 16 experimentos, era esperada em vista, principalmente, da grande diversidade de condições edafoclimáticas existentes entre os locais de cultivo, ocasionando uma expressiva interação genótipos x locais.

Tabela 3. Produção média de grãos (b_{0i}) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens diaploides de trigo provenientes de cultura de anteras e duas cultivares-controle, avaliadas em 16 experimentos instalados em Monte Alegre do Sul, Tatuí, Capão Bonito e Tietê, de 2001 a 2004, considerados em conjunto

| Genótipos | b_{0i} | Método 1 ⁽¹⁾ | | | Método 12 ⁽²⁾ | | | Método 3 ⁽³⁾ | | | | | | |
|-----------|----------|-------------------------|---------------------|---------|--------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | b_{1i} | s_{di}^2 | R_i^2 | b_{1i} | $b_{1i} + b_{2i}$ | s_{di}^2 | R_i^2 | P_{ig} | Clas. | P_{if} | Clas. | P_{id} | Clas. |
| 1 | 2.123 | 1,02* | 100,26 ⁺ | 82 | 1,02* | 1,01* | 539,80 ⁺ | 82 | 198,7 | 1 | 282,6 | 2 | 58,9 | 4 |
| 2 | 2.181 | 1,75* | 197,05 ⁺ | 88 | 1,94* | 1,11* | 668,84 ⁺ | 92 | 241,7 | 2 | 100,6 | 1 | 476,7 | 18 |
| 3 | 1.457 | 0,71* | 134,32 ⁺ | 64 | 0,63* | 0,99* | 631,81 ⁺ | 66 | 858,8 | 16 | 1.192,0 | 17 | 303,6 | 11 |
| 4 | 1.323 | 1,00 | 126,65 ⁺ | 78 | 1,02* | 0,94* | 650,79 ⁺ | 79 | 950,9 | 18 | 1.173,7 | 16 | 579,6 | 20 |
| 5 | 2.024 | 0,94* | 41,27 ⁺ | 88 | 0,92* | 1,02* | 281,66 ⁺ | 88 | 254,5 | 4 | 385,2 | 3 | 36,6 | 2 |
| 6 | 1.951 | 0,88* | 19,99 ⁺ | 91 | 0,83* | 1,07* | 171,17 ⁺ | 92 | 301,3 | 6 | 456,1 | 8 | 43,3 | 3 |
| 7 | 2.053 | 0,87* | 32,67 ⁺ | 88 | 0,83* | 1,00 | 236,33 ⁺ | 88 | 251,1 | 3 | 387,5 | 4 | 23,6 | 1 |
| 8 | 1.961 | 1,00 | 59,24 ⁺ | 87 | 0,94* | 1,21* | 333,34 ⁺ | 88 | 286,3 | 5 | 419,0 | 6 | 65,1 | 5 |
| 9 | 1.652 | 0,92* | 75,76 ⁺ | 82 | 0,90* | 0,97* | 432,12 ⁺ | 82 | 559,9 | 14 | 771,6 | 14 | 207,1 | 10 |
| 10 | 1.788 | 0,87* | 87,30 ⁺ | 79 | 0,82* | 1,02* | 468,74 ⁺ | 79 | 454,4 | 11 | 669,3 | 13 | 96,2 | 6 |
| 11 | 1.388 | 0,73* | 58,46 ⁺ | 78 | 0,60* | 1,16* | 228,02 ⁺ | 86 | 910,3 | 17 | 1.269,1 | 18 | 312,2 | 12 |
| 12 | 1.347 | 0,73* | 95,25 ⁺ | 71 | 0,60* | 1,16* | 387,45 ⁺ | 78 | 982,0 | 19 | 1.354,2 | 19 | 361,5 | 13 |
| 13 | 1.298 | 0,67* | 79,36 ⁺ | 70 | 0,52* | 1,19* | 262,14 ⁺ | 83 | 1.048,6 | 20 | 1.459,4 | 20 | 364,0 | 14 |
| 14 | 1.950 | 1,05* | 135,42 ⁺ | 79 | 1,03* | 1,10* | 689,17 ⁺ | 79 | 317,2 | 7 | 440,9 | 7 | 111,0 | 7 |
| 15 | 1.782 | 1,00 | 90,86 ⁺ | 83 | 1,00 | 0,99* | 499,39 ⁺ | 83 | 425,3 | 10 | 585,1 | 12 | 158,9 | 9 |
| 16 | 1.759 | 1,32* | 93,74 ⁺ | 89 | 1,46* | 0,84* | 352,39 ⁺ | 92 | 421,9 | 9 | 399,8 | 5 | 458,8 | 17 |
| 17 | 1.673 | 1,17* | 98,31 ⁺ | 86 | 1,32* | 0,66* | 351,24 ⁺ | 91 | 505,3 | 12 | 547,5 | 10 | 434,9 | 15 |
| 18 | 1.666 | 1,18* | 99,84 ⁺ | 86 | 1,32* | 0,71* | 382,21 ⁺ | 90 | 527,3 | 13 | 576,2 | 11 | 445,7 | 16 |
| 19 | 1.475 | 1,18* | 37,36 ⁺ | 92 | 1,25* | 0,92* | 223,71 ⁺ | 94 | 702,5 | 15 | 778,4 | 15 | 575,9 | 19 |
| 20 | 1.901 | 1,02* | 121,09 ⁺ | 80 | 1,04* | 0,93* | 624,11 ⁺ | 80 | 346,9 | 8 | 468,6 | 9 | 144,2 | 8 |

⁽¹⁾EBERHART e RUSSELL (1966). ⁽²⁾Cruz et al. (1989). ⁽³⁾LINE e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). b e b coeficientes de regressão linear, s_{di}^2 desvio da regressão e R^2 coeficiente de determinação. P, P e P estimativas da adaptabilidade e estabilidade da cultivar i para todos os ambientes, favoráveis e desfavoráveis respectivamente, e suas classificações. * e significativo a 5% pelo teste t e pelo teste F respectivamente.

Resultados semelhantes foram citados por AMORIM et al. (2006) e CAMARGO et al. (2006) em condições paulistas e por ALBRECHT et al (2007), avaliando genótipos de trigo em diferentes condições brasileiras. Por esse motivo, atualmente, a recomendação de cultivares no Estado de São Paulo é feita por zona tritícola.

A avaliação dos genótipos de trigo foi efetuada dentro de cada local (zona tritícola), considerando-se a alta magnitude da interação genótipos x locais.

Os quadrados médios das análises de variância individuais revelaram efeitos significativos de genótipos nos 16 experimentos e efeitos significativos de repetições para Monte Alegre do Sul em 2002 e 2004, Capão Bonito em 2003, Tietê em 2001, 2002 e 2004 e Tatuí em 2002. Os quadrados médios das análises de variância conjuntas por local, indicaram efeitos significativos para genótipos, anos e para a interação genótipos x anos em todos os locais, com exceção da interação genótipos x anos em Monte Alegre do Sul (Tabelas 4, 5 e 6).

Os coeficientes de variação (CV) observados em cada um dos experimentos de Monte Alegre do Sul, de Tatuí e dos experimentos instalados em 2001 e 2002 em Tietê, foram abaixo de 20%, mostrando haver boa precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 1990). Em Capão Bonito, nos experimentos instalados, o CV foi alto (25,32% a 32,27%) que, segundo CAMARGO et al. (1997) pode ser atribuído ao solo originalmente ácido, sem nunca ter sido corrigido por calagem, com variações nos teores de alumínio e de bases. Apesar disso, mesmo com a redução da precisão, a área experimental de Capão Bonito tem sido de grande utilidade para os trabalhos de melhoramento genético do trigo do IAC, permitindo a seleção de linhagens tolerantes à toxicidade de alumínio (CAMARGO et al., 2005). Em Tietê, a ocorrência de CV alto em 2003 e 2004 poderia ser devido à ocorrência de gradiente de fertilidade ou de umidade no solo na área experimental.

Tendo em vista a significância da interação genótipos x anos em Tatuí, Capão Bonito e Tietê, nesses locais procedeu-se a avaliação dos genótipos por ano. Devido à ausência de interação genótipos x anos, não houve a necessidade de se estudar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos em Monte Alegre do Sul. Nesse local, avaliando-se os genótipos a partir da média dos quatro anos de cultivo, destacaram-se para produção de grãos as cultivares IAC-370 e IAC-24 (Tabela 4).

Em Tatuí, a cultivar IAC-370 se destacou em 2001 e 2003, não diferindo pelo teste de Tukey, a 5%, das linhagens 5, 6, 8 e 16 em 2001, e das linhagens 5,

7, 16, 17 e 18 em 2003 (Tabela 4). A linhagem 14 foi a mais produtiva em 2002 não diferindo das linhagens 9, 10, 15 e 20 e, em 2004 destacou-se a cultivar IAC-24 que não diferiu da cultivar IAC-370 e das linhagens 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15 e 20. Considerando-se a média dos quatro anos de cultivo, a produção de grãos das cultivares IAC-24 e IAC-370 e das linhagens 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16 e 20 ficou acima da média do experimento (Tabela 4).

Aplicando-se os três métodos de estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, dos genótipos que se destacaram em Tatuí, superando a produção média de grãos dos quatro experimentos semeados em Tatuí, a linhagem 7 revelou ampla adaptabilidade e alta previsibilidade de comportamento por EBERHART e RUSSELL (1966), alta estabilidade por CRUZ et al. (1989) e por LIN e BINNS (1988), destacando-se como genótipo promissor para esse local (Tabela 4). A cultivar IAC-370 apesar de obter a maior média em Tatuí e ter sido a mais estável por LIN e BINNS (1988), revelou adaptabilidade somente a anos favoráveis e baixa previsibilidade de comportamento por EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989).

Em Capão Bonito, as linhagens 7 e 8 destacaram-se em 2001, não diferindo entre si pelo teste de Tukey, a 5%, e da cultivar IAC-24 e das linhagens 5, 6 e 10. Em 2002, a cultivar IAC-24 e a linhagem 7 foram as mais produtivas, não diferindo entre si e das linhagens 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20. A linhagem 7 foi a mais produtiva em 2003, não diferindo da cultivar IAC-24 e das linhagens 5, 6, 8 e 14 (Tabela 5). Em 2004, a cultivar IAC-24 foi superior não diferindo das linhagens 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13 e 20. A cultivar IAC-24 e as linhagens 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20 destacaram-se pela produção de grãos acima da média dos quatro anos de experimentos (Tabela 5).

Os genótipos que se destacaram quanto à produção de grãos em Capão Bonito podem estar associados à tolerância ao Al^{3+} tóxico presente naturalmente no solo desse local. Em genótipos sensíveis ao Al^{3+} , como a cultivar IAC-370, observaram-se restrições de crescimento do sistema radicular, pela presença desse metal, impedindo a busca de água no subsolo, promovendo reduções na produção de grãos, especialmente considerando que nesse local o cultivo foi sequeiro (CAMARGO et al., 2006).

Analizando-se os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para Capão Bonito (Tabela 5), LIN e BINNS (1988), observaram que a linhagem 7 foi a mais estável por adaptada a anos favoráveis por EBERHART e RUSSELL (1966), com alta estabilidade por esse método e por CRUZ et al. (1989).

Tabela 4. Produção média de grãos (kg ha^{-1}) de experimentos instalados em Monte Alegre do Sul (MAS) e Tatuí, de 2001 a 2004, e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens diaploides de trigo provenientes de cultura de anterras e duas cultivares-controle, dos experimentos instalados em Tatuí

| Genótipos | MAS | | | | Tatuí | | | | Método (1) | | | | Método (2) | | | | Método (3) | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|-------|----------|------------|---------|----------|-------------------|------------|---------|-------|-------|------------|--|
| | 2001-04 | | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Média | b_{li} | s_{di}^2 | R_i^2 | b_{li} | $b_{li} + b_{2i}$ | s_{di}^2 | R_i^2 | P_i | Clas. | | |
| | | | | | | | | 10^3 | % | 10^3 | % | 10^3 | % | 10^3 | | | | |
| 1 | 2.390 ab | 2.917 b-e | 2.358 bc | 2.521 cd | 3.628 a | 2.856 | 0.76* | 220,51* | 49 | 0.96* | -2,20* | 17,37 | 100 | 418,2 | 5 | | | |
| 2 | 2.985 a | 4.285 a | 1.878 c-e | 3.430 a | 3.028 a-d | 3.155 | 1.55* | 493,40* | 65 | 1.39* | 3,89* | 2.938,01* | 76 | 251,4 | 1 | | | |
| 3 | 1.547 e-g | 2.913 b-e | 573 g | 2.181 b-f | 2.195 f-h | 1.965 | 1.64* | 351,32* | 74 | 1.60* | 2,22* | 2.943,95* | 75 | 1.525,5 | 19 | | | |
| 4 | 1.445 fg | 2.514 de | 924 fg | 2.101 b-f | 1.799 h | 1.834 | 1,01 | 242,08* | 61 | 0,92* | 2,21* | 1.822,57* | 67 | 1.657,6 | 20 | | | |
| 5 | 2.172 b-d | 3.438 a-c | 1.858 c-e | 2.629 a-c | 3.187 a-c | 2.778 | 1,29* | 27,22 | 93 | 1,33* | 0,77* | 367,09* | 94 | 407,1 | 3 | | | |
| 6 | 1.990 b-f | 3.403 a-d | 2.160 b-d | 2.191 b-f | 3.059 a-d | 2.703 | 1,18* | -4,91 | 96 | 1,19* | 1,06* | 167,67* | 96 | 455,4 | 7 | | | |
| 7 | 2.066 b-e | 3.198 b-e | 2.094 b-d | 2.566 a-c | 3.271 ab | 2.782 | 1,01 | 25,09 | 89 | 1,09* | 0,22* | 69,90 | 98 | 399,8 | 2 | | | |
| 8 | 2.063 b-e | 3.736 ab | 1.885 c-e | 2.334 b-e | 2.934 a-e | 2.722 | 1,51* | 0,81 | 97 | 1,45* | 0,47* | 8,72 | 100 | 452,2 | 6 | | | |
| 9 | 1.636 d-g | 2.792 c-e | 2.733 ab | 1.854 b-f | 2.875 b-f | 2.563 | 0,41* | 247,21* | 20 | 0,45* | -0,26* | 2.089,00* | 23 | 683,1 | 12 | | | |
| 10 | 1.679 c-g | 2.816 c-e | 2.799 ab | 2.226 b-f | 2.951 a-e | 2.698 | 0,27* | 99,98* | 19 | 0,32* | -0,42* | 904,12* | 27 | 524,8 | 8 | | | |
| 11 | 1.199 g | 2.660 c-e | 1.431 d-f | 1.583 d-f | 2.427 d-h | 2.025 | 1,16* | -14,10 | 98 | 1,19* | 0,72* | 54,66 | 99 | 1.311,8 | 16 | | | |
| 12 | 1.148 g | 2.486 e | 1.410 d-f | 1.312 f | 2.545 c-g | 1.938 | 1,18* | 75,19* | 85 | 1,27* | -0,18* | 396,55* | 93 | 1.496,0 | 18 | | | |
| 13 | 1.099 g | 2.583 c-e | 1.267 e-g | 1.518 ef | 2.364 d-h | 1.933 | 1,22* | -16,35 | 98 | 1,25* | 0,68* | 13,91 | 100 | 1.468,1 | 17 | | | |
| 14 | 1.997 b-f | 3.049 b-e | 3.163 a | 2.129 b-f | 3.340 ab | 2.920 | 0,35* | 363,67* | 11 | 0,43* | -0,90* | 2.769,66* | 21 | 412,9 | 4 | | | |
| 15 | 1.917 b-f | 2.788 c-e | 2.799 ab | 1.733 c-f | 3.243 a-c | 2.641 | 0,52* | 479,74* | 18 | 0,65* | -1,41* | 3.217,14* | 35 | 675,2 | 11 | | | |
| 16 | 2.263 bc | 3.441 a-c | 1.736 c-e | 2.733 ab | 2.208 f-h | 2.529 | 1,02* | 348,31* | 53 | 0,83* | 3,81* | 1.260,71* | 80 | 656,4 | 10 | | | |
| 17 | 2.241 bc | 3.205 b-e | 1.576 d-f | 2.4462 a-e | 2.111 gh | 2.338 | 1,03* | 240,70* | 62 | 0,87* | 3,38* | 900,47* | 84 | 865,4 | 14 | | | |
| 18 | 2.130 b-e | 3.229 b-e | 1.535 d-f | 2.490 a-e | 2.195 f-h | 2.362 | 1,09* | 227,44* | 66 | 0,95* | 3,20* | 1.038,61* | 83 | 837,8 | 13 | | | |
| 19 | 1.860 b-f | 3.254 b-e | 1.729 c-e | 1.965 b-f | 2.246 e-h | 2.299 | 1,18* | 78,40* | 85 | 1,05* | 3,11* | 3,73 | 100 | 896,9 | 15 | | | |
| 20 | 2.225 b-d | 2.858 b-e | 2.719 ab | 1.965 b-f | 3.486 ab | 2.757 | 0,62* | 401,28* | 27 | 0,80* | -1,94* | 1.950,40* | 58 | 550,0 | 9 | | | |
| Média | 1.903 | 3.078 | 1.931 | 2.196 | 2.755 | 2.490 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Repetições) | - | 1.13 | 5,35* | 0,94 | 0,24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Genótipos) | 16,20* | 6,55* | 21,10* | 6,81* | 15,60* | 2,97* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Anos) | 2,69* | - | - | - | - | 27,50* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (GxA) | 1,44 | - | - | - | - | 7,24* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| d.m.s. (Tukey 5%) | 604 | 913 | 775 | 978 | 709 | 1160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| C.V. % | 20,26 | 11,30 | 15,29 | 16,96 | 9,80 | 13,27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Índice Ambiental | - | 1.340,7 | 193,8 | 458,6 | 1.017,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |

¹EBERHART e RUSSELL (1966). ² LIN e BINS (1989). ³ Cruz et al. (1989). ⁴ Lin e BINS (1989). ⁵ P_i, P_e e P_o estimativas da regressão linear. s² desvio da regressão linear. * e ** significativo a 5% pelo teste F^{ad}. ⁶ classificações. ⁷ desfavoráveis respectivamente. ⁸ e⁹ significativo a 5% pelo teste F^{ad}.

Tabela 5. Produção média de grãos (kg ha^{-1}) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens diaplóides de trigo provenientes de cultura de anteras e duas cultivares-controle, avaliados em experimentos instalados em Capão Bonito, de 2001 a 2004

| Genótipos | Capão Bonito | | | | Método (1) | | | | Método (2) | | | | Método (3) P_i Clas. | |
|-------------------|--------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|------------|-------|------------|------------------|------------|---------|------------------------------|----|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Média | b_{ii} | s^2_{di} | R^2 | b_{ii} | $b_{1i+} b_{2i}$ | s^2_{di} | R^2_i | | |
| 1 | 1.569 a-c | 1.010 a | 1.167 a-d | 1.181 a | 1.232 | 1,10* | 8,21 | 76 | 0,90* | 2,19* | 70,57* | 90 | 41,7 | 4 |
| 2 | 632 ef | 132 g | 174 g | 83 e | 255 | 1,24* | 3,60 | 83 | 1,00 | 2,49* | 1,74 | 100 | 711,8 | 19 |
| 3 | 885 c-f | 809 a-c | 917 cd | 1.056 ab | 917 | 0,14* | 2,42 | 6 | 0,13* | -0,17* | 119,28* | 6 | 193,2 | 9 |
| 4 | 503 ef | 351 b-g | 188 g | 194 de | 309 | 0,50* | 8,30 | 38 | 0,26* | 1,72* | 45,80 | 83 | 676,6 | 18 |
| 5 | 1.493 a-d | 892 ab | 1.542 ab | 757 bc | 1.171 | 1,92* | 37,50* | 80 | 2,34* | -0,26* | 16,28 | 99 | 41,5 | 3 |
| 6 | 1.615 a-b | 795 a-d | 1.399 a-c | 1.104 a-c | 1.228 | 1,73* | 20,37 | 83 | 1,84* | 1,17* | 237,71* | 84 | 22,5 | 2 |
| 7 | 1.840 a | 972 a | 1.677 a | 847 a-c | 1.334 | 2,55* | 16,41 | 92 | 2,87* | 0,89* | 9,74 | 100 | 14,1 | 1 |
| 8 | 1.778 a | 819 a-c | 1.219 a-d | 858 a-c | 1.168 | 2,34* | -5,91 | 98 | 2,21* | 3,05* | 13,19 | 99 | 44,3 | 5 |
| 9 | 910 b-f | 781 a-e | 760 d-g | 701 bc | 788 | 0,40* | -9,43 | 74 | 0,32* | 0,81* | 10,89 | 88 | 248,6 | 14 |
| 10 | 1.191 a-e | 819 a-c | 1.014 b-d | 688 bc | 928 | 1,15* | -9,17 | 95 | 1,19* | 0,96 | 23,82 | 96 | 142,5 | 6 |
| 11 | 701 ef | 792 a-d | 1.017 b-d | 892 a-c | 851 | 0,24* | 12,20 | 11 | 0,05* | -1,72* | 20,61 | 91 | 233,0 | 13 |
| 12 | 854 d-f | 875 ab | 861 c-e | 802 a-c | 848 | 0,05* | -11,13 | 10 | 0,07* | -0,04* | 10,27 | 16 | 225,0 | 11 |
| 13 | 802 d-f | 861 ab | 823 c-f | 1.003 a-c | 872 | 0,37* | -7,32 | 58 | 0,42* | -0,11* | 36,21 | 63 | 232,6 | 12 |
| 14 | 962 b-f | 854 a-c | 1.257 a-d | 590 cd | 916 | 0,86* | 62,76* | 34 | 1,33* | -1,61* | 113,77* | 88 | 165,1 | 7 |
| 15 | 979 b-f | 649 a-g | 1.035 b-d | 684 bc | 837 | 0,91* | 3,01 | 74 | 1,14* | -0,30* | 6,42 | 99 | 191,4 | 8 |
| 16 | 826 d-f | 160 fg | 208 fg | 132 e | 332 | 1,59* | 19,17 | 81 | 1,25* | 3,37* | 0,03 | 100 | 626,1 | 17 |
| 17 | 927 b-f | 247 d-g | 233 fg | 87 e | 373 | 1,79* | 31,88* | 79 | 1,41* | 3,78* | 35,45 | 98 | 587,2 | 16 |
| 18 | 906 b-f | 302 c-g | 233 fg | 90 e | 383 | 1,66* | 36,80* | 75 | 1,28* | 3,67* | 70,27* | 96 | 581,1 | 15 |
| 19 | 410 f | 229 e-g | 240 e-g | 94 e | 243 | 0,62* | -7,68 | 81 | 0,56* | 0,93* | 31,11 | 85 | 737,7 | 20 |
| 20 | 858 c-f | 705 a-f | 1.007 b-d | 826 a-c | 849 | 0,33* | 4,98 | 25 | 0,55* | -0,81* | 34,97 | 81 | 204,0 | 10 |
| Média | 1.032 | 653 | 849 | 633 | 792 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F (Repetições) | 2,12 | 0,35 | 4,62* | 1,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F (Genótipos) | 9,24* | 7,74* | 16,65* | 22,30* | 12,05* | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F (Anos) | - | - | - | - | 16,69* | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F (GxA) | - | - | - | - | 3,16* | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| d.m.s. (Tukey 5%) | 713 | 553 | 622 | 421 | 535 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| C.V. % | 26,32 | 32,27 | 27,92 | 25,32 | 29,16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Índice Ambiental | -705,5 | -1.084,9 | -889,0 | -1.104,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

¹EBERHART e RUSSELL (1966). ²CRUZ et al. (1989). ³Lin e BINS (1988). b e b_i coeficientes de regressão linear, s² desvio da regressão linear, R² coeficiente de determinação. P_i e P estimativas da adaptabilidade e estabilidade da cultivar i para todos os ambientes favoráveis respectivamente, e suas classificações. * e ⁺ significativo a 5% pelo teste F respectivamente.

Tabela 6. Produção média de grãos (kg ha^{-1}) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens diaplóides de trigo provenientes de cultura de anteras e duas cultívaras-controle, avaliados em experimentos instalados em Tietê, de 2001 a 2004

| Genótipos | Tietê | | | | Método (1) | | | | Método (2) | | | | Método (3) | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|------------|--------|---------|----|------------|--------|-----------|------------|------------|-------------------|------------|---------|-------|-------|
| | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | | Média | | b_{ii} | s_{di}^2 | R_i^2 | $b_{ii} + b_{2i}$ | s_{di}^2 | R_i^2 | P_i | Clas. |
| | | | kg ha^{-1} | | | | | | 10^3 | | % | 10^3 | % | 10^3 | | | | |
| 1 | 1.649 a-c | 2.170 a | 1.014 a | 3.222 ab | 2.014 | 1.65* | 195,95* | 83 | 1,37* | 2,42* | 1.144,45* | 89 | 102,70 | 2 | | | | |
| 2 | 2.202 a | 2.094 a | 1.483 a | 3.531 a | 2.327 | 1,66* | -6,33 | 98 | 1,53* | 2,05* | 38,25 | 100 | 3,45 | 1 | | | | |
| 3 | 1.920 ab | 830 de | 1.076 a | 1.767 c | 1.398 | 0,71* | 185,68* | 48 | 1,05* | -0,24* | 729,98* | 78 | 664,13 | 19 | | | | |
| 4 | 1.629 a-c | 1.038 b-e | 1.115 a | 3.031 a-c | 1.703 | 1,71* | 83,34* | 91 | 1,55* | 2,16* | 699,63* | 93 | 271,07 | 10 | | | | |
| 5 | 2.181 a | 1.844 a | 1.601 a | 2.278 a-c | 1.976 | 0,55* | -9,51 | 84 | 0,70* | 0,15* | 1,06 | 100 | 210,09 | 7 | | | | |
| 6 | 2.202 a | 1.649 a-c | 1.365 a | 2.313 a-c | 1.882 | 0,79* | 22,58 | 82 | 1,02* | 0,17* | 2,84 | 100 | 228,03 | 8 | | | | |
| 7 | 2.243 a | 1.767 ab | 1.535 a | 2.566 a-c | 2.028 | 0,87* | -11,06 | 93 | 1,01 | 0,50* | 15,91 | 99 | 137,72 | 4 | | | | |
| 8 | 2.219 a | 1.733 ab | 1.139 a | 2.462 a-c | 1.888 | 1,05* | 41,58 | 85 | 1,29* | 0,37* | 75,09 | 98 | 196,31 | 6 | | | | |
| 9 | 1.510 bc | 1.851 a | 997 a | 2.125 a-c | 1.621 | 0,78* | 77,52* | 69 | 0,72* | 0,95* | 854,41* | 70 | 376,28 | 15 | | | | |
| 10 | 1.448 bc | 2.049 a | 1.625 a | 2.267 a-c | 1.847 | 0,44* | 103,56* | 36 | 0,14* | 1,26* | 314,26* | 82 | 280,55 | 11 | | | | |
| 11 | 1.736 a-c | 920 c-e | 1.059 a | 2.194 a-c | 1.477 | 1,06* | 56,49 | 83 | 1,18* | 0,71* | 575,46* | 87 | 490,93 | 16 | | | | |
| 12 | 1.778 a-c | 757 e | 889 a | 2.392 a-c | 1.454 | 1,39* | 99,62* | 85 | 1,54* | 0,95* | 840,53* | 88 | 506,48 | 18 | | | | |
| 13 | 1.552 bc | 799 de | 833 a | 1.969 bc | 1.288 | 1,03* | 33,67 | 86 | 1,17* | 0,64* | 359,45* | 91 | 678,03 | 20 | | | | |
| 14 | 1.437 bc | 2.090 a | 1.559 a | 2.785 a-c | 1.968 | 0,92* | 196,48* | 59 | 0,50* | 2,08* | 303,95* | 93 | 152,11 | 5 | | | | |
| 15 | 1.406 bc | 1.847 a | 1.104 a | 2.580 a-c | 1.734 | 1,10* | 99,69* | 79 | 0,85* | 1,81* | 493,08* | 90 | 247,59 | 9 | | | | |
| 16 | 1.979 ab | 1.538 a-d | 1.313 a | 2.823 a-c | 1.913 | 1,29* | -24,29 | 99 | 1,28* | 1,30* | 70,33 | 99 | 133,47 | 3 | | | | |
| 17 | 1.851 a-c | 1.510 a-e | 1.333 a | 2.257 a-c | 1.738 | 0,78* | -27,46 | 98 | 0,84* | 0,63* | 16,91 | 99 | 287,20 | 12 | | | | |
| 18 | 2.215 a | 1.424 a-e | 1.247 a | 2.264 a-c | 1.787 | 0,89* | 72,02* | 75 | 1,18* | 0,07* | 83,97 | 98 | 288,18 | 13 | | | | |
| 19 | 1.722 a-c | 1.403 a-e | 976 a | 1.896 bc | 1.499 | 0,73* | 2,84 | 85 | 0,89* | 0,27* | 46,18 | 98 | 494,27 | 17 | | | | |
| 20 | 1.250 c | 1.858 a | 1.590 a | 2.392 ab | 1.773 | 0,61* | 168,20* | 42 | 0,19* | 1,76* | 92,99 | 97 | 297,74 | 14 | | | | |
| Média | 1.806 | 1.559 | 1.243 | 2.456 | 1.766 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Repetições) | 3,40* | 3,68* | 2,63 | 3,02* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Genótipos) | 7,49* | 9,94* | 2,62* | 2,73* | 2,41* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (Anos) | - | - | - | - | - | 49,36* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| F (GxA) | - | - | - | - | - | 2,93* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| d.m.s. (Tukey 5%) | 619 | 772 | 832 | 1.407 | 855 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| C.V. % | 13,06 | 18,86 | 25,51 | 21,82 | 21,66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Índice Ambiental | 68,9 | -179,0 | -494,9 | 718,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |

(¹) EMBRAPHY e RUSSELL (1966). (²) CRUZ et al. (1989). (³) LIN e BONNS (1988). b e b coeficientes de regressão linear; s² desvio da regressão linear; R² coeficiente de determinação. P e P estimativas da adaptabilidade e estabilidade da cultura de anteras e duas cultívaras-controle, respectivamente, e suas classificações. * e ^{**} significativo ao nível de 5% pelo teste t e pelo teste F, respectivamente.

A cultivar IAC-24 e as linhagens 6 e 8 foram adaptadas a anos favoráveis com alta estabilidade por EBERHART e RUSSELL (1966). Considerando o método de CRUZ et al. (1989), a cultivar IAC-24 revelou adaptabilidade ampla e previsibilidade tolerável, enquanto as linhagens 6 e 8 adaptaram-se a anos favoráveis, com alta estabilidade para a linhagem 6 e com previsibilidade tolerável para a linhagem 8. Esses três genótipos também destacaram-se por LIN e BINNS (1988). O bom desempenho da cultivar IAC-24 em Capão Bonito era esperado devido a sua tolerância ao Al^{3+} presente no solo (CAMARGO et al., 2006).

Em Tietê, em 2001, a cultivar IAC-370 e as linhagens 5, 6, 7, 8 e 18 destacaram-se na produção de grãos, não diferindo entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, e da cultivar IAC-24 e das linhagens 3, 4, 11, 12, 16, 17 e 19 (Tabela 6). Em 2002, as cultivares IAC-24 e IAC-370 e as linhagens 5, 9, 10, 14, 15 e 20 foram superiores, não diferindo entre si e das linhagens 6, 7, 8, 16, 17, 18 e 19. Em 2003, os genótipos não diferiram entre si e em 2004 a cultivar IAC-24 se sobressaiu, diferindo apenas das linhagens 3, 13 e 19. A produção de grãos foi maior que a média dos quatro anos de experimentos com as cultivares IAC-24 e IAC-370 e com as linhagens 5, 6, 7, 8, 10, 14, 16, 18 e 20 (Tabela 6). As cultivares IAC-24 e IAC-370 tiveram bom comportamento quanto à produção de grãos nos quatro anos de cultivo e foram indicadas como as mais estáveis por LIN e BINNS (1988), com grande destaque para a cultivar IAC-370. As duas cultivares foram adaptadas a anos favoráveis por EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989); somente a cultivar IAC-370 revelou alta previsibilidade de comportamento por esses dois métodos, enquanto 'IAC-24' teve previsibilidade apenas tolerável.

Também houve concordância parcial entre os métodos de estimativa da adaptabilidade e estabilidade para a recomendação de genótipos por local, utilizados nesse trabalho.

Os resultados observados para as estimativas dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade dos genótipos nas análises por local foram concordantes em relação à análise conjunta dos 16 experimentos. Porém, houve exceção: a linhagem 5 destacou-se pela alta estabilidade e adaptabilidade em ambientes favoráveis e desfavoráveis pelo método de LIN e BINNS (1988), considerando os 16 experimentos, mas na análise por local, essa linhagem apenas se sobressaiu em Tatuí e Capão Bonito, considerando o mesmo método.

O método de LIN e BINNS (1988), com as modificações sugeridas por CARNEIRO (1998), foi eficiente ao recomendar como os mais estáveis os genótipos com maior produção de grãos, utilizando-

se apenas o parâmetro MAEC (P_i) para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Por esse método, a cultivar IAC-24 e a linhagem 7 foram recomendadas para ambientes favoráveis e desfavoráveis quando considerados os 16 experimentos e por LIN e BINNS (1988), em conjunto e para Capão Bonito, Tietê e Tatuí, na avaliação por local. A cultivar IAC-24 ainda se aproximou do genótipo ideal pelo método de CRUZ et al. (1989) em Capão Bonito e se destacou na produção de grãos em Monte Alegre do Sul. A linhagem 7 ainda se destacou em Tatuí, tendo comportamento ideal, segundo EBERHART e RUSSELL (1966).

As informações fornecidas pelos três métodos de estimativa da adaptabilidade e estabilidade ajudaram na tomada de decisões. No entanto, deve-se ressaltar que há necessidade de considerar outros fatores, como a altura da planta, ciclo, reação às principais doenças e qualidade industrial, entre outros.

4.CONCLUSÕES

1. Os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989) e LIN e BINNS (1988) com as modificações propostas por CARNEIRO (1998) foram concordantes parcialmente entre si quanto à adaptabilidade e estabilidade dos genótipos de trigo estudados.

2. Considerando-se os 16 experimentos em conjunto, os três métodos indicaram as linhagens 5, 6 e 7 como adaptadas a ambientes desfavoráveis e as cultivares IAC-24 e IAC-370 adaptadas a ambientes favoráveis, com previsibilidade tolerável. Na análise por local, a cultivar IAC-24 e a linhagem 7 também foram as mais estáveis pelo método de LIN e BINNS (1988) para Capão Bonito, Tietê e Tatuí enquanto 'IAC-24' e 'IAC-370' se destacaram quanto à produção de grãos em Monte Alegre do Sul.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J.C.; VIEIRA, E.A.; SILVA, M.S. ANDRADE, J.M.V.; SCHEEREN, P.L.; TRINDADE, M.G.; SOARES SOBRINHO, J.; SOUSA, C.N.A.; REIS, W.P.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q.; FRONZA, V.; CARGNIN, A.; YAMANAKA, C.H. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado no Cerrado do Brasil Central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.12, p.1727-1734, 2007.

AMORIM, E.P.; CAMARGO, C.E.O.; FELICIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P.B.; AZEVEDO FILHO, J. A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.4, p.575-582, 2006.

- CAIERÃO, E.; SILVA, M.S.; SCHEEREN, P.L.; LUCA, L.J.A.D.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; PIRES, J.L. Análise da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na recomendação de novas cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1112-1117, 2006.
- CAMARGO, C.E.O., FERREIRA FILHO, A.W.P.; FELÍCIO, J.C.; RAMOS, L.C.S.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; FOLTRAN, D.E.; CASTRO, J.L.; LOBATTO, M.T.V. Linhagens diaplóides de trigo: desempenho agronômico em dois locais do Estado de São Paulo e tolerância à toxicidade de alumínio em laboratório. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p.253-268, 2006.
- CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; RAMOS, L.C.S.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; CASTRO, J.L. de; SALOMON, M.V.; MISTRO, J.C. Comportamento de linhagens diaplóides de trigo em dois locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p.217-226, 2003.
- CAMARGO, C.E.O., FERREIRA FILHO, A.W.P.; TULMANN NETO, A.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; CASTRO, J.L.; FELÍCIO, J.C.; MISTRO, J.C.; SALOMON, M.V. Avaliação de linhagens de trigo originárias de hibridação com e sem irradiação gama. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p.71-74, 2005.
- CAMARGO, C.E.O., TULMANN NETO, A.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FELÍCIO, J.C.; CASTRO, J.L.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Novos genótipos de trigo (*Triticum aestivum L.*) obtidos por irradiação gama. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.3, p.195-202, 1997.
- CARBONELL, S.A.M., AZEVEDO FILHO, J.A.A.; DIAS, L.A.S., GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, 60, n, 69-77, 2001.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows : biometria. Viçosa: UFV, 2006. 381p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. v.1, 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, p.567-580, 1989.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.
- FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O., GERMANI, R.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETO, N.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.111-120, 2001.
- GARBUGLIO, D.D.; GERAGE, A.C.; ARAÚJO, P.M.; FONSECA JUNIOR, N.S.; SHIOGA, P.S. Análise de fatores e regressão bisegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.183-191, 2007.
- CONÇALVES, F.M.A., CARVALHO, S.M., RAMALHO, M.A.P.; CORRÊA, L.A. Importância das interações cultivares x locais e cultivares x anos na avaliação de milho na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1175-1181, 1999.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canada Journal Plant Science**, Ottawa, n.68, p.193-198, 1988.
- OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.257-265, 2006.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 468p. Piracicaba: Nobel, 1990.
- RAMOS, L.C.; YOKOO, E.Y.; CAMARGO. C.E.O. Adequação de meios de cultura de anteras e testes de genótipos de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.151-157, 1994.
- SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia, v.41, p.23-30, 2006.