

GENÓTIPOS DE TRIGO: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM DOIS LOCAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO⁽¹⁾

GUSTAVO BARNABÉ BIUDES ^(2*); CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ⁽³⁾

RESUMO

A obtenção de cultivares com características agronômicas de interesse tem resultado em significativos incrementos na produção de grãos. Dezoito linhagens de trigo e duas cultivares-controle (IAC-24 e IAC-370) foram avaliadas quanto à produção de grãos, altura das plantas, ao acamamento, comprimento da espiga e aos componentes de produção, em experimentos instalados em Capão Bonito (condições de sequeiro e solo ácido) e Tatuí (condições de irrigação por aspersão e solo corrigido), em 2005 e 2006. Os genótipos também foram avaliados quanto à tolerância à toxicidade de alumínio, em soluções nutritivas. A linhagem 7 (VEE"S"/RL6020/2*YR/3/VEE"S" /4/CEP8236/5/BR15/CEP88113/6/IAC-24) se destacou para produção de grãos, em Capão Bonito e a cultivar IAC-370 e as linhagens 14 (CMH81.38/2*KAUZ//ATTILA), 16 (BARBET1), 17 (MILVUS2), 18 (KASORO1), 19 (BAV92*2/TSC//BABAX) e 20 (PEWIT1), em Tatuí. Constituíram-se em linhagens de interesse ao programa de melhoramento: nos dois locais a 13 (CROC-1//Aegilops squarrosa(205)//KAUZ/3/ATTILA) pelo porte semianão mais baixo e pela resistência ao acamamento; e as 5 (CEP8435/CEP17//BR23/3/IAC-24), 17 e 18 pelos grãos pesados; a 8 (KITE/PAPAGO//IAC-24) e 10 (HUAYUNINIA/IAC-231), em Capão Bonito e a 19, em Tatuí, pelas espigas compridas, maior número de espiguetas e de grãos por espiga. Nos genótipos mais produtivos, a tendência foi as plantas mais altas, com espigas mais compridas, maior número de grãos e de espiguetas, em Capão Bonito e as espigas mais compridas e os grãos mais pesados, em Tatuí. Nas linhagens 3 (KLATY//CNO"S"/GLL/3/NPO/CDL/BB"S"/CNO"S"/CNO/3/ IAC-24), 4 (BR35/BR14//IAC-24), 5, 6 (KITE/PAPAGO//IAC-24), 7 (VEE"S"/RL6020/2*YR/3/ VEE"S" /4/CEP8236/5/BR15/CEP88113/6/IAC-24), 8, 9 (KEA/BUC//IAC-120), 10, 11 (GCWI/ SERI//DOVE/BUC/3/IAC-24), 17 e 18 houve elevada tolerância à toxicidade de alumínio.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; produção de grãos, componentes de produção, tolerância ao alumínio.

ABSTRACT

WHEAT GENOTYPES: AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN TWO LOCATIONS OF THE STATE OF SÃO PAULO

The release of cultivars with better agronomic characteristics has resulted in significant increase in grain yield. Eighteen wheat inbred lines and two check cultivars (IAC-24 e IAC-370) were evaluated in relation to grain yield, plant height, lodging, spike length and yield components, in experiments carried out at Capão Bonito (upland acid soil conditions) and Tatuí (sprinkler irrigation and limed soil conditions), in 2005 and 2006. The genotypes were also evaluated in relation to aluminum toxicity tolerance, in nutrient solutions. The line 7 (VEE"S"/RL6020/2*YR /3/VEE"S" /4/CEP8236/5/BR15/CEP88113/6/IAC-24) showed good performance in relation to grain yield, in Capão Bonito, and the cultivar IAC-370 and the lines 14 (CMH81.38/ 2*KAUZ//ATTILA), 16 (BARBET1), 17 (MILVUS2), 18

⁽¹⁾ Parte da dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo (IAC) Caixa Postal 28, 13012-970 Campinas (SP). Recebido para publicação em 27 de maio de 2008 e aceito em 14 de maio de 2009.

⁽²⁾ Doutorando do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras (MG). E-mail:gbiudes@gmail.com (*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agrônomo (IAC). In memoriam.

(KASORO1), 19 (BAV92*2/TSC// BABAX) and 20 (PEWIT1), in Tatuí. The following lines were interesting as genetic sources for the wheat breeding program: in both conditions the line 13 (CROC-1//Aegilops squarrosa(205)//KAUZ /3/ATILIA) for shorter semi dwarf plant types and lodging resistance; and the lines 5 (CEP8435/CEP17//BR23/3/IAC-24), 17 and 18 for 100 grain weight; the line 8 (KITE/PAPAGO//IAC-24) and 10 (HUAYUNINIA/IAC-231), in Capão Bonito, and the line 19, in Tatuí, for spike length, spikelet number and grains per spike. High grain yield genotypes were associated with taller plants presenting longer heads with higher number of grains and spikelets, in Capão Bonito, and with longer heads and heavier grains, in Tatuí. The lines 3 (KLATY//CNO"S"/GLL/3/NPO/CDL/BB"S"/CNO"S"/CNO/3/IAC-24), 4 (BR35/BR14//IAC-24), 5, 6 (KITE/PAPAGO//IAC-24), 7 (VEE"S"/RL6020/2*YR/3/VEE"S"/4/CEP8236/5/BR15/CEP 88113/6/IAC-24), 8, 9 (KEA/BUC//IAC-120), 10, 11 (GCWI/SERI//DOVE/BUC/3/IAC-24), 17 and 18 showed high aluminum toxicity tolerance.

Key words: *Triticum aestivum* L.; grain yield, yield components, aluminum tolerance.

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético associado às modernas práticas culturais tem propiciado importantes avanços à cultura do trigo no Brasil. A obtenção de cultivares com características agronômicas de interesse que resultem em maior estabilidade e adaptabilidade às diferentes condições de cultivo, tem resultado em significativos incrementos na produção de grãos.

Visando atingir estes objetivos, um dos métodos de melhoramento utilizado pelo programa do IAC tem sido a introdução de linhagens promissoras de trigo do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México. As linhagens introduzidas, sensíveis ao alumínio, são avaliadas em condições de solo corrigido e irrigado no Estado de São Paulo e após seleção podem ser indicadas para cultivo nessas condições (CAMARGO et al., 1988), ou então, serem utilizadas em cruzamentos com linhagens nacionais tolerantes ao alumínio.

Entre as cultivares recomendadas para cultivo no Estado de São Paulo, IAC-289 e IAC-370 são introduções mexicanas e IAC-24 e IAC-376, provenientes de cruzamentos entre genótipos nacionais e linhagens mexicanas (COMISSÃO, 2005).

Em virtude da diversidade de condições edafoclimáticas existentes no Estado de São Paulo, tem sido frequente o comportamento diferenciado dos genótipos para características agronômicas importantes (CAMARGO et al., 2006b; FELÍCIO et al., 2006), tornando necessária a avaliação dos genótipos em diferentes locais e anos de cultivo, para obter resultados consistentes.

Dos caracteres considerados, em avaliações de campo, em condições distintas de cultivo, comumente tem sido verificada diferentes respostas dos genótipos para produção de grãos, altura das plantas, acamamento, ciclo e componentes da produção, como número de espigas, espiguetas por espiga, grãos por

espiga e massa de cem grãos (CAMARGO et al., 2003; COSTA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2007). A avaliação dessas características, entre outras, permite aos programas de melhoramento selecionar genótipos promissores, bem como entender o comportamento dos genótipos quando submetidos às diferentes condições de cultivo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar linhagens de trigo quanto a produção de grãos e outras características agronômicas em dois locais paulistas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Avaliou-se o comportamento agrônômico de vinte genótipos de trigo sendo nove linhagens provenientes de cruzamentos entre genótipos nacionais e mexicanos, nove linhagens introduzidas do México (CIMMYT) e duas cultivares nacionais: IAC-24 e IAC-370, usadas como controle e recomendadas para cultivo no Estado de São Paulo. As genealogias dos genótipos estão apresentadas na tabela 1.

Os experimentos foram instalados em 2005 e 2006, em condições de sequeiro e solo ácido, em Capão Bonito, latitude 24° 02' S, longitude 48° 22' W, altitude 702 m, pertencente à zona tritícola B; em condições de irrigação por aspersão e solo corrigido com calcário, em Tatuí, latitude 23° 22' S, longitude 47° 52' W, altitude de 600 m, pertencente à zona tritícola D.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Em Capão Bonito a semeadura foi manual com as parcelas constituídas por seis linhas de 3 m de comprimento, espaçadas 0,2 m entre linhas e 0,6 m entre parcelas. Em Tatuí, utilizou-se semeadura mecânica, sendo as parcelas constituídas por oito linhas de 3 m de comprimento, espaçadas 0,17 m entre linhas e 0,6 m entre parcelas. Em todas as parcelas, a densidade de semeadura foi de 400 sementes viáveis por m².

Tabela 1. Origem e genealogia dos vinte genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito e Tatuí, (SP), em 2005 e 2006

Genótipo	Origem	Genealogia
1		IAC-24 = IAS-51/4/SON64/Y50E//GTO/3*CON
2		IAC-370 = BOW//NAC/VEE/3/BJY/COC
3	H-22.058	KLATY//CNO"S"/GLL/3/NPO/CDL/BB"S"/CNO"S"/CNO/3/IAC-24
4	H-22.059	BR35/BR14//IAC-24
5	H-22.063	CEP8435/CEP17//BR23/3/IAC-24
6	H-22.069	KITE/PAPAGO//IAC-24
7	H-22.064	VEE"S"/RL6020/2*YR/3/VEE"S"/4/CEP8236/5/BR15/CEP88113/6/IAC-24
8	H-22.068	KITE/PAPAGO//IAC-24
9	H-22.108	KEA/BUC//IAC-120
10	H-22.148	HUAYUNINIA/IAC-231
11	H-22.217	GCWI/SERI//DOVE/BUC/3/IAC-24
12	35 th IBWSN-131	CHEN//Aegilops squarrosa(TAUS)//BCN/3/KAUZ
13	35 th IBWSN-150	CROC-1//Aegilops squarrosa(205)//KAUZ/3/ATTILA
14	35 th IBWSN-254	CMH81.38/2*KAUZ//ATTILA
15	35 th IBWSN-268	HUITES/4/CS/TH.SC//3*PVN/3/MIRLO/BUC
16	35 th IBWSN-358	BARBET1
17	35 th IBWSN-363	MILVUS2
18	35 th IBWSN-376	KASORO1
19	35 th IBWSN-378	BAV92*2/TSC//BABAX
20	35 th IBWSN-385	PEWIT1

H = Híbrido; IBWSN = International Bread Wheat Screening Nursery.

Nos experimentos de Tatuí, a irrigação por aspersão iniciou-se logo após a semeadura, em intervalos de sete a dez dias (quando não ocorreram chuvas) e o término ocorreu próximo à maturação das plantas.

Avaliaram-se, em cada parcela, nos dois locais e em todos os anos de cultivo, produção de grãos, altura das plantas, comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e massa de cem grãos, conforme descrito por LOBATO et al. (2005). O acamamento foi avaliado apenas em duas repetições.

Para cada característica avaliada, com exceção do acamamento, efetuou-se análise de variância individual, visando detectar efeitos de genótipos e repetições, e análise conjunta, por local, considerando os dois anos de cultivo, para detectar os efeitos de genótipos, anos e interação genótipos x anos. Nas análises conjuntas, utilizaram-se como estimativas do desvio-padrão residual para avaliar os efeitos de genótipos e anos o quadrado médio da interação genótipos x anos e para a interação genótipos x anos o quadrado médio do erro. O teste F, ao nível de 5%, foi empregado para verificar a significância dos efeitos considerados.

Empregou-se o teste de Tukey, ao nível de 5%, para comparar as médias dos genótipos para cada um dos caracteres avaliados.

Visando estimar o grau de associação entre os caracteres avaliados nos genótipos de trigo, foram calculadas correlações simples entre produção de grãos, altura das plantas, comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga e massa de cem grãos, considerando-se a média dos genótipos, nos dois anos, e empregando o teste t, ao nível de 5%, para avaliação da significância.

As plântulas dos 20 genótipos e das cultivares-controle BH-1146 (tolerante) e Anahuac (sensível) foram testadas para a tolerância ao alumínio, em condições de laboratório, nas concentrações de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg L⁻¹ de Al³⁺, em soluções nutritivas conforme CAMARGO et al. (2006a) e MOORE et al. (1976).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas: as parcelas foram compostas por seis concentrações de alumínio (0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg L⁻¹ de Al³⁺) e as subparcelas, pelos genótipos de trigo.

Após 48 horas nas soluções de tratamento contendo as diferentes concentrações de alumínio os genótipos foram transferidos para soluções nutritivas completas, sem alumínio, por 72 horas, conforme CAMARGO et al. (2006a).

Para análise dos dados, considerou-se a média do comprimento da raiz primária central das cinco plantas de cada genótipo, por concentração de alumínio. Os genótipos com crescimento radicular (independentemente da quantidade de crescimento) foram considerados tolerantes, enquanto aqueles com paralisação irreversível no crescimento das raízes, ou

seja, tiveram morte do meristema apical das raízes, foram considerados sensíveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios das análises de variância individuais para produção de grãos revelaram efeitos significativos para genótipos nos experimentos instalados em Capão Bonito e Tatuí, nos dois anos, indicando a presença de variabilidade genética para essa característica. Esse resultado era esperado e pode ser atribuído às diferentes origens dos genótipos (Tabela 2).

Tabela 2. Produção média de grãos dos vinte genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito e Tatuí, (SP) em 2005 e 2006

Genótipos	Capão Bonito			Tatuí		
	2005	2006	Média	2005	2006	Média
	kg ha ⁻¹					
IAC-24	1108 ab	715 bc	911	3758 c-g	2924 a-c	3341
IAC-370	17 c	59 fg	38	4546 a-d	3575 ab	4060
3	993 b	615 b-e	804	3481 d-g	2610 bc	3045
4	1205 ab	663 b-d	934	3101 fg	2750 a-c	2926
5	1476 a	1038 b	1257	3432 e-g	3253 ab	3342
6	1135 ab	628 b-e	882	3624 c-g	2950 a-c	3287
7	1313 ab	1517 a	1415	4139 b-f	3288 ab	3713
8	1247 ab	813 bc	1030	4017 b-f	3043 a-c	3530
9	924 b	878 bc	901	3479 d-g	2814 a-c	3147
10	1233 ab	753 bc	993	3822 c-g	2792 a-c	3307
11	931 b	510 c-f	720	2788 g	2090 c	2439
12	14 c	31 g	23	4083 b-f	3653 a	3868
13	31 c	66 fg	49	3701 c-g	2726 a-c	3214
14	17 c	97 fg	57	5285 a	3433 ab	4359
15	21 c	97 fg	59	4019 b-f	3069 a-c	3544
16	17 c	28 g	23	4238 a-e	3257 ab	3747
17	403 c	257 d-g	330	4707 a-c	3092 a-c	3899
18	274 c	198 e-g	236	4569 a-c	3379 ab	3974
19	38 c	21 g	30	4542 a-d	3110 a-c	3826
20	17 c	156 fg	87	4924 ab	3611 ab	4267
F (Repetições)	0,31	3,69*	-	5,68*	1,61	-
F (Genótipos)	45,85*	23,51*	14,82*	9,15*	3,77*	5,50*
F (Anos)	-	-	8,44*	-	-	106,76*
F (G x A)	-	-	4,79*	-	-	2,05*
dms	442	454	892	1088	1039	1444
CV (%)	27,15	37,86	30,21	10,33	12,89	11,37

Médias seguidas de ao menos uma letra em comum, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Nas análises conjuntas por local, houve efeitos significativos para genótipos, anos e interação genótipos x anos, em Capão Bonito e Tatuí, observando-se que nos genótipos ocorria comportamento diferenciado da produção de grãos em função dos anos de cultivo. Esses resultados concordaram com os obtidos por CAIERÃO et al. (2006) e CAMARGO et al. (2006b) avaliando genótipos em outras condições edafoclimáticas.

Os coeficientes de variação para produção de grãos em Tatuí foram baixos, mostrando bom controle experimental. Em Capão Bonito, os coeficientes de variação foram de 27,15% a 37,86%, o que pode ser atribuído ao solo originalmente ácido, sem nunca ter sido corrigido por calagem, havendo variações nos teores de alumínio e de bases ao longo da área experimental (Tabela 2). Mesmo com menor precisão, essa área experimental tem sido de grande utilidade para seleção de linhagens tolerantes à toxicidade de alumínio pelo programa de melhoramento do IAC (CAMARGO et al., 2005).

Em Capão Bonito, embora tenha sido detectada interação genótipos x anos significativa, a cultivar IAC-24 e as linhagens 4, 5, 6, 7, 8 e 10, provenientes de cruzamentos entre linhagens nacionais e mexicanas, destacaram-se para produção de grãos nos dois anos de cultivo (2005 e 2006). Estas linhagens obtidas por cruzamentos e seleções no Estado de São Paulo adaptaram-se mais adaptadas às condições de sequeiro e solo ácido do que as linhagens 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20, introduzidas do México, com baixo potencial produtivo nestas condições, nos dois anos de cultivo (Tabela 2).

Em Tatuí, a cultivar IAC-370 e as linhagens 14, 16, 17, 18, 19 e 20 se sobressaíram para produção de grãos nos dois anos de cultivo, constatando-se que linhagens introduzidas do México tiveram bom desempenho em condições de irrigação e solo corrigido com calcário.

Esses resultados revelaram o alto potencial produtivo dos genótipos mexicanos em condições irrigadas com solo corrigido, mas por outro lado, confirmaram a importância de ter um programa de melhoramento regional visando obter cultivares de trigo adaptadas às condições locais de cultivo, tendo em vista, o fraco desempenho dos genótipos introduzidos nas condições de sequeiro com solo ácido, onde houve destaque das linhagens obtidas pelo programa de melhoramento do IAC.

Para altura das plantas, nas análises de variância individuais, verificaram-se efeitos significativos para genótipos em todos os experimentos, porém todos os genótipos tiveram porte

semianão (Tabela 3). As análises conjuntas por local revelaram efeitos significativos de genótipos e anos para os dois locais e interação genótipos x anos significativa apenas para Capão Bonito.

Em Capão Bonito, a cultivar IAC-370 e as linhagens 12, 13, 14, 15, 16, 19 e 20, introduzidas do México, tiveram porte baixo nos dois anos de cultivo. Segundo CAMARGO et al. (2006b) esses resultados podem estar associados à sensibilidade desses genótipos ao alumínio, considerando ainda que nessas linhagens houve reduzida produção de grãos nesse local.

Em Tatuí, as linhagens 18 e 19 se sobressaíram para plantas de porte semianão mais alto e a cultivar IAC-24 e a linhagem 13 pelo porte semianão mais baixo.

Para acamamento, considerando todos os locais e anos de experimentação em conjunto, as linhagens 7, 9, 13 e 15 se destacaram como resistentes como máximo de 10% de plantas acamadas em todos os experimentos.

Em condições de irrigação, com elevadas doses de adubação nitrogenada, são desejáveis plantas de porte semianão resistentes ao acamamento (SOUSA, 1998), pela partição mais eficiente dos fotoassimilados entre grãos e palhas e por facilitarem o manejo, sobretudo a colheita mecânica.

Os quadrados médios das análises individuais da variância para comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga e massa de cem grãos tiveram efeitos significativos de genótipos para todos os experimentos, com exceção para a massa de cem grãos em 2006, em Tatuí (Tabelas 4 e 5).

As análises conjuntas por local revelaram efeitos de genótipos, anos e interação genótipos x anos significativos para todas as características, com exceção do efeito de anos para o número de grãos por espiga em Capão Bonito e da interação genótipos x anos para massa de cem grãos em Tatuí (Tabelas 4 e 5).

Verificando os dados relacionados pode-se constatar que em todas as características, na maioria dos genótipos houve tendência dos menores valores serem obtidos nas condições de solo ácido e sequeiro de Capão Bonito, se comparados à condição de irrigação por aspersão e solo corrigido de Tatuí. Resultados semelhantes foram observados por CAMARGO et al. (2003), avaliando genótipos de trigo nesses mesmos locais. As linhagens mexicanas tiveram as diferenças maximizadas, talvez em decorrência da presença da toxicidade de alumínio nos solos ácidos de Capão Bonito.

Tabela 3. Altura das plantas de vinte genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito e Tatuí, (SP) em 2005 e 2006

Genótipos	Altura das plantas						Acamamento		
	Capão Bonito			Tatuí			Capão Bonito	Tatuí	
	2005	2006	Média	2005	2006	Média	2005	2006	2005
cm						%			
IAC-24	60 bc	48 a-d	54	89	91	77 bc	20	30	30
IAC-370	35 e	41 b-d	38	93	92	83 ab	20	30	0
3	64 a-c	48 a-d	56	98	93	81 ab	30	30	30
4	71 a-c	56 a-c	64	98	98	85 ab	0	40	50
5	78 a	55 a-c	66	98	95	81 ab	10	30	0
6	69 a-c	58 a-b	63	92	97	79 ab	10	40	20
7	76 a	63 a	69	98	93	82 ab	0	10	0
8	71 a-c	56 a-c	64	102	97	83 ab	10	40	30
9	74 ab	56 a-c	65	99	92	86 ab	10	10	10
10	76 a	56 a-c	66	96	94	84 ab	0	50	50
11	69 a-c	49 a-d	59	85	85	83 ab	20	40	20
12	35 e	39 cd	37	95	93	81 ab	20	10	30
13	33 e	33 d	33	87	82	68 c	10	0	0
14	38 e	45 b-d	41	97	94	81 ab	10	20	0
15	31 e	39 cd	35	91	88	82 ab	10	0	0
16	39 e	41 b-d	40	102	98	86 ab	0	0	90
17	58 cd	53 a-c	55	92	89	81 ab	20	30	70
18	63 a-c	51 a-c	57	98	94	88 a	20	20	0
19	43 de	39 cd	41	97	96	87 a	20	20	10
20	38 e	41 b-d	39	91	88	80 ab	20	10	50
F (Repetições)	0,65	0,73	-	3,59*	6,53*	-	-	-	-
F (Genótipos)	30,69*	5,71*	6,06*	8,74*	4,41*	9,39*	-	-	-
F (Anos)	-	-	11,12*	-	-	177,73*	-	-	-
F (G x A)	-	-	5,66*	-	-	1,04	-	-	-
dms	16	18	-	8	11	11	-	-	-
CV (%)	11,21	14,30	11,68	3,39	4,52	4,72	-	-	-

Médias seguidas de ao menos uma letra em comum, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Estudando genótipos de trigo em solo ácido no Paraná, COSTA et al. (2003) observaram redução no número de grãos por espiga e na massa de grãos, conforme aumentou a concentração de alumínio.

As linhagens 8 e 10 provenientes de hibridações ente genótipos nacionais e mexicanos se destacaram pelas espigas compridas, número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiga em Capão Bonito e a linhagem 19, introduzida do México, sobressaiu-se para essas mesmas características em Tatuí, constituindo-se em genótipos de interesse ao programa de melhoramento, podendo ser utilizado como fonte genética dessas características em hibridações.

Apesar das diferentes condições de cultivo entre Capão Bonito e Tatuí, as linhagens 5, 17 e 18 se destacaram para a massa de cem grãos nos dois locais e anos.

O bom desempenho de linhagens mexicanas para características das espigas já havia sido observada por LOBATO et al. (2005), em condições de irrigação sem alumínio limitante. Por outro lado, CAMARGO et al. (2003) relataram a capacidade de linhagens provenientes de hibridações entre genótipos nacionais e mexicanos terem bom potencial para características importantes em condições de solo ácido e sequeiro.

Tabela 4. Médias do comprimento da espiga e do número de espiguetas por espiga dos vinte genótipos de trigo avaliados em Capão e Tatuí, em 2005 e 2006

Genótipos	Comprimento da espiga						Número de espiguetas por espiga					
	Capão Bonito			Tatuí			Capão Bonito			Tatuí		
	2005	2006	Média	2005	2006	Média	2005	2006	Média	2005	2006	Média
IAC-24	5,7 ce	5,7 a-c	5,7	8,2 h-j	7,0 c-f	7,6	11,6 dg	13,5 a-d	12,6	18,1 d-f	17,0 ab	17,5
IAC-370	3,8 g	6,0 a-c	4,9	11,1 a-d	8,6 a-c	9,9	7,5 i	10,8 d-g	9,1	18,3 d-f	16,7 ab	17,5
3	5,5 d-f	5,0 c	5,2	7,7 ij	6,4 f	7,0	10,6 e-h	12,2 b-e	11,4	18,9 b-e	14,9 b	16,9
4	6,0 b-d	5,6 a-c	5,8	7,5 j	6,5 ef	7,0	15,2 a-c	14,3 ab	14,7	21,4 ab	18,8 a	20,1
5	7,1 a-c	6,3 a-c	6,7	10,0 c-g	8,1 a-f	9,1	11,1 d-h	11,7 b-f	11,4	17,2 ef	16,8 ab	17,0
6	7,3 ab	6,4 a-c	6,9	9,5 e-h	7,8 b-f	8,7	12,5 c-f	12,2 b-e	12,4	18,7 c-f	17,4 ab	18,1
7	6,0 b-d	6,0 a-c	6,0	9,1 f-i	7,1 c-f	8,1	12,8 b-e	12,0 b-e	12,4	18,0 d-f	15,5 ab	16,7
8	8,2 a	7,3 a	7,7	10,8 a-e	7,6 c-f	9,2	13,8 a-d	13,8 a-c	13,8	19,4 b-e	16,4 ab	17,9
9	6,6 b-d	6,1 a-c	6,4	8,6 g-j	6,9 c-f	7,8	15,6 ab	16,4 a	16,0	20,9 a-c	16,6 ab	18,7
10	6,8 a-d	6,2 a-c	6,5	8,6 g-j	6,8 d-f	7,7	16,1 a	13,7 a-d	14,9	18,1 d-f	17,0 ab	17,5
11	6,0 b-d	6,1 a-c	6,0	10,3 b-f	7,6 c-f	9,0	12,6 c-f	14,3 ab	13,4	22,1 a	18,0 ab	20,0
12	3,2 g	5,1 c	4,1	9,6 d-h	8,3 a-d	9,0	8,3 hi	11,0 c-g	9,6	19,5 b-e	18,4 ab	18,9
13	3,8 g	4,9 c	4,4	8,1 h-j	7,4 c-f	7,7	8,8 g-i	10,0 e-g	9,4	16,2 f	16,3 ab	16,3
14	3,9 g	6,4 a-c	5,1	11,3 a-c	9,4 ab	10,4	8,5 hi	10,4 e-g	9,4	19,4 b-e	16,8 ab	18,1
15	3,3 g	5,3 bc	4,3	10,0 c-g	8,0 a-f	9,0	7,6 i	10,0 e-g	8,8	20,0 a-d	17,3 ab	18,6
16	3,9 g	5,1 c	4,5	11,1 a-d	9,6 a	10,3	8,3 hi	8,9 fg	8,6	18,6 c-f	18,0 ab	18,3
17	5,8 c-e	6,6 a-c	6,2	11,2 a-c	8,0 a-f	9,6	9,7 f-i	10,8 d-g	10,2	19,0 b-e	17,3 ab	18,1
18	6,6 b-d	7,0 ab	6,8	12,0 a	9,4 ab	10,7	11,0 d-h	11,1 c-g	11,1	19,4 b-e	18,7 ab	19,0
19	4,5 eg	5,0 c	4,7	11,8 ab	8,6 a-c	10,2	9,1 g-i	8,3 g	8,7	19,6 a-e	16,0 ab	17,8
20	4,1 fg	5,3 bc	4,7	10,2 c-f	8,2 a-e	9,2	9,0 g-i	9,8 e-g	9,4	18,6 c-f	17,2 ab	17,9
F (Repetições)	1,59	4,56*	-	1,75	1,94	-	0,47	1,00	-	3,75*	5,56*	-
F (Genótipos)	28,03*	4,14*	3,52*	20,47*	7,38*	9,44*	22,26*	12,94*	10,82*	7,53*	1,83*	2,32*
F (Anos)	-	-	3,63*	-	-	141,53*	-	-	6,17*	-	-	46,96*
F (G x A)	-	-	6,30*	-	-	2,78*	-	-	3,50*	-	-	2,08*
dms	1,5	1,8	-	1,6	1,8	-	3,0	3,0	-	2,6	3,9	-
CV (%)	10,41	11,70	10,94	6,33	8,89	7,05	10,52	9,77	9,35	5,21	8,78	7,16

Médias seguidas de ao menos uma letra em comum, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Tabela 5. Médias do número de grãos por espiga e da massa de cem de grãos dos vinte genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito e Tatuí, em 2005 e 2006

Genótipos	Número de grãos por espiga						Número de cem de grãos					
	Capão Bonito			Tatuí			Capão Bonito			Tatuí		
	2005	2006	Média	2005	2006	Média	2005	2006	Média	2005	2006	Média
IAC-24	26,1 bc	23,9 a-d	25,0	42,6 bc	36,7 a	39,6	3,84 b-d	3,52 b	3,68	4,17	4,39	4,28 ab
IAC-370	10,1 de	24,2 a-d	17,1	55,0 a	38,7 a	46,8	3,10 d-g	3,73 b	3,42	4,92	4,33	4,63 ab
3	24,7 bc	21,7 a-d	23,2	39,2 c	28,8 a	34,0	4,07 b	3,95 b	4,01	4,76	4,86	4,81 ab
4	29,3 b	24,5 a-d	26,9	47,9 a-c	31,1 a	39,5	4,09 b	3,78 b	3,94	4,53	4,72	4,62 ab
5	29,5 b	27,8 a-c	28,6	48,8 a-c	38,6 a	43,7	4,84 a	4,43 ab	4,63	4,91	4,97	4,94 ab
6	31,7 ab	21,5 a-d	26,6	42,0 bc	34,5 a	38,3	3,95 bc	3,83 b	3,89	4,16	4,22	4,19 ab
7	27,2 bc	25,4 a-d	26,3	40,6 bc	31,3 a	35,9	3,94 bc	4,26 ab	4,10	4,62	4,39	4,50 ab
8	34,3 ab	30,7 ab	32,5	51,0 ab	34,6 a	42,8	4,09 b	3,99 b	4,04	4,42	4,70	4,56 ab
9	33,7 ab	27,1 a-c	30,4	45,6 a-c	32,8 a	39,2	3,65 b-f	4,18 ab	3,91	4,62	4,33	4,47 ab
10	39,8 a	31,9 a	35,8	55,1 a	36,0 a	45,5	2,96 fg	3,14 b	3,05	3,80	4,00	3,90 ab
11	33,1 ab	26,6 a-c	29,8	55,2 a	37,3 a	46,2	3,73 b-e	3,63 b	3,68	4,56	4,20	4,38 ab
12	4,1 e	16,9 b-d	10,5	46,8 a-c	39,0 a	42,9	2,82 g	3,51 b	3,16	4,95	4,35	4,65 ab
13	10,9 de	19,1 a-d	15,0	47,8 a-c	37,9 a	42,8	2,71 g	3,56 b	3,13	3,68	3,61	3,64 b
14	8,2 e	23,0 a-d	15,6	48,8 a-c	39,8 a	44,3	3,09 eg	4,48 ab	3,78	5,23	4,69	4,96 ab
15	6,6 e	18,4 a-d	12,5	54,2 a	40,8 a	47,5	2,87 g	3,71 b	3,29	4,74	4,43	4,58 ab
16	7,2 e	16,2 cd	11,7	50,9 ab	42,3 a	46,6	3,31 c-g	4,71 ab	4,01	4,98	5,22	5,10 a
17	18,1 cd	21,9 a-d	20,0	50,1 a-c	30,1 a	40,1	4,94 a	5,78 a	5,36	5,19	4,63	4,91 ab
18	25,2 bc	26,6 a-c	25,9	56,4 a	42,0 a	49,2	4,37 ab	4,53 ab	4,45	4,96	4,87	4,92 ab
19	10,2 de	12,3 d	11,2	54,3 a	33,8 a	44,0	2,94 fg	3,97 b	3,45	4,69	5,27	4,98 a
20	10,2 de	18,5 a-d	14,3	48,6 a-c	38,4 a	43,5	3,02 e-g	4,00 b	3,51	5,34	4,76	5,05 a
F (Repetições)	3,24	3,30	-	5,17	2,44	-	2,04	1,67	-	0,46	0,04	-
F (Genótipos)	38,26*	3,50*	3,95*	5,91*	2,19*	3,12*	22,40*	3,17*	3,72*	10,09*	1,73	4,77*
F (Anos)	-	-	1,13	-	-	159,71*	-	-	10,68*	-	-	2,09*
F (G x A)	-	-	6,23*	-	-	1,81*	-	-	3,00*	-	-	1,34
d.m.s.	9,7	14,0	-	11,1	-	-	14,1	-	0,75	1,69	2,34	-
C.V. %	17,67	23,30	20,53	8,65	-	-	14,84	11,19	7,88	15,94	12,30	9,39

Médias seguidas de ao menos uma letra em comum, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Considerando as correlações simples entre as características avaliadas (Tabela 6), em Capão Bonito, houve tendência dos genótipos mais produtivos terem as plantas mais altas, com espigas mais compridas, maior número de grãos e de espiguetas. Em Tatuí, os genótipos mais produtivos tenderam em exibir espigas mais compridas e grãos mais pesados.

Os resultados apresentados na tabela 6 revelaram diferenças na magnitude das correlações entre as características agronômicas avaliadas, dependendo do local de avaliação, provavelmente em função de fatores ambientais. Essas correlações

auxiliaram a entender o desenvolvimento dos genótipos para produção de grãos e que poderão ser úteis aos programas de melhoramento em trabalhos futuros.

Na tabela 7, relacionam-se os comprimentos médio das raízes dos vinte genótipos de trigo avaliados, além das cultivares-controle BH-1146 (tolerante) e Anahuac (sensível), após 72 horas de crescimento em solução normal (sem alumínio), que se seguiu a um crescimento em solução-tratamento contendo seis diferentes concentrações de alumínio (Al^{3+}).

Tabela 6. Estimativas das correlações simples entre as características agronômicas dos vinte genótipos de trigo avaliados em condições de sequeiro e solo ácido, em Capão Bonito (acima da diagonal), e em condições de irrigação por aspersão e solo corrigido de Tatuí (abaixo da diagonal), em 2005 e 2006

Características	PG	AP	AC	CE	NEGE	NGE	MCG
PG	-	0,923*	0,299	0,733*	0,803*	0,856*	0,299
AP	0,138	-	0,391	0,874*	0,849*	0,917*	0,473*
AC	-0,011	0,177	-	0,488*	0,343	0,482*	0,186
CE	0,674*	0,374	-0,042	-	0,719*	0,883*	0,524*
NEGE	-0,215	0,542*	0,216	0,153	-	0,904*	0,107
NGE	0,291	0,250	-0,080	0,671*	0,305	-	0,263
MCG	0,524*	0,592*	0,208	0,598*	0,219	0,139	-

PG: produção de grãos ($kg\ ha^{-1}$), AP: altura das plantas (cm); AC: acamamento (%); CE: comprimento da espiga (cm); NEGE: número de espiguetas por espiga; NGE: número de grãos por espiga e MCG: massa de cem grãos (g).

* significativo, ao nível de 5%, pelo teste t.

Todos os genótipos tiveram crescimento normal das raízes na solução com ausência de Al^{3+} . Contudo, na maioria dos genótipos, verificou-se uma tendência de diminuir o comprimento da raiz primária central à medida que aumentaram as concentrações de Al^{3+} .

Na concentração de $2\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} somente a linhagem 12 e a cultivar-controle Anahuac exibiram paralisação no crescimento radicular, mostrando sensibilidade à toxicidade de alumínio a partir desta concentração. Os demais genótipos foram tolerantes a essa concentração. Na cultivar IAC-370, nas linhagens 13, 15 e 19 na solução contendo $4\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} , e nas linhagens 14, 16 e 20 na solução contendo $6\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} ocorreu paralisação irreversível do crescimento da raiz primária principal, sendo consideradas sensíveis ao alumínio a partir destas concentrações.

Todas as linhagens obtidas a partir do cruzamento entre genótipos adaptados às condições locais e genótipos mexicanos (3 a 11) foram tolerantes ao alumínio mesmo quando submetidos a soluções-

tratamento contendo $10\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} . A tolerância destas linhagens provavelmente tenha sido originada do parental nacional envolvido no cruzamento.

Das linhagens introduzidas do México (12 a 20), apenas 17 e 18 foram tolerantes à toxicidade de alumínio nas soluções contendo $10\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} . As demais linhagens foram sensíveis, confirmando resultados observados por MISTRO et al. (2001), que já haviam reportado à alta sensibilidade dos genótipos introduzidos do México, incluindo a cultivar IAC-370, uma introdução mexicana.

As correlações obtidas entre o comprimento médio da raiz medido após 72 horas de crescimento na solução nutritiva, que se seguiu ao crescimento na solução-tratamento contendo 2, 4, 6, 8 e $10\ mg\ L^{-1}$ de Al^{3+} , e a produção de grãos e altura das plantas de cada local, são apresentadas na tabela 8.

Em Capão Bonito, foram verificadas correlações positivas e significativas da produção de grãos e altura das plantas com o comprimento da raiz primária central em todas as concentrações de alumínio.

Tabela 7. Comprimento médio das raízes dos vinte genótipos de trigo avaliados e das testemunhas, após 72 horas de crescimento em solução normal, que se seguiu a um crescimento em solução-tratamento contendo seis diferentes concentrações de alumínio (média de quatro repetições)

Genótipos	Concentração de alumínio mg L ⁻¹					
	0	2	4	6	8	10
	mm					
1	79,2	51,2	37,1	30,5	26,3	19,2
2	95,3	29,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3	87,9	38,3	8,6	5,1	2,4	0,6
4	90,4	35,4	18,2	2,4	0,1	0,9
5	75,3	47,2	37,6	31,9	26,9	26,4
6	82,4	39,8	29,2	20,1	17,3	12,3
7	79,1	45,3	32,1	25,8	17,1	16,0
8	84,2	41,8	24,5	17,5	7,6	7,6
9	93,7	44,6	13,0	5,6	1,3	0,4
10	93,8	68,6	49,9	42,4	14,2	11,8
11	70,2	33,8	12,2	7,8	2,0	0,4
12	76,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	80,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
14	99,1	31,5	4,2	0,0	0,0	0,0
15	84,4	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
16	90,3	16,4	2,0	0,0	0,0	0,0
17	101,2	42,2	22,4	19,1	4,1	2,1
18	93,6	45,1	33,0	19,7	14,0	7,3
19	108,7	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0
20	98,8	25,0	0,2	0,0	0,0	0,0
BH-1146	110,2	72,3	58,2	48,1	39,5	30,6
Anahuac	85,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 8. Correlações simples entre comprimento médio da raiz com altura das plantas e produção dos grãos nas diferentes concentrações de Al³⁺

Concentrações de Al ³⁺	Capão Bonito		Tatuí	
	Produção de grãos	Altura das plantas	Produção de grãos	Altura das plantas
2	0,772*	0,896*	-0,300	0,392
4	0,791*	0,839*	-0,286	0,148
6	0,736*	0,755*	-0,249	0,043
8	0,673*	0,632*	-0,149	-0,064
10	0,757*	0,634*	-0,184	-0,099

* significativo, ao nível de 5%, pelo teste t.

Esses resultados concordaram com os obtidos por CAMARGO et al. (2006b) e SALOMON et al. (2003) e sugerem que os genótipos mais produtivos e com porte semianão mais alto em condições de sequeiro e solo ácido foram mais tolerantes à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas. Genótipos com tolerância à toxicidade de alumínio tiveram

desenvolvimento radicular pouco afetado pela presença de alumínio no solo, resultando em plantas mais produtivas e de porte mais alto.

As correlações entre o comprimento da raiz primária central com a produção de grãos e altura das plantas em Tatuí não foram significativas, revelando

que não houve associação entre tolerância ao alumínio e desempenho dos genótipos para essas características em condições de solo corrigido com calcário e irrigado por aspersão. Com esses resultados, constata-se que os genótipos mais adaptados (mais produtivos) às condições de solo corrigido e com irrigação por aspersão independem do grau de tolerância à toxicidade de alumínio, em soluções nutritivas, concordando com LOBATO et al. (2007). Esse fato ocorre, talvez, devido às raízes das plantas de trigo permanecerem na camada arável do solo, corrigida com calcário e com pronto suprimento de água, não necessitando, portanto, buscar água em camadas mais profundas, onde se tem alumínio tóxico.

Os resultados advindos da tolerância ao alumínio em laboratório explicam o fraco desempenho, para a maioria das características avaliadas, em Capão Bonito, das linhagens introduzidas do México, em comparação aos genótipos provenientes de cruzamentos entre linhagens nacionais e mexicanas selecionadas nas condições paulistas.

4. CONCLUSÕES

1. A linhagem 7 proveniente de hibridação entre linhagens nacionais e mexicanas destaca-se para produção de grãos em condições de sequeiro e solo ácido e a cultivar IAC-370 e as linhagens 14, 16, 17, 18, 19 e 20, introduzidas do México, em condições de irrigação por aspersão e solo corrigido.

2. Nos dois locais, a linhagem 13 pelo porte semianão mais baixo e pela resistência ao acamamento e as linhagens 5, 17 e 18 pelos grãos pesados; as linhagens 8 e 10 em Capão Bonito e a 19 em Tatuí pelas espigas compridas, número de espiguetas e de grãos por espiga, constituem-se em genótipos de interesse ao programa de melhoramento, podendo ser utilizados como fontes genéticas dessas características em hibridações.

3. Em condição de sequeiro e solo ácido, os genótipos mais produtivos associam-se às plantas altas, espigas compridas, e ao maior número de grãos e de espiguetas por espiga. Espigas compridas e grãos pesados correlacionam-se com produção de grãos em solos corrigidos com irrigação por aspersão.

4. As linhagens 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17 e 18 são de elevada tolerância à toxicidade de alumínio nas soluções nutritivas.

AGRADECIMENTOS

Aos Pesquisadores Científicos Antonio Wilson Penteado Ferreira Filho, Armando Pettinelli

Junior e Jairo Lopes de Castro pela colaboração na obtenção dos dados; ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e pela concessão de bolsa de produtividade científica e à FAPESP pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

CAIERÃO, E.; SILVA, M.S.; SCHEEREN, P.L.; DUCA, 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*, v.36, p.1112-1117, 2006.

CAMARGO, C.E.O.; FELICIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; LOBATO, M.T.V. Tolerância de genótipos de trigo comum, trigo duro e triticales à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas. *Bragantia*, v.65, p.43-53, 2006a.

CAMARGO, C.E.O.; FELICIO, J.C.; FREITAS, J.G.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; BARROS, B.C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; SANTOS, R.R.; KANTHACK, R.A.D.; ROCHA JUNIOR, L.S. Melhoramento do trigo: comportamento de linhagens de origem mexicana no Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.47, p.25-41, 1988.

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.; LOBATO, M.T.V. Linhagens diaplóides de trigo: desempenho agrônômico em dois locais do Estado de São Paulo e tolerância à toxicidade de alumínio em laboratório. *Bragantia*, v.65, p.253-268, 2006b.

CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; RAMOS, L.C.S.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO, J.L.; SALOMON, M.V.; MISTRO, J.C. Comportamento de linhagens diaplóides de trigo em dois locais do Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.62, 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*, v.64, p.71-74, 2005.

COMISSÃO CENTRO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. *Informações técnicas da Comissão Centro Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para a safra de 2005*. Sistemas de Produção n° 7. Londrina: Embrapa Soja 2005. 234p.

COSTA, A.; CAMPOS, L. A.C.; RIEDE, C. R. Reaction of wheat genotypes to soil aluminum differential saturations. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46, p.19-25, 2003.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; GERMANI, R.; GALLO, P.B.; CASTRO, J.L.; FERREIRA FILHO, A.W.P. Potencial de rendimento de grãos e outras características agrônômicas e tecnológicas de novos genótipos de trigo. *Bragantia*, v.65, p.227-243, 2006.

LOBATO, M.T.V.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; GALLO, P.B. Avaliação de linhagens de trigo provenientes de cruzamentos interespecíficos e dois locais no Estado de São Paulo e em laboratório. **Bragantia**, v.66, p.31-41, 2007.

LOBATO, M.T.V.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; BARROS, B.C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; GALLO, P.B. Desempenho de linhagens de trigo mexicanas, em condição de irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, p.211-219, 2005.

MISTRO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Avaliação de genótipos de trigo, de diferentes origens, em relação à toxicidade de alumínio. **Bragantia**, v.60, p.177-184, 2001.

MOORE, D.P.; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. Screening wheat for aluminum tolerance. In: WRIGHT, M.J. (Ed.). WORKSHOP ON PLANT ADAPTATION TO MINERAL STRESS IN PROBLEM SOILS, 1976, Beltsville, Maryland. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1976. p.287-295.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; DEL DUCA, L.J.; MARCHESE, J.A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.817-825, 2007.

SALOMON, M.V.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO, J.L. Desempenho de linhagens diaplóides de trigo obtidas via cultura de anteras quanto à tolerância ao alumínio, produção de grãos e altura de planta. **Bragantia**, v.62, p.189-198, 2003.

SOUSA, C.N.A. O acamamento e a reação de cultivares de trigo recomendadas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.537-541, 1998.