

MELHORAMENTO DO TRIGO: XXX. AVALIAÇÃO DE LINHAGENS COM TOLERÂNCIA À TOXICIDADE DE ALUMÍNIO, MANGANÊS E FERRO EM CONDIÇÕES DE CAMPO⁽¹⁾

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ^(2,6), JOÃO CARLOS FELÍCIO ⁽²⁾, ANTONIO WILSON PENTEADO FERREIRA FILHO ⁽²⁾, JOSÉ GUILHERME DE FREITAS ^(2,6), VALDIR JOSUÉ RAMOS ⁽³⁾, RICARDO AUGUSTO DIAS KANTHACK ⁽⁴⁾ e JAIRO LOPES DE CASTRO ^(5,6)

RESUMO

Compararam-se 23 linhagens tolerantes, ao mesmo tempo, à toxicidade de Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} , provindas do cruzamento entre 'BH-1146' (tolerante à toxicidade de Al^{3+} e sensível à de Mn^{2+} e Fe^{2+}) e 'Siete Cerros' (sensível à toxicidade de Al^{3+} e tolerante à de Mn^{2+} e Fe^{2+}) e os dois cultivares utilizados como pais em quatro ensaios instalados nas Estações Experimentais de Itararé (1990-92) e de Capão Bonito (1992), em solos ácidos, e em cinco ensaios realizados no Centro Experimental de Campinas (1990-92) e na Fazenda Santa Lúcia (1990-91), município de Cruzália, em solos corrigidos, analisando os seguintes parâmetros: rendimento de grãos, características agrônômicas e resistência às doenças. Em solos ácidos, vinte linhagens e o 'BH-1146' mostraram maior rendimento de grãos em relação ao 'Siete Cerros' indicando que a toxicidade de alumínio foi um dos principais fatores limitantes à produção. Em solos corrigidos, não se verificaram diferenças significativas entre os genótipos estudados quanto ao rendimento de grãos, mostrando não haver uma associação entre baixa produtividade e tolerância ao Al^{3+} nessas condições. A linhagem 21 foi moderadamente resistente ao agente causal de oídio em condições naturais de infecção. Todos os genótipos avaliados revelaram suscetibilidade aos agentes causais das manchas foliares. O 'Siete Cerros' e as linhagens 3 a 12 apresentaram porte baixo associado à menor porcentagem de acamamento; as 13, 14 e 23 mostraram espigas compridas; a 12, maior número de espiguetas e grãos por espiga, e a 17, grãos mais pesados, representando fontes genéticas de valor para essas características.

Termos de indexação: trigo; rendimento de grãos, características agrônômicas; resistência às doenças; solo ácido e corrigido.

⁽¹⁾ Com recursos suplementares do "Acordo do Trigo entre as Cooperativas Rurais do Vale do Paranapanema e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através do Instituto Agrônômico". Trabalho apresentado na XVII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, realizada em Passo Fundo (RS), em outubro de 1994. Recebido para publicação em 29 de junho e aceito em 7 de dezembro de 1994.

⁽²⁾ Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽³⁾ Estação Experimental de Itararé, IAC.

⁽⁴⁾ Estação Experimental de Assis, IAC.

⁽⁵⁾ Estação Experimental de Capão Bonito, IAC.

⁽⁶⁾ Com bolsa de pesquisa do CNPq.

ABSTRACT**WHEAT BREEDING: XXX. EVALUATION OF INBRED LINES
TOLERANT TO ALUMINUM, MANGANESE
AND IRON TOXICITIES UNDER FIELD CONDITIONS**

Twenty three inbred lines showing at the same time tolerance to Al^{3+} , Mn^{2+} and Fe^{2+} toxicities, originated from the cross between 'BH-1146' (tolerant to Al^{3+} toxicity and sensitive to Mn^{2+} and Fe^{2+} toxicities) and 'Siete Cerros' (sensitive to Al^{3+} and tolerant to Mn^{2+} and Fe^{2+} toxicities), and the two cultivars used as parents were evaluated in four trials carried out in acid soils, at Itararé (1990-92) and Capão Bonito (1992) Experimental Stations and in five trials carried out in limed soils, at Campinas (1990-92) Experimental Center and in a private farm located in Cruzália (1990-91). The following parameters were assessed: grain yield, agronomic characteristics and disease resistance. Twenty inbred lines and 'BH-1146' presented greater grain yield than 'Siete Cerros' in acid soils indicating that Al^{3+} toxicity was one of the main factors limiting yield. In limed soils, differences in yield were not observed, considering all studied genotypes, showing that no association between low yield and Al^{3+} tolerance was found in this condition. The line 21 was moderately resistant to powdery mildew. All studied genotypes presented susceptibility to the causal agents of leaf spots. 'Siete Cerros' and the lines 3 to 12 exhibited short stature associated with lodging resistance; the lines 13, 14 and 23 showed long heads; the line 12, the highest number of spikelets and grains per spike; and the line 17, the heaviest grains. These genotypes represented, valuable genetic sources for these characteristics.

Index terms: wheat; grain yield, agronomic characteristics; disease resistance; acid soil; limed soil.

1. INTRODUÇÃO

A perspectiva de queda do preço do trigo no mercado internacional, a maior competitividade do produto argentino, após a extinção das taxas de retenção (15%), INTA (15%) e de estatística (3%), e a criação do reembolso de 2,5% para o grão e 5% para a família de trigo, como forma de estímulo à exportação, agravaram a situação da triticultura brasileira a partir de 1993/94. Por isso, muitos produtores paulistas buscam diminuir os custos de produção, baixando o nível tecnológico da cultura, de modo que a produtividade poderá ficar comprometida e o custo por unidade produzida, aumentar. Com a falta de uma política agrícola que permita vislumbrar melhores condições para a comercialização do trigo, os agricultores optaram pela "safrinha do milho", diminuindo, consideravelmente, a área de trigo paulista (Mercado..., 1993).

Para o Estado de São Paulo, os trabalhos de obtenção de novos cultivares de trigo devem considerar os seguintes aspectos: maior produtividade, porte semi-anão, palha forte (resistência ao acamamento), maior fertilidade da espiga, maior perfilhamento, precocidade (ciclo da emergência à maturação de 100 a 120 dias para favorecer a rotação com outras culturas), resistência à degrana, resposta à adubação, índice de colheita mais alto (relação entre o peso dos grãos e o peso total da parte aérea da planta), adaptação ampla, resistência às doenças (ferrugens, oídio e helmintosporiose), tolerância a níveis tóxicos de alumínio, manganês e ferro, eficiência à absorção e utilização de fósforo e nitrogênio e melhor qualidade nutritiva e tecnológica. Obtido o cultivar, faz-se necessário um programa eficiente de multiplicação de sementes visando à agilização do fornecimento do novo material genético aos agricultores (Camargo, 1987, 1993, e Kohli et al., 1994).

A partir do final da década dos setentas, novos cultivares de trigo provenientes de um trabalho conjunto dos Institutos de Pesquisa da Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, foram lançados para o Estado paulista. Esse trabalho permitiu o lançamento dos cultivares IAC-13, IAC-17, IAC-18, IAC-21, IAC-22, IAC-23, IAC-24, IAC-25, IAC-27, IAC-28, IAC-60, IAC-74, IAC-120, IAC-161, IAC-162, IAC-286, IAC-287 e IAC-289, com base em ensaios de competição de cultivares instalados nas diferentes regiões tritícolas, em solos com e sem alumínio (Felício et al., 1983, 1985, 1988, 1990 e 1991; São Paulo, 1988 a 1992; Camargo, 1993).

Seleções realizadas em populações híbridas, provenientes do cruzamento entre o 'BH-1146', de porte alto, tolerante à toxicidade de alumínio e sensível à de ferro e manganês, e o 'Siete Cerros', de porte semi-anão, sensível à toxicidade de alumínio, com tolerância, porém, à toxicidade de ferro e manganês, permitiram a obtenção de 23 linhagens que, avaliadas em soluções nutritivas, apresentaram, ao mesmo tempo, tolerância à toxicidade de Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} (Camargo et al., 1991).

Este trabalho objetiva avaliar, em condição de sequeiro ou de irrigação, tanto em solos ácidos quanto em corrigidos, o comportamento das 23 linhagens mencionadas, em comparação com o 'BH-1146' e o 'Siete Cerros', visando à escolha das mais promissoras, tanto para multiplicação e posterior lançamento aos tricultores paulistas, como para utilizá-las como fontes genéticas de interesse no programa de melhoramento do Instituto Agrônomo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Incluíram-se nos ensaios 23 linhagens provenientes do cruzamento 'BH-1146' x 'Siete Cerros', utilizando-se os cultivares BH-1146 e Siete Cerros como controle; o primeiro, selecionado no Instituto Agrônomo de Belo Horizonte (MG), é proveniente do cruzamento 'Ponta Grossa I' x 'Fronteira', híbrido que foi cruzado com o 'Mentana'; o segundo, do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, provém do cruzamento 'Penjamo 62' x 'Gabo 55' (Villareal & Rajaram, 1988).

Empregou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com três repetições por local. Cada ensaio constituiu-se de 75 parcelas, cada uma formada por seis linhas de 3 m de comprimento, espaçadas de 0,20 m. Deixou-se uma separação lateral de 0,60 m entre as parcelas, semeando-se 80 sementes viáveis por metro linear de sulco, com uma área útil de colheita de 3,6 m².

Em 1990, realizaram-se dois ensaios, nos seguintes locais: Centro Experimental de Campinas e Estação Experimental de Itararé. Em 1991, três, sendo dois nos mesmos locais de 1990 (Campinas e Itararé) e outro na Fazenda Santa Lúcia, município de Cruzália. Em 1992, instalaram-se quatro experimentos: três nos mesmos locais de 1991 (Campinas, Itararé e Cruzália) e outro na Estação Experimental de Capão Bonito.

Retiraram-se amostras compostas dos solos dos locais estudados, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, encontrando-se, no quadro 1, os resultados das análises.

Utilizou-se irrigação pelo método de aspersão somente nos ensaios de Campinas.

Coletaram-se os seguintes dados: ferrugem-da-folha (*Puccinia recondita*), mancha-da-folha (*Bipolaris sorokiniana*), oídio (*Erysiphe graminis tritici*), ciclo da emergência à maturação, acamamento, altura das plantas, comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas, massa de cem grãos e rendimento de grãos. Avaliaram-se esses parâmetros conforme Schramm et al. (1974), Mehta (1978) e Camargo et al. (1990).

As características rendimento de grãos, comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas e massa de cem grãos de cada experimento foram submetidas à análise da variância, utilizando-se o teste F, ao nível de 5%, para detectar efeitos significativos de genótipos e repetições. Analisaram-se as variâncias conjuntas para os experimentos de Itararé, Campinas e Cruzália, e também as dos ensaios instalados em solos ácidos (Itararé 1990-92 e Capão Bonito 1992) para rendimento de grãos, objetivando detectar, pelo teste F, ao nível de 5%,

as significâncias dos efeitos de experimentos, genótipos e interação genótipos x experimentos. Empregou-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a comparação dos genótipos nos grupos de experimentos, usando, como estimativa do resíduo padrão residual, o quadrado médio da interação genótipos x experimentos da análise da variância.

Fez-se a análise conjunta da variância para a altura das plantas considerando a média dessa característica em cada um dos experimentos para detectar, pelo teste F, ao nível de 5%, as significâncias dos efeitos de genótipos e experimentos. A comparação das médias dos genótipos para essa característica foi feita também pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios das análises individuais da variância dos rendimentos de grãos dos genótipos, estudados em Itararé (1990-92), em condição de sequeiro e em solos ácidos apresentando na camada de 0-20 cm $V\% = 16$ e $H + Al = 99 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ e, em Capão Bonito (1992), também em condição de sequeiro e, em solo ácido, na mesma camada, $V\% = 29$ e $H + Al = 65 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, mostraram efeitos significativos ao nível de 5% para genótipos e não significativos para repetições nos quatro experimentos (Quadro 1).

A análise conjunta da variância dos rendimentos de grãos dos genótipos avaliados, em solos ácidos, nos três experimentos de Itararé (1990-92) e no de Capão Bonito (1992) apresentaram efeitos significativos pelo teste F, para experimentos, genótipos e para a interação genótipos x experimentos (Quadro 2).

Embora tenha havido interação significativa genótipos x experimentos, ou seja, embora o comportamento relativo dos genótipos tenha variado de um experimento para outro, ocorreram efeitos gerais de genótipos que se sobrepuseram a tais variações, de sorte que, segundo Pimentel Gomes (1985), podem-se indicar, além dos genótipos de interesse local, os de maior rendimento de grãos para as condições de solos ácidos.

Por meio do teste de Tukey, ao nível de 5%, para a comparação das médias de rendimento de grãos dos genótipos nos quatro ensaios instalados em solos ácidos, observou-se que o 'BH-1146' (tolerante à toxicidade de Al^{3+} e sensível à de Mn^{2+} e Fe^{2+}) produziu 2.578 kg/ha e foi o mais produtivo, diferindo, porém, somente do 'Siete Cerros' (sensível à toxicidade de Al^{3+} e tolerante à de Mn^{2+} e Fe^{2+}) (Quadro 2). Todas as linhagens obtidas do cruzamento 'BH-1146' x 'Siete Cerros', que exibiram, ao mesmo tempo, tolerância à toxicidade de Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} (Camargo et al., 1991), à exceção das linhagens 13, 15 e 16, diferiram do 'Siete Cerros', pelo teste de Tukey, ao nível de 5%. Os dados obtidos sugerem que a toxicidade do Al^{3+} foi um dos principais fatores limitantes à produção e que a tolerância genética a essa toxicidade, existente no 'BH-1146' (Lagos et al., 1991) e incorporada às linhagens estudadas (Camargo et al., 1991), permitiu um ganho de produtividade.

Os resultados confirmaram os de Camargo et al. (1992), em trigo comum (hexaplóide) e em trigo duro (tetraplóide), e os de Prioli (1987), em milho, que verificaram estreita associação entre alta produtividade e tolerância ao Al^{3+} para genótipos cultivados em solos com elevada acidez.

A análise individual da variância, dos rendimentos de grãos dos genótipos estudados em Campinas (1990-92), tanto em solos corrigidos ($V\% = 55$ e $H + Al = 38 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$) como em irrigados por aspersão, e em Cruzália (1990-91), tanto em solos corrigidos ($V\% = 58$ e $H + Al = 34 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$) como em condição de sequeiro, mostrou efeitos não significativos, pelo teste F, para genótipos nos cinco experimentos, e significativos para repetições somente no ensaio de Campinas (1992) (Quadro 2).

Os quadrados médios das análises conjuntas da variância dos rendimentos de grãos dos genótipos avaliados nos três experimentos de Campinas (1990-92) e nos dois de Cruzália (1990-91) revelaram efeitos significativos para experimentos e não significativos para genótipos e interações genótipos x experimentos pelo teste F (Quadro 2).

Os resultados de Campinas e Cruzália confirmaram os de Camargo & Oliveira (1981) e Camargo

Quadro 1. Análises compostas médias dos solos dos locais onde foram instalados os ensaios de linhagens, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm⁽¹⁾ em 1990-92

Determinações	Campinas			Itararé			Cruzália			Capão Bonito		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
P resina (mg/kg)	23	6	4	9	5	3	40	32	19	19	16	14
M.O. (g/kg)	32	25	18	46	41	32	30	32	18	23	25	22
pH (CaCl ₂)	5,3	4,7	4,7	4,6	4,0	4,4	5,2	5,0	5,0	4,7	4,7	4,7
K ⁺ (mmolc/cm ³)	3,3	1,8	1,2	1,4	0,9	0,6	2,5	2,5	1,6	1,3	1,1	0,9
Ca ²⁺	31	18	14	11	6	2	36	33	22	18	17	17
Mg ²⁺	12	9	7	7	5	2	9	8	7	7	7	7
H ⁺ + Al ³⁺	38	47	38	99	89	89	34	34	34	65	65	65
S	46	29	22	19	12	5	48	44	31	26	25	25
T	84	76	60	118	101	94	82	78	65	91	90	90
V%	55	38	37	16	12	5	58	56	47	29	28	28

(¹) Análises efetuadas pela Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, IAC.

Quadro 2. Rendimento médio⁽¹⁾ de grãos dos genótipos de trigo nos ensaios de Itararé, Capão Bonito, Campinas e Cruzália

Linhagens e Cultivares	Solos ácidos			Solos corrigidos	
	Itararé 1990/92	Capão Bonito 1992	Média	Campinas 1990/92	Cruzália 1990/91
kg/ha					
Siete Cerros	1344b	824c	1214b	3912	1158
BH-1146	2706a	2195ab	2578a	3357	1171
1	2163ab	1852a-c	2086a	3496	996
2	2264a	2361ab	2288a	3512	978
3	2530a	2667ab	2564a	3298	913
4	2297a	2935a	2456a	3329	1116
5	2371a	2694ab	2452a	3292	1182
6	2000ab	2269ab	2067a	3573	895
7	2162ab	2268ab	2189a	3171	983
8	2293a	2463ab	2336a	3217	949
9	2155ab	2047a-c	2128a	3093	950
10	2306a	2426ab	2336a	3215	932
11	2228ab	2315ab	2249a	2877	1020
12	2036ab	2037a-c	2036a	3206	1219
13	1837ab	2157ab	1917ab	3102	994
14	2149ab	1556bc	2000a	3102	1153
15	1845ab	1898a-c	1858ab	3209	1170
16	1833ab	2065a-c	1891ab	3068	1112
17	2021ab	1972a-c	2009a	3154	1220
18	2127ab	2157ab	2135a	3080	1319
19	2070ab	1944a-c	2038a	3667	1017
20	2020ab	2084a-c	2036a	3289	1106
21	1979ab	2046a-c	1996a	2980	1233
22	2017ab	2065a-c	2029a	3317	1142
23	2024ab	1889a-c	1990a	3123	1109
F (Experimentos)	520,44*	—	381,99*	54,72*	213,7*
F (Genótipos)	2,48*	3,01*	4,08*	1,37	1,52
F (G x E)	2,15*	—	1,78*	1,07	1,43
d.m.s (Tukey a 5%)	915	1273	750	1070	675
C.V.%	16,12	18,91	16,88	17,24	21,39

⁽¹⁾ Médias seguidas de uma letra em comum não diferem pelo teste de Tukey a 5%. *Significativo ao nível de 5%.

et al. (1992) com trigo comum e duro, e os de Briggs et al. (1989) com trigo comum: encontraram-se genótipos tolerantes e sensíveis ao Al^{3+} entre os mais produtivos quando em solos corrigidos, de média a alta fertilidade. Os resultados, porém, discordam dos de Prioli (1987), que mostrou, em milho, uma associação entre baixa produtividade e tolerância ao Al^{3+} para híbridos cultivados em solos de baixa acidez.

Os graus médios de infecção de ferrugem-da-folha e de oídio nos genótipos dos experimentos instalados em diferentes locais em 1990-92 encontram-se no quadro 3.

Não houve, no período, condições naturais favoráveis para infecção do agente causal da ferrugem-da-folha. As linhagens 2, 5, 6 e 8 foram as mais suscetíveis, apresentando reações máximas de 10S.

Em relação ao oídio, destacou-se, quanto à resistência em planta adulta, a linhagem 21, que se mostrou moderadamente resistente (porcentagem de área infectada entre 6 e 25) nas três avaliações. Os demais genótipos mostraram-se suscetíveis ou altamente suscetíveis, com graus máximos entre 30 e 80, em, pelo menos, uma das avaliações, de acordo com Mehta (1978).

Os graus médios de infecção de mancha-da-folha nos genótipos dos ensaios instalados em diferentes locais paulistas em 1990-92 constam do quadro 4. Em relação às manchas foliares, o 'BH-1146' e as linhagens 2, 5, 12 e 14 mostraram-se suscetíveis, com uma porcentagem de área infectada máxima entre 26 e 50 e, os demais genótipos, altamente suscetíveis, com uma porcentagem de área infectada máxima entre 51 e 99 em, pelo menos, um experimento, segundo Mehta (1978).

As alturas médias das plantas, as porcentagens médias de acamamento e os ciclos médios da emergência à maturação dos genótipos estudados nos ensaios de 1990-92 encontram-se no quadro 5.

O 'BH-1146' exibiu as plantas mais altas, diferindo dos demais genótipos, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, à exceção das linhagens 13, 14, 18, 21, 22 e 23. 'Siete Cerros' e as linhagens 1 a 12 mostraram, ao mesmo tempo, as plantas mais baixas e com menor porcentagem de plantas acamadas, estando, portanto, entre os genótipos com potencial de cultivo em condição de irrigação por aspersão. 'BH-1146' e as linhagens 13 a 23 apresentaram-se com uma porcentagem média de plantas acamadas variando de 20 a 40, à qual associou-se um porte de planta alto (Quadro 5).

'Siete Cerros' e as linhagens 1, 13, 14, 15, 16, 18, 19 e 22 foram muito precoces, com um ciclo médio da emergência à maturação entre 100 e 110 dias. Considerou-se a linhagem 7 de ciclo médio e os demais genótipos, precoces.

As linhagens 1 a 12, pelo porte de planta baixo associado à resistência ao acamamento, tolerância à toxicidade de Al, Fe e Mn (Camargo et al., 1991), ciclo precoce ou muito precoce da emergência à maturação (exceto a linhagem 7) e boa produtividade, em solos ácidos e corrigidos, representam germoplasmas de grande interesse aos programas de melhoramento genético do trigo.

As análises individuais da variância para comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e massa de cem grãos dos genótipos do ensaio de Campinas (1991) mostraram efeitos significativos para genótipos e não significativos para repetições.

As linhagens 13, 14 e 23 apresentaram as espigas mais compridas, na média do experimento, diferindo do 'BH-1146', mas não do 'Siete Cerros'. Em relação ao número de espiguetas e de grãos por espiga, a linhagem 12 apresentou o maior valor na média do ensaio considerado, diferindo, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey, da primeira característica de 'BH-1146' e 'Siete Cerros', e da segunda, somente do 'BH-1146'. A linhagem 17 revelou os grãos mais pesados, porém não diferiu do 'BH-1146' e das linhagens 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 e 23 (Quadro 6).

Quadro 3. Graus médios de infecção de ferrugem-da-folha e de oídio nos ensaios de Capão Bonito, Campinas e Cruzália

Linhagens e Cultivares	Ferrugem-da-folha				Oídio		
	C.Bonito 1992	Campinas 1992	Cruzália		Campinas		
			1991	1992	1990	1991	1992
% de área foliar infectada							
Siete Cerros	tS	0	0	5S	10	30	30
BH-1146	0	0	0	0	40	40	30
1	0	0	0	tS	60	70	40
2	5S	0	0	10S	60	40	40
3	tS	0	0	tS	60	60	40
4	tS	0	0	5S	60	40	40
5	0	tS	0	10S	50	40	50
6	0	0	0	10S	60	60	40
7	0	0	0	tS	60	50	40
8	tS	0	0	10S	40	60	50
9	0	0	0	0	80	60	50
10	0	0	0	5S	80	60	40
11	0	0	0	5S	60	50	40
12	5S	0	0	tS	60	40	40
13	0	0	0	0	20	30	40
14	0	0	0	0	5	40	20
15	0	0	0	tS	30	30	10
16	tS	0	0	5S	50	20	20
17	tS	0	0	5S	40	50	20
18	0	0	0	5S	0	40	20
19	0	0	0	0	5	30	20
20	0	0	tS	0	10	50	20
21	0	0	0	0	10	20	20
22	tS	0	0	0	20	40	30
23	0	0	0	0	20	40	30

t = traço (apenas algumas pústulas); S = reação de suscetibilidade.

Quadro 4. Graus médios de infecção de mancha-da-folha nos ensaios de Itararé, Capão Bonito, Campinas e Cruzália

Linhagens e Cultivares	Itararé			C. Bonito 1992	Campinas		Cruzália	
	1990	1991	1992		1990	1992	1991	1992
% de área foliar infectada								
Siete Cerros	80	20	40	40	40	40	20	40
BH-1146	10	20	30	20	10	20	10	50
1	30	30	30	30	40	20	20	80
2	50	20	40	20	40	30	30	50
3	50	20	40	20	40	30	30	60
4	60	20	40	20	40	30	20	60
5	40	20	40	20	30	30	40	40
6	40	10	40	20	50	20	30	60
7	60	10	20	30	30	30	20	50
8	80	10	30	20	40	30	30	50
9	80	20	40	50	40	30	30	60
10	40	20	40	30	40	30	40	60
11	50	30	30	20	40	30	40	60
12	40	10	30	20	40	20	30	50
13	60	10	30	40	50	20	20	60
14	50	10	30	50	30	40	30	50
15	60	20	40	40	60	20	20	40
16	60	10	40	40	30	20	30	40
17	60	20	30	40	40	40	20	50
18	60	10	30	40	50	30	20	60
19	60	20	40	30	50	30	20	40
20	60	10	60	40	50	30	20	60
21	60	10	40	40	40	20	30	40
22	50	20	30	40	30	40	20	60
23	60	20	40	50	30	30	30	50

Quadro 5. Altura média das plantas⁽¹⁾, porcentagem média de acamamento e ciclo da emergência à maturação⁽²⁾, dos genótipos de trigo nos ensaios de Itararé, Capão Bonito, Campinas e Cruzália

Linhagens e Cultivares	Altura das plantas cm	Acamamento %	Ciclo
			Emerg.-Mat.
Siete Cerros	65c	4	Muito precoce
BH-1146	103a	35	Precoce
1	70c	0	Muito precoce
2	72c	2	Precoce
3	70c	4	Precoce
4	68c	0	Precoce
5	67c	0	Precoce
6	65c	0	Precoce
7	67c	0	Médio
8	64c	9	Precoce
9	69c	4	Precoce
10	66c	11	Precoce
11	64c	0	Precoce
12	67c	2	Precoce
13	93ab	20	Muito precoce
14	98ab	29	Muito precoce
15	91b	38	Muito precoce
16	92b	22	Muito precoce
17	92b	38	Precoce
18	98ab	33	Muito precoce
19	91b	20	Muito precoce
20	92b	27	Precoce
21	94ab	36	Precoce
22	94ab	27	Muito precoce
23	93ab	40	Precoce
F (Genótipos)	42,01	—	—
d.m.s. (Tukey a 5%)	11	—	—
C.V.%	8,09	—	—

⁽¹⁾ Médias seguidas de uma letra em comum não diferem pelo teste de Tukey a 5%. ⁽²⁾ Muito precoce = 100 a 110 dias; precoce = 110 a 120 dias, e médio = 120 a 130 dias da emergência à maturação. * Significativo ao nível de 5%.

Quadro 6. Dados médios (¹) referentes ao comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas e massa de cem grãos dos genótipos de trigo avaliados no ensaio de Campinas (1991)

Linhagens e Cultivares	Comprimento da espiga	Espiguetas por espiga	Grãos por espiga	Grãos por espiguetas	Massa de cem grãos
	cm	n.º			g
Siete Cerros	7,68a-f	18,1b-e	37,0ab	2,03	3,65b-g
BH-1146	7,29c-f	16,9e	28,4b	1,67	3,99a-f
1	6,86f	18,9a-e	36,4ab	1,90	3,54c-g
2	7,64a-f	20,0ab	39,9ab	1,98	3,50d-g
3	7,12d-f	19,7a-c	38,5ab	1,95	3,36e-g
4	7,40b-f	19,9a-c	38,8ab	1,94	3,43d-g
5	7,00ef	19,8a-c	41,2a	2,06	3,30e-g
6	6,73f	19,4a-d	34,6ab	1,77	3,26fg
7	6,72f	19,0a-e	36,0ab	1,88	3,19g
8	7,11d-f	19,0a-e	36,6ab	1,90	3,17g
9	7,55a-f	19,9a-c	37,1ab	1,85	3,39d-g
10	7,09d-f	19,1a-e	39,5ab	2,06	3,14g
11	7,30c-f	19,4a-d	39,5ab	2,03	3,18g
12	7,58a-f	20,4a	40,9a	2,00	3,12g
13	8,63a	18,5a-e	32,3ab	1,74	3,86a-g
14	8,66a	18,1b-e	30,3ab	1,66	4,12a-d
15	7,59a-f	17,2de	28,4b	1,65	3,79a-g
16	8,16a-e	18,8a-e	32,6ab	1,73	3,98a-f
17	8,34a-c	17,9b-e	34,8ab	1,95	4,42a
18	8,44a-c	18,7a-e	33,8ab	1,80	4,02a-e
19	8,11a-e	18,3a-e	30,8ab	1,68	4,12a-d
20	8,24a-d	18,7a-e	31,1ab	1,65	4,12a-d
21	8,51ab	17,7c-e	32,9ab	1,87	4,31ab
22	8,31a-c	17,4de	32,0ab	1,83	4,04a-e
23	8,70a	17,3de	32,3ab	1,85	4,25a-c
F (Genótipos)	9,18*	32,69*	2,94*	1,52	9,54*
d.m.s. (Tukey a 5%)	1,17	2,3	12,3	0,60	0,75
C.V.%	4,80	3,85	11,12	10,24	6,42

(¹) Médias seguidas de uma letra em comum não diferem pelo teste de Tukey a 5%. * Significativo ao nível de 5%.

4. CONCLUSÕES

1. Vinte linhagens apresentando, ao mesmo tempo, tolerância à toxicidade de alumínio, ferro e manganês e o 'BH-1146' (tolerante à toxicidade de alumínio e sensível à de ferro e manganês) tiveram um rendimento maior de grãos em relação ao 'Siete Cerros' (sensível à toxicidade de alumínio e tolerante à de ferro e manganês) nos ensaios em solos ácidos, considerados em conjunto, indicando que a toxicidade de alumínio foi um dos principais fatores limitantes à produção.

2. Em solos corrigidos, não se verificaram diferenças significativas entre os genótipos quanto à produção de grãos, mostrando não haver uma associação entre baixa produtividade e tolerância ao Al^{3+} , Fe^{2+} e Mn^{2+} .

3. A linhagem 21 foi moderadamente resistente ao agente causal de oídio em condições naturais de infecção.

4. Todos os genótipos mostraram-se suscetíveis ou altamente suscetíveis aos agentes causais das manchas foliares em, pelo menos, uma das avaliações.

5. O cultivar Siete Cerros e as linhagens 1 a 12 exibiram porte baixo associado à menor porcentagem de acamamento, revelando-se fontes genéticas de valor para tais características.

6. As linhagens 13, 14 e 23 mostraram espigas mais compridas; a 12, maior número de espiguetas e de grãos por espiga, e a 17, grãos mais pesados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIGGS, K.G.; TAYLOR, G.J.; STURGES, I. & HODDINOTT, J. Differential aluminum tolerance of high-yielding, early maturing Canadian wheat cultivars and germoplasm. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, **69**(1):61-69, 1989.
- CAMARGO, C.E. de O. Melhoramento genético do trigo para irrigação de inverno nas condições do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas, 1987. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.134-174.
- CAMARGO, C.E. de O. Trigo. In: FURLANI, A.M.C. & VIÉGAS, G.P., eds. *O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1993. p.433-488.
- CAMARGO, C.E. de O.; FELÍCIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FREITAS, J.G. de; BARROS, B. de C.; CASTRO, J.L. de; SABINO, J.C. & KANTHACK, R.A.D. Melhoramento do trigo: XXIII. Avaliação de linhagens na região do Vale do Paranapanema, em Capão Bonito e em Tietê, em 1984-88. *Bragantia*, Campinas, **49**(1):43-67, 1990.
- CAMARGO, C.E. de O. & OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. *Bragantia*, Campinas, **40**:21-31, 1981.
- CAMARGO, C.E. de O.; ROCHA JUNIOR, L.S. & FERREIRA FILHO, A.W.P. Melhoramento do trigo: XXVI. Avaliação de linhagens com tolerância à toxicidade de alumínio, manganês e ferro em soluções nutritivas. *Bragantia*, Campinas, **50**(2):247-260, 1991.
- CAMARGO, C.E. de O.; SANTOS, R.R. dos & PETTINELLI JUNIOR, A. Trigo duro: tolerância à toxicidade do alumínio em soluções nutritivas e no solo. *Bragantia*, Campinas, **51**(1):69-76, 1992.
- FELÍCIO, J.C.; BARROS, B. de C.; CAMARGO, C.E. de O. & BAR, W.H. Maracá (IAC-17) e Xavantes (IAC-18): cultivares de trigo para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, **42**:15-25, 1983.
- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; BARROS, B. de C. & VITTI, P. Iguçu (IAC-21) e Araguaia (IAC-22): cultivares de trigo de sequeiro para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, **44**(1):115-128, 1985.
- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FREITAS, J.G. de & VITTI, P. Tocantins (IAC 23) e Tucuruí (IAC 24): novos cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, **47**(1):93-107, 1988.
- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; GALLO, P.B.; RAMOS, V.J. & VITTI, P. IAC 60 Centenário e IAC 162 Tuiuiu: cultivares de trigo para sequeiro e irrigado no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, **50**(2):291-309, 1991.
- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; VITTI, P. & GALLO, P.B. IAC-25 (Pedrinhas) e IAC-161 (Taiaimã): novos cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, **49**(1):105-125, 1990.

- KOHLI, M.M.; CAMARGO, C.E. de O. & FRANCO, F.A. An analysis of the progress made in Brazil in breeding wheat for acid soils. In: TANNER, D.G., ed. *Developing sustainable wheat production systems: the eighth regional wheat workshop for Eastern, Central and Southern Africa*. Addis Abeba, CIMMYT, 1994. p.78-98.
- LAGOS, M.B.; FERNANDES, M.I.B. de M.; CAMARGO, C.E. de O.; FEDERIZZI, L.C. & CARVALHO, F.I.F. de. Genetics and monosomic analysis of aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, **14**(4):1011-1020, 1991.
- MEHTA Y.R. *Doenças do trigo e seu controle*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1978. 190p. (Ceres, 20)
- MERCADO DE PRODUTOS. *Informações Econômicas*, São Paulo, **23**(5):41-47, 1993.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11.ed. rev. ampl. Piracicaba, Nobel, 1985. 466p.
- PRIOLI, A.J. Análise genética da tolerância à toxidez do alumínio em milho (*Zea mays* L.). Campinas, 1987. 182p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, UNICAMP, 1987.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. *Relatório do Acordo entre a SAA, através do Instituto Agrônomo e as Cooperativas Rurais do Vale do Paranapanema*. Campinas, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992.
- SCHRAMM, W.; FULCO, W.S.; SOARES, M.H.G. & ALMEIDA, A.M.P. Resistência de cultivares de trigo em experimentação ou cultivo no Rio Grande do Sul, às principais doenças fúngicas. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, **10**(1):31-52, 1974.
- VILLAREAL, R.L. & RAJARAM, S. *Trigos harineros semienanos: nombres, progenitores, genealogia y origen*. Mexico, Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, 1988. 42p.