

II. GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

MELHORAMENTO DO TRIGO: XVII. COMPORTAMENTO DE LINHAGENS DE ORIGEM MEXICANA NO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2,6),
JOÃO CARLOS FELÍCIO (2,6), JOSÉ GUILHERME DE FREITAS (2,6),
ANTONIO WILSON PENTEADO FERREIRA FILHO (2),
BENEDITO DE CAMARGO BARROS (3,6), ARMANDO PETTINELLI JUNIOR (4),
RUI RIBEIRO DOS SANTOS (5), RICARDO AUGUSTO DIAS KANTHACK (2)
e LAÉRCIO SOARES ROCHA JUNIOR (2)

RESUMO

Em ensaios instalados nas Estações Experimentais de Monte Alegre do Sul e Tatuí e no município de Maracaí, de 1984 a 1986, estudaram-se 23 linhagens de trigo introduzidas do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, juntamente com os cultivares IAC-24 e Anahuac. Analisaram-se os seguintes parâmetros: rendimento de grãos, altura de plantas, ciclo em dias da emergência ao florescimento e da emergência à maturação, porcentagem de plantas acamadas, comprimento da espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas e de espiguetas por espiga, resistência às ferrugens do colmo e da folha em condições de campo e de casa de vegetação, tolerância à toxicidade de Al^{3+} , empregando-se soluções nutritivas, em laboratório. As linhas mexicanas, nominadas como IAC-215, IAC-216, IAC-217 e IAC-219, destacaram-se

(1) Com verba suplementar do Acordo do Trigo entre as Cooperativas de Produtores Rurais do Vale do Paranapanema e a Secretaria da Agricultura, através do Instituto Agrônômico. Recebido para publicação em 27 de julho e aceito em 20 de outubro de 1987.

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

(3) Seção de Doenças das Plantas Alimentícias Básicas e Olerícolas, Instituto Biológico (IB), Caixa Postal 070, 13093 Campinas, SP.

(4) Estação Experimental de Tatuí, IAC.

(5) Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, IAC.

(6) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

quanto à produção de grãos, porém não diferiram do cultivar controle IAC-24. As linhagens Festiguay-Tecolote 363.30.6.1 x Ciguena e [4777² x (Frontana/Kenya 58//Newthatch)] Gabo/Pavon-76 mostraram-se resistentes às nove raças do agente causal da ferrugem-do-colmo e às seis raças do agente causal da ferrugem-da-folha. Os resultados evidenciaram que são fontes genéticas de grande valor para o programa de melhoramento do trigo no Instituto Agronômico os genótipos seguintes: IAC-215, IAC-216, Yaco“S”, IAC-218, Dougga-Bluejay (T-4), Buckbuck“S” - Bulbul“S”, com ciclo precoce; IAC-215, Yaco“S” e Jupateco 73-Bluejay, com porte baixo, Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70, com espigas compridas e maior número de espiguetas e de grãos por espiga; Jupateco 73-Bluejay, com grande fertilidade de espigas; [(IAS-58-IAS-55 x Alondra“S”/IAC-5) Alondra“S” – IAS-58 103A x Alondra“S”] e IAC-215, IAC-216, IAC-219 e IAC-24, com tolerância a 10 mg/litro de Al³⁺.

Termos de indexação: trigo, cultivares, linhagens, altura das plantas, ciclo, ferrugem-do-colmo e da-folha; toxicidade de alumínio, tolerância.

1. INTRODUÇÃO

Nos primeiros anos após a Segunda Guerra Mundial, os pesquisadores trataram de elevar os rendimentos do trigo mediante a aplicação de fertilizantes, porém os resultados não foram tão favoráveis como se esperava. Com a aplicação de nitrogênio, as plantas tornavam-se mais altas, produziam mais folhas, aumentavam a tendência ao acamamento e, conseqüentemente, reduzia-se o rendimento. Além disso, da adubação dos cultivares de porte alto resultava maior aparecimento de perfilhos secundários, maior densidade populacional e, assim, condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças, sobretudo as ferrugens (HANSON et al., 1982).

Um dos cultivares de trigo japonês, Daruma, tinha a capacidade de transferir sua baixa estatura à descendência dos híbridos dos quais participava como genitor. Em 1917, o ‘Daruma’ foi cruzado com ‘Fultz’, proveniente do Mediterrâneo. Em 1925, esse híbrido foi cruzado com o ‘Turkey’, russo. Dessa combinação, originou-se, em 1935, uma variedade japonesa, Norin 10, com 52 a 55 cm e rendimento excepcionalmente alto. Posteriormente, do ‘Norin 10’, na Universidade de Washington, conseguiu-se a linhagem Norin 10-Brevor. Em 1961, foi obtido o ‘Gaines’, de hábito de inverno, e que estabeleceu o recorde mundial de produção da cultura de trigo nos Estados Unidos. Nos anos seguintes, uma sucessão de trigos mexicanos semi-anões, portadores de genes de ‘Norin 10’ estendeu-se para todas as áreas produtoras de trigo de primavera do mundo. Atualmente, os trigos semi-anões representam mais de 50% das áreas com trigo de primavera nos países em desenvolvimento (HANSON et al., 1982).

Os genes *Rht 1* e *Rht 2*, responsáveis pelo porte baixo da fonte de nanismo do 'Norin 10', estão localizados nos cromossomos 4A e 4D respectivamente (GALE et al., 1975; GALE & MARSHALL, 1973).

Existem informações conflitantes sobre o efeito do porte semi-anão na produção e nos componentes da produção em trigo. O'BRIEN & PULGSLEY (1981) encontraram dois entre três cruzamentos envolvendo portadores do gene *Rht 1* e três entre quatro cruzamentos envolvendo portadores do gene *Rht 2*, apresentando famílias com produção maior do que as de porte alto. FISHER et al. (1981) também observaram que os cultivares semi-anões tinham maior capacidade de produção, a qual foi atribuída a maior permeabilidade da folha ao CO₂. DECKARD et al. (1977) determinaram que o porte semi-anão não mostrou nenhum efeito aparente sobre a produção. Essa observação foi confirmada por BUSH & CHAMBERLAIN (1981) e PEPE & HEINER (1975).

O uso do gene *Rht 1* contribuiu para aumentar a produção de grãos de trigo, pela ausência de acamamento, porém reduziu os níveis de proteína, sendo, portanto, um problema sério na qualidade dos grãos (McCLUNG et al., 1986).

Com a implantação da cultura do trigo irrigado no Estado de São Paulo, a partir de 1980, a seleção de linhagens adaptadas a essa nova situação passou a representar uma das áreas prioritárias de pesquisa no Instituto Agrônomo. Para essas condições, os cultivares deveriam apresentar maior produtividade, porte semi-anão e palha forte, possibilitando maior resistência ao acamamento, maior fertilidade da espiga, maior perfilhamento, ciclo precoce - 100-120 dias - para favorecer a rotação com outras culturas, resistência à degrana e às doenças, principalmente aos agentes causais da ferrugem-do-colmo e da-folha e da helmintosporiose, tolerância à acidez do solo, eficiência na absorção de fósforo e nitrogênio e melhores qualidades nutritivas e tecnológicas.

O Instituto Agrônomo, bem como outras instituições brasileiras de pesquisa, introduzem, desde 1963, anualmente, grande número de linhagens, através de coleções ("screening nurseries"), provenientes do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, as quais são experimentadas visando selecionar as mais promissoras para cada programa regional. Os cultivares mexicanos Sonora-63, Tobarí-66, Pitic-62, IRN 526-63 e IRN 152-63 foram recomendados para o Estado de São Paulo na década de 70 (FELÍCIO et al., 1976). Atualmente, o cultivar mexicano Anahuac, sensível ao alumínio tóxico, representa a maior área de plantio de sequeiro em São Paulo, em solos sem a presença de Al³⁺. As linhagens mexicanas que apresentam bom comportamento em qualquer região tritícola do mundo e que ainda não foram lançadas como cultivares no México podem ser recomendadas para plantio, recebendo a sigla da instituição lançadora ou nome fantasia por ela dado, desde que seja citada a origem do material lançado e comunicado o fato ao CIMMYT. Desse

modo, foram lançados para plantio no Estado de São Paulo, em 1985, os cultivares IAC-161 (Taiamã) e IAC-162 (Tuiuiu), originários de introduções de linhagens mexicanas (CAMARGO & FELÍCIO, 1986).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar 23 linhagens de trigo introduzidas do México, juntamente com dois cultivares comerciais, em diferentes condições de plantio, quanto à produção de grãos, componentes de produção, resistência às doenças e tolerância à toxicidade de Al^{3+} , visando à escolha das mais promissoras para multiplicação e posterior lançamento aos tricultores, ou para serem utilizadas no programa de melhoramento genético do trigo do Instituto Agrônomo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Ensaios conduzidos em diferentes locais paulistas

As 23 linhagens estudadas, introduzidas no Instituto Agrônomo em 1982, são oriundas de seleções realizadas nos campos de melhoramento de trigo do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México.

A relação e a genealogia dessas linhagens são as seguintes:

1. (IAS-58 - IAS-55 x Alondra“S”/IAC-5) Alondra“S” - IAS-58 103A x Alondra“S”;
2. Buckbuck - Nacozari-76;
3. Dougga - Bluejay;
4. Dougga - Bluejay;
5. Jupateco 73 - Emu“S” x Grajo“S” = IAC-215;
6. Jupateco 73 - Emu“S” x Grajo“S” = IAC-216;
7. Punong“S” = IAC-217;
8. Yaco“S”;
9. H.567.71 - Poara⁽³⁾ = IAC-218;
10. Festiguay - Tecolote 363.30.6.1 x Ciguena;
11. Bonanza - Yecora F-70/Florence 35.70;
12. 4777² x (Frontana/Kenya 58//Newthatch) - Gabo/Pavon 76 (Seleção A);
13. 4777² x (Frontana/Kenya 58//Newthatch) - Gabo/Pavon 76 (Seleção B);
14. Bluelit - Bolillo“S”;
15. Bonanza - Yecora F-70/Florence 35.70 x Kaliansona - Bluebird;
16. Calidad - Mahon x H.567.71;
17. Carthage - Alondra“S”;
18. Moncho“S” = IAC-219;
19. Buckbuck“S” - Bulbul“S”;
20. Poara - H.567.71;
21. Forlani - Acadia x Anahuac;

22. Towee“S”;
23. Jupateco 73 - Bluejay.

Como controles, utilizaram-se os seguintes cultivares: IAC-24 (T-24), de porte semi-anão e ciclo médio, tolerante à toxicidade de Al^{3+} , suscetível aos agentes causais das ferrugens-do-colmo e da-folha, e Anahuac (T-25), de porte semi-anão e ciclo médio, sensível ao alumínio tóxico, resistente à maioria das raças dos agentes causais das ferrugens.

Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com três repetições por local. Cada ensaio foi constituído de 75 parcelas, cada uma formada de cinco linhas de 3m de comprimento, espaçadas de 0,20m. Deixou-se uma separação lateral de 0,60m entre as parcelas. A semeadura foi feita na base de 80 sementes viáveis por metro de sulco, equivalendo a 1.200 por parcela, com área útil de colheita de 3m².

O experimento foi instalado, em 1983, na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul e, em 1984 e 1985, nas Estações Experimentais de Tatuí e Monte Alegre do Sul e no município de Maracaí, na Fazenda Lagoa e na Fazenda Emilândia respectivamente.

Por ocasião da instalação dos ensaios, retiraram-se amostras compostas dos solos das glebas utilizadas, cujos resultados analíticos se acham no quadro 1.

QUADRO 1. Análise das amostras compostas dos solos⁽¹⁾ dos locais dos ensaios de linhagens de origem mexicana e cultivares de trigo nos anos de 1984, 1985 e 1986

Determinações	Monte Alegre do Sul			Tatuí		Maracaí	
	1984	1985	1986	1985	1986	1985	1986
P. resina ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	58	83	49	31	20	61	31
M.O. (%)	1,8	2,5	2,2	3,6	2,8	4,8	3,4
pH (CaCl_2)	4,6	4,6	5,0	5,2	4,9	6,0	5,8
K ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	0,24	0,31	0,17	0,44	0,46	0,31	0,24
Ca ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	2,9	2,8	2,3	3,4	3,8	6,3	5,9
Mg ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	1,3	0,8	0,8	1,2	1,3	1,8	1,7
H + Al ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	4,1	4,5	2,7	4,2	3,5	2,5	2,4
S ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	4,4	3,9	3,3	5,0	5,6	8,4	7,8
T ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	8,5	8,4	6,0	9,2	9,1	10,9	10,2
V%	52	46	55	54	62	77	76

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

Utilizou-se irrigação por aspersão nos ensaios conduzidos em Tatuí e Monte Alegre do Sul, enquanto aqueles instalados em Maracá não foram irrigados.

Para a avaliação das ferrugens-do-colmo e da-folha, de manchas foliares, causadas por *Helminthosporium* sp. e *Septoria* sp., e de oídio, seguiram-se as escalas e critérios citados por CAMARGO et al. (1987), SCHRAM et al. (1974) e MEHTA (1978).

Os dados relativos ao ciclo da emergência ao florescimento e da emergência à maturação, ao acamamento, à altura das plantas, ao comprimento da espiga, ao número de espiguetas por espiga e de grãos por espiga e por espiguetas, e à produção de grãos foram obtidos conforme método descrito por CAMARGO et al. (1987).

2.2 Ensaios em condição de casa de vegetação e laboratório

2.2.1 Resistência a raças dos agentes causais de ferrugem-do-colmo e da-folha

As sementes das linhagens e cultivares estudados foram remetidas ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da EMBRAPA, Passo Fundo (RS), para identificação quanto à resistência em estágio de plântula, em condições de casa de vegetação, a algumas raças de *P. graminis tritici* (G-11, G-15, G-18, G-19, G-20, G-21, G-22, G-23 e G-24) e de *P. recondita* (B-26, B-27, B-29, B-30, B-31 e B-32), de ocorrência comum no Brasil (BARCELLOS, 1986, e COELHO, 1986).

2.2.2 Tolerância à toxicidade de alumínio

Testaram-se as linhagens e cultivares para tolerância a 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg/litro de Al^{3+} em soluções nutritivas, conforme método de CAMARGO & OLIVEIRA (1981), CAMARGO et al. (1980) e MOORE et al. (1976).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções médias de grãos transformadas em quilogramas/hectare das linhagens de origem mexicana e dos cultivares IAC-24 e Anahuac estudados em 1984, 1985 e 1986, em diferentes regiões paulistas, encontram-se no quadro 2. Detectaram-se diferenças significativas entre cultivares e linhagens na análise estatística dos experimentos, considerados separadamente, com exceção daquele conduzido em Monte Alegre do Sul em 1986.

Os ensaios instalados em Monte Alegre do Sul - de 1984, 1985 e 1986 - considerados em conjunto, mostraram, pela análise de variância, efeitos altamente significativos para anos e linhagens, e não-significativos para a interação linhagem x ano.

QUADRO 2. Produção média de grãos das linhagens de origem mexicana e dos cultivares de trigo estudados nos ensaios semeados em 1984, 1985 e 1986 nos municípios de Monte Alegre do Sul, Tatuí e Maracá

Linhagens e/ou Cultivares ⁽¹⁾	Monte Alegre do Sul			Tatuí			Maracá			Média geral	
	1984	1985	1986	Média	1985	1986	Média	1985	1986		Média
	kg/ha										
1	2172	5293	4985	4130abc	3691	3815	3753ab	2241	2083	2162a-d	
2	3013	5037	5148	4440abc	3695	2633	3164ab	2140	1895	2018b-g	
3	2956	4385	4883	4075abc	3056	2242	2649ab	2460	1267	1863c-f	
4	2771	5701	5365	4612abc	3356	2602	2979ab	2404	1901	2152a-d	
5	4669	7141	4840	5550a	3665	2811	3238ab	3064	1957	2511ab	
6	4066	6615	5194	5292ab	3502	3061	3252ab	2786	2438	2612a	
7	4139	6522	5050	5237ab	4786	2538	3662ab	2327	1667	3955ab	
8	3116	3747	4433	3765abc	3054	2831	2943ab	2494	2329	3861abc	
9	2908	5667	4285	4287abc	3473	2518	2936ab	2656	2187	3143b-f	
10	2338	5135	4474	3982abc	3088	2177	2632ab	2363	1538	3385a-e	
11	2440	6100	3834	4124abc	3837	3407	3622ab	1853	2195	3016def	
12	2589	4533	4299	3807abc	2606	2462	2534ab	1815	944	3381a-e	
13	2287	3731	4288	3435 bc	2683	1845	2084 b	1880	1222	2750def	
14	1331	4697	4565	3531 bc	3053	3036	3044ab	1781	1128	2562 ef	
15	2092	4590	3097	3260 c	4084	3362	3723ab	2270	2290	2799def	
16	2885	5250	3983	4038abc	2137	2617	2377 b	1932	688	3112c-f	
17	1038	5516	5015	3856abc	3851	3492	3672ab	2500	975	2784def	
18	2831	5375	4456	4221abc	4688	3316	3992a	2841	1587	3198a-f	
19	2459	5774	4930	4387abc	3792	2644	3187ab	2816	1973	3553a-d	
20	353	4423	4091	2956 c	3058	1669	2363 b	1750	1402	3475a-d	
21	2712	4851	3873	3812abc	3433	1872	2653ab	1912	1620	2392f	
22	1829	5524	5212	4188abc	3810	2747	3278ab	2464	1678	1576a-e	
23	2673	4264	4720	3886abc	3450	3081	3286ab	2483	1852	1766d-i	
24	1738	5408	5197	4114abc	4251	2899	3475ab	2565	1703	2071b-f	
25	3052	6024	4581	4552abc	2695	1798	2246 b	2469	1675	3323a-e	
F (Genótipos)	2,73**	2,14*	1,54	2,64**	6,38**	3,05**	2,89**	6,26**	8,96**	8,17**	
d.m.s.(Tukey a 5%)	3086	3203	2388	1900	1349	1753	1598	784	851	574	
CV%	37,97	19,35	16,51	26,79	12,34	20,66	23,93	10,70	15,98	13,20	

** = Significativo ao nível de 1%. * = Significativo ao nível de 5%.

(1) As linhagens e/ou cultivares estão identificados em Material e Métodos.

As linhagens IAC-215, IAC-216 e IAC-217 apresentaram produções médias superiores a 5.000 kg/ha, nível não obtido anteriormente no Estado de São Paulo. Essas linhagens não diferiram entre si. A linhagem IAC-215, que produziu 5.550 kg/ha na média dos três anos, diferiu estatisticamente apenas dos tratamentos 13, 14, 15 e 20.

A análise da variância dos dois experimentos conduzidos na Estação Experimental de Tatuí, tomados em conjunto, mostrou efeitos altamente significativos para anos e linhagens e não-significativos para a interação linhagem x ano.

Nesses ensaios, destacou-se a linhagem IAC-219 quanto à produção de grãos, diferindo ao nível de 5% dos tratamentos 13, 16 e 20 e do cultivar Anahuac.

A análise da variância dos dois experimentos plantados em Maracáí, tomados em conjunto, apresentou efeitos altamente significativos para linhagens, anos e interação linhagem x ano.

A linhagem IAC-216 foi a mais produtiva em condições de sequeiro, diferindo ao nível de 5% dos tratamentos 2, 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21 e 22.

Analisando em conjunto os sete ensaios, verificaram-se efeitos altamente significativos para genótipos, ensaios e interação genótipo x ensaio. Pelo teste de Tukey, IAC-215, IAC-216, IAC-217 e IAC-219 foram os mais produtivos, não diferindo, porém, dos cultivares controles IAC-24 e Anahuac. A linhagem IAC-215 somente diferiu dos tratamentos 3, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 20 e 21.

Os graus máximos de infecção de ferrugem-do-colmo e da-folha, bem como de helmintosporiose e oídio, nas linhagens e cultivares, nos sete experimentos, encontram-se no quadro 3.

Não houve ocorrência de condições naturais favoráveis de infecção do agente causal da ferrugem-do-colmo.

Em relação à ferrugem-da-folha, destacaram-se, quanto a resistência em planta adulta, as linhagens IAC-216, Yaco“S”, Bluelit-Bolillo“S”, IAC-219 e Anahuac. Os tratamentos 1, 4, 7 e 15 foram suscetíveis à ferrugem-da-folha, exibindo um grau máximo de infecção igual ou superior a 40S. O cultivar IAC-24, largamente cultivado em condições de sequeiro e irrigado, no Estado de São Paulo, mostrou-se suscetível à ferrugem-da-folha (30S), sugerindo a necessidade de um programa de melhoramento visando incorporar-lhe resistência genética ao agente causal dessa moléstia.

Entre os genótipos, destacaram-se quanto à resistência à helmintosporiose os tratamentos 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21 e 22. A linhagem Buckbuck - Nacozari-76 foi a mais suscetível a essa moléstia.

QUADRO 3. Graus máximos de infecção (porcentagem de área infectada e tipo de pústula) de ferrugem-do-colmo e da-folha, helmintosporiose e oídio, em estágio de planta adulta nos ensaios de linhagens mexicanas, e de cultivares de trigo semeados em 1984, 1985 e 1986, nos municípios de Monte Alegre do Sul, Tatuí e Maracá

Linhas e/ou Cultivares ⁽¹⁾	Ferrugem-do-colmo	Ferrugem-da-folha	Helmintosporiose	Oídio
1	0	40S	20	30
2	0	10S	30	30
3	0	30S	5	20
4	0	50S	10	20
5	10S	5S	20	20
6	5S	0	20	10
7	0	40S	5	10
8	0	0	20	20
9	0	5S	20	20
10	0	10S	5	40
11	0	20S	5	t
12	0	10S	5	20
13	0	5S	5	10
14	0	0	5	10
15	0	40S	5	10
16	0	tS	10	5
17	tS	20S	5	40
18	tS	0	5	20
19	0	30S	20	30
20	tS	5S	10	20
21	0	tS	5	10
22	0	10S	5	20
23	0	20S	20	40
24	0	30S	20	20
25	0	0	20	40

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

(¹) As linhagens e/ou cultivares estão identificados em Material e Métodos.

Em relação ao oídio, destacaram-se, quanto à resistência em planta adulta, as linhagens IAC-216, IAC-217 bem como os tratamentos 11, 13, 14, 15, 16 e 21, com graus de infecção máximos iguais ou inferiores a 10. Os cultivares controles IAC-24 e Anahuac exibiram, nas mesmas condições naturais de infecção, 20 e 40 como graus máximos respectivamente.

As reações das linhagens e cultivares de trigo em estágio de plântula a *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* e *P. recondita*, em condições de casa de vegetação, encontram-se no quadro 4. As linhagens representadas pelos tratamentos 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 17, 21, 22 e 23 mostraram-se resistentes às nove raças do agente causal da ferrugem-do-colmo. Os tratamentos 7, 9, 15, 16 e 18 revelaram resistência a oito raças dessa ferrugem. O cultivar IAC-24 mostrou-se suscetível a duas raças e resistente a três raças entre as cinco testadas e o 'Anahuac' apresentou resistência às cinco raças testadas do agente causal da ferrugem-do-colmo. As linhagens Festiguay - Tecolote 363.30.6.1 x Ciguena (T-10), [4777² x (Frontana) Kenya 58//Newthatch] Gabo/Pavon-76 (T-12 e T-13), Bluelit-Bolillo "S" (T-14) e Poara-H.567.71 (T-20) foram resistentes às seis raças do agente causal da ferrugem-da-folha, em casa de vegetação; nos ensaios de campo, atingiram no máximo o grau de infecção 10S. Os cultivares comerciais IAC-24 e Anahuac foram respectivamente suscetíveis a quatro e a uma raça do agente causal dessa doença em estágio de plântula, em casa de vegetação. Apesar da suscetibilidade a várias raças do patógeno, o grau máximo de infecção para o 'IAC-24' em condição de campo foi 30S, provavelmente devido a condições ambientais pouco favoráveis ao desenvolvimento do fungo.

O ciclo, em dias, da emergência ao florescimento e da emergência à maturação, a porcentagem de plantas acamadas, a altura da planta, o comprimento da espiga e o número de espiguetas, de grãos por espiga e por espiguetas das linhagens e cultivares, considerando a média dos sete ensaios, encontram-se no quadro 5.

As linhagens IAC-215, IAC-216, Yaco "S", IAC-218, Dougga-Bluejay (T-4), Buckbuck "S" - Bulbul "S", Anahuac e IAC-24 exibiram ciclo precoce e, as demais, ciclo médio.

A linhagem IAC-215 mostrou as plantas de porte mais baixo, diferindo significativamente dos cultivares semi-anões IAC-24 e Anahuac. As linhagens Yaco "S" e Jupateco 73 - Bluejay também apresentaram porte baixo, não diferindo significativamente, porém, dos cultivares controles. A linhagem Carthage - Alondra "S" exibiu o porte mais alto, diferindo dos dois cultivares controles.

Os dados mostrando que a linhagem IAC-215 apresentou a maior produtividade, menor altura de planta, ciclo precoce e resistência ao acamamento confirmaram os resultados obtidos por O'BRIEN & PUGSLEY (1981) e FISHER et al. (1981). Esses AA. também observaram que os cultivares de porte baixo tinham maior capacidade de produção, não sendo prejudicados pela ocorrência de acamamento.

A linhagem Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70 mostrou as espigas mais compridas, diferindo pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, das linhagens Dougga-Bluejay (T-3), IAC-215, IAC-216, IAC-218, Calidad - Mahon x H.567.71,

Buckbuck“S” - Bulbul“S”, Poara - H.567.71, Jupateco 73 - Bluejay e do cultivar IAC-24, que exibiram as espigas mais curtas. Dentre os genótipos estudados, destacou-se também em relação ao número de espiguetas por espiga a linhagem Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70, que só não diferiu dos tratamentos 15, 21 e 22. Essa linhagem apresentou o maior número de grãos por espiga, diferindo, porém, somente da linhagem Poara - H.567.71.

A linhagem Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70 constitui um germoplasma de inestimável valor ao programa de melhoramento genético do trigo: é portadora de fatores genéticos responsáveis por espigas mais longas, com maior número de espiguetas e de grãos, aliados a boa produtividade, resistência às nove raças do agente causal da ferrugem-do-colmo e às cinco raças do agente causal da ferrugem-da-folha, em estágio de plântula, em casa de vegetação, e a resistência mostrada no campo em condições naturais de infecção aos agentes causais da helmintosporiose e do oídio.

A linhagem Jupateco 73 - Bluejay apresentou o maior número de grãos por espiguetas, isto é, maior fertilidade da espiga, diferindo estatisticamente, porém, somente dos tratamentos 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21 e 22, além do cultivar Anahuac. Por essa característica, constituirá material promissor para aumentar a fertilidade das espigas dos cultivares de trigo atualmente em plantio no Brasil.

Os comprimentos médios das raízes das linhagens e cultivares de trigo, medidos após 72 horas de crescimento nas soluções nutritivas completas, seguido de 48 horas de crescimento nas soluções de tratamento contendo seis diferentes concentrações de alumínio, encontram-se no quadro 6.

Quando se empregaram 2 mg/litro de Al^{3+} nas soluções de tratamento, verificou-se que 14 entre os 25 genótipos estudados apresentaram o sintoma típico de sensibilidade ao alumínio, isto é, houve uma paralisação irreversível do crescimento do meristema das raízes primárias das plântulas (MOORE et al., 1976). Esses resultados eram esperados em virtude de não haver pressão de seleção para tolerância ao Al^{3+} no programa de melhoramento do CIMMYT, México, que é conduzido em solos alcalinos de deserto, com irrigação, onde a ocorrência de alumínio trocável ou solúvel é nula.

Os tratamentos 7, 11 e 15 foram tolerantes a 2mg/litro de Al^{3+} na solução de tratamento, isto é, exibiram pelo menos algum crescimento das raízes, porém apresentaram sensibilidade quando se empregaram soluções com 4 mg/litro de Al^{3+} .

As linhagens Carthage“S”-Alondra“S” e Bluehit - Bolillo“S” mostraram-se sensíveis a 6 e 8 mg/litro de Al^{3+} , respectivamente, e poderiam ser utilizadas como fontes genéticas quando a tolerância a baixos níveis de alumínio fosse desejada.

QUADRO 4. Reações das linhagens mexicanas e dos cultivares de trigo (estádio de plântula) às raças de *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* e *P. recondita* em condições controladas de casa de vegetação

Linhagens e/ou Cultivares ⁽¹⁾	Raças de <i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>										Raças de <i>Puccinia recondita</i>						
	G11	G15	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	B27	B29	B30	B31	B32		
1	1	1	0	1	1	1	0;	1-	2	0;1P2e3	0;	2	0;e1	0;	0;		
2	1	2	2-	2	2+	2+	0	0;e2	2+	3	2	0;	1	2	0;e3		
3	0;	1-	0;	2	2	2	0;	0;	2	3	3-	2	2-	3	3		
4	0;	0;	0;	2	2	1-	0;	0;	2	3	-	-	3-	3	3		
5	4	4	0;	3	0;	0;	0;	0;	0;	3	3	-	3	3	-		
6	4	3	0;e3	4	0;e3	0;e3	0;	0;e2	0;e2	3	3	-	3	3	-		
7	0;	1	0;	2+	2	1	0;	0;	2	3	-	0;e1	3	0;	0;		
8	0;	1-	0;	2	0;	0;	0;	0;	1-	3-	3	0;	3-	0;	0;		
9	0;	1-	0;	3	0;	0;	0;	0;	0;	3-	2	0;	2	1	0;		
10	0;	0;	0;	1	1	0;	0;	0;	0;	2	0;	0;	0;	0;	0;		
11	0;	1	0;	1	1	0;	0	0;	1-	2	0;	1	2-	0	0;		
12	2	2	1-	2	2	1	1	1	2	0	0;e2	0;	0;	0;	c		
13	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0	-	0;	0;	0	0		
14	1	3	0;	3	1	2-	0	0;	0;	0;e2	2	0;	0;	0;e2	0;		
15	0;	1	0;	1	1	0;	0;	0;1P2+	1-	3	0;	2-	1	0	0;		
16	2	2	2	2	2	2	2,3	2	2	3	2	2-	2-	3	2		
17	1	2	0;	2	0;	0;	0;	0;	0;	3	0;	2-	1	0;	0;		
18	0;	1	0;	4	2	0;	0;	0;	2	3	0;e2	-	2	3	-		
19	4	3	2	4	2	2	0;	1	0;	3-	2	0;	1	0;	0;		
20	4	4	2	4	2+	2	3	2++	2+	2	2	2	2	2	2		
21	1-	2	0;	2	2	1-	0;	0;	0;	0;e1	0;	0;	3	0;	0;		
22	0;	2	0;	2	2	0;e2	0;	0;	2	3	-	0;	3-	0;	0;		
23	0;	2	0;	2	2	2	0	0;	2	3	-	0;	4	0;	0;e2		
24	-	1	4	2	4	-	2	-	-	3	3	3-	-	4	4		
25	1	1-	0;	2	0	-	-	-	-	2	1	0;	4	0;	0;		

0 = imune; 0, 1, 1+, 1-, 2, 2-, 2+- = resistente; 2+ e 2++ = moderadamente resistente; 3- e 3-- = moderadamente suscetível; 3 e 4 = suscetível, P = planta; 1P2 e 3 = uma planta com reação 2 e outra com reação 3; 1P2+ = uma planta com reação 2+.

(¹) As linhagens e/ou cultivares estão identificados em Material e Métodos.

QUADRO 5. Dados médios referentes a ciclo da emergência ao florescimento e da emergência à maturação, porcentagem de plantas acamadas, altura da planta, comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga e por espiguetas das linhagens mexicanas e de cultivares de trigo semeados em 1984, 1985 e 1986, nos municípios de Monte Alegre do Sul, Tatuí e Maracá

Linhagens e/ou Cultivares ⁽¹⁾	Ciclo		Plantas acamadas	Altura da planta	Comprimento da espiga	Espiguetas	Grãos/espiga	Grãos/espiguetas
	Emerg. flor.	Emerg. mat.						
1	61	119	20-40	91	9,1	19,0	37,7	1,98
2	61	119	20-40	85	9,2	16,7	36,6	2,21
3	61	119	20-40	82	8,6	15,4	33,0	2,04
4	58	109	0-20	86	8,9	16,1	34,8	2,15
5	53	104	0-20	72	7,9	15,9	33,3	2,08
6	53	104	0-20	80	7,9	15,3	32,9	2,14
7	65	119	0-20	90	8,9	17,1	36,3	2,13
8	56	104	0-20	76	9,1	15,7	37,4	2,38
9	55	104	20-40	83	7,2	13,6	33,6	2,48
10	64	119	20-40	85	9,1	17,4	33,7	1,94
11	70	119	0-20	82	10,6	22,2	41,3	1,88
12	65	119	0-20	82	8,8	17,0	30,7	1,82
13	69	119	20-40	86	9,0	17,2	31,9	1,86
14	73	119	0-20	92	9,9	18,4	32,4	1,77
15	73	119	20-40	84	10,1	21,5	35,0	1,62
16	62	119	0-20	74	7,4	14,7	31,4	1,94
17	68	119	20-40	104	8,7	18,8	36,5	1,95
18	69	119	0-20	91	8,9	17,0	33,0	1,94
19	59	109	20-40	89	8,3	16,1	36,7	2,29
20	62	119	0-20	81	7,0	15,9	29,1	1,83
21	73	119	0-20	85	9,9	19,1	36,0	1,90
22	73	119	0-20	97	10,0	20,0	35,1	1,77
23	56	119	0	76	7,5	14,2	32,4	2,49
24	58	109	20-40	86	8,2	17,3	34,1	1,97
25	62	109	20-40	85	8,7	17,7	31,1	1,76
F (Genótipos)	7,78**	1,00		9,63**	6,52**	11,85**	1,76*	4,45**
d.m.s. (Tukey 5%)	13	35		12	2,0	3,2	11,1	0,59
C.V.%	5,25	7,56		7,07	7,19	5,96	10,24	9,30

** = Significativo ao nível de 1%. * = Significativo ao nível de 5%.
 (1) As linhagens e/ou cultivares estão identificados em Material e Métodos.

Os tratamentos 1, 5 (IAC-215), 6 (IAC-216) e 18 (IAC-219) e o cultivar IAC-24 apresentaram crescimento nas raízes primárias centrais mesmo quando se adicionaram 10 mg/litro de Al³⁺ nas soluções de tratamento, sendo, portanto, considerados como os mais tolerantes entre os estudados, podendo ser utilizados em programas de melhoramento genético, onde a tolerância a altos níveis de Al³⁺ for desejada. Sendo genótipos de porte semi-anão, seria vantajoso o seu uso como fontes de tolerância ao Al³⁺ em vez dos tradicionais cultivares de porte alto, que, além da tolerância ao Al³⁺, seriam portadores de características não desejáveis, como suscetibilidade ao acamamento e às ferrugens, baixo potencial produtivo e baixa fertilidade da espiga.

QUADRO 6. Comprimento médio das raízes das linhagens mexicanas e de cultivares de trigo, medido após 72 horas de crescimento na solução nutritiva completa, seguido de crescimento na solução de tratamento contendo seis concentrações de Al^{3+}

Linhagens e/ou Cultivares ⁽¹⁾	Concentração de alumínio (mg/litro)					
	0	2	4	6	8	10
	mm					
1	60,4	20,7	27,2	19,8	14,9	2,8
2	43,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	55,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	57,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	61,6	15,1	16,4	8,1	4,4	2,8
6	71,2	26,5	19,6	7,0	8,1	1,0
7	55,4	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0
8	59,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	53,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	71,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	52,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
12	85,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	69,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	55,3	13,5	0,5	0,2	0,0	0,0
15	54,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	63,6	8,7	1,8	0,0	0,0	0,0
18	54,4	23,2	26,7	19,7	21,2	7,1
19	62,6	20,4	4,3	2,5	2,8	0,0
20	51,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	60,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	63,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	47,9	30,2	24,3	15,4	9,7	3,4
25	72,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(¹) As linhagens e/ou cultivares estão identificados em Material e Métodos.

4. CONCLUSÕES

1) Destacaram-se quanto à produtividade as linhagens de origem mexicana IAC-215, IAC-216, IAC-217 e IAC-219, as quais não diferiram estatisticamen-

te dos cultivares comerciais Anahuac e IAC-24, com exceção da primeira que diferiu do "Anahuac".

2) As linhagens IAC-217 (Punong"S") e IAC-219 (Mcncho"S") mostraram-se resistentes a oito raças; IAC-215 (Jupateco 73 - EMU"S" x Grajo"S"), a seis raças, e IAC-216 (Jupateco 73 - EMU"S" x Grajo"S") a três raças do agente causal da ferrugem-do-colmo.

3) A IAC-217 foi resistente a três raças e a IAC-219 a cinco raças do agente causal da ferrugem-da-folha.

4) As linhagens IAC-215, IAC-216 e IAC-218 [H.567.71-Poara (3)], foram precoces, e o 'IAC-215' apresentou o porte mais baixo entre os genótipos.

5) As linhagens IAC-215, IAC-216 e IAC-219 foram tolerantes e IAC-217, sensível à toxicidade de Al^{3+} .

6) Os genótipos representados pelos tratamentos 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 17, 21, 22 e 23, resistentes às nove raças testadas de ferrugem-do-colmo e os tratamentos 10, 12, 13, 14 e 20, resistentes às seis raças de ferrugem-da-folha, mostraram ser material genético valioso como fontes de resistência a essas moléstias.

7) As linhagens IAC-215, IAC-216, Yaco"S", IAC-218, Dougga-Bluejay (T-4), Buckbuck"S"-Bulbul"S", Anahuac e IAC-24, com ciclo precoce; IAC-215, Yaco"S" e Jupateco 73 - Bluejay de porte baixo; Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70, com espigas compridas, maior número de espiguetas e de grãos por espiga; e Jupateco 73 - Bluejay com grande fertilidade nas espigas, podem ser fontes genéticas importantes dessas características em um programa de melhoramento.

8) As linhagens representadas pelos tratamentos 2, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 20, 21, 22 e 23, assim como o cultivar Anahuac, foram considerados muito sensíveis por não apresentarem crescimento das raízes em soluções com 2 mg/litro de Al^{3+} ; as linhagens 7, 11, 15 e 17 foram consideradas sensíveis por exibirem crescimento em soluções com 2mg/litro de Al^{3+} , porém não em soluções com 6 mg/litro de Al^{3+} ; a linhagem correspondente ao tratamento 14 foi considerada como de média tolerância por mostrar crescimento em soluções com 6 mg/litro de Al^{3+} , mas ser sensível a 10 mg/litro de Al^{3+} . As linhagens relativas aos tratamentos 1, 5 (IAC-215), 6 (IAC-216), 18 (IAC-219) e o cultivar IAC-24 foram considerados tolerantes ao Al^{3+} por exibirem crescimento das raízes em 10 mg/litro de Al^{3+} .

SUMMARY

WHEAT BREEDING:

XVII. EVALUATION OF MEXICAN INBRED LINES FOR THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

Twenty three Mexican inbred lines and the cultivars IAC-24 and Anahuac were evaluated in field experiments carried out at Monte Alegre do

Sul and Tatuf Experimental Stations and at Maracá during the period of 1984 to 1986. Grain yield, number of days from emergence to flowering and from emergence to maturation, plant height, percentage of layed plants, head length, number of grains per spike and spikelet, number of spikelets per spike, resistance to stem and leaf rust were evaluated under field (adult plants) and greenhouse conditions (seedling stage). Tolerance to Al toxicity was evaluated in laboratory using nutrient solutions. The lines IAC-215, IAC-216, IAC-217, and IAC-219 showed high grain yield but they did not differ from the check cultivars. In relation to stem and leaf rusts the lines Festiguay-Tecolote 363,30.6.1 x Ciguena, and [4777² x (Frontana/Kenya 58//Newthatch)] Gabo/Pavon-76 (T-12 and T-13) showed resistance to nine races of stem rust and to six races of leaf rust. The genotypes IAC-215, IAC-216, Yaco"S", IAC-218, Dougga-Bluejay (T-4), Buckbuck"S"-Bulbul"S" presented early plants; IAC-215, Yaco"S" and Jupateco 73-Bluejay showed short plants; Bonanza-Yecora F-70/Florence 35.70 exhibited long heads, with large number of spikelets and grains per spike; Jupateco 73-Bluejay had high head fertility and [(IAS-58-IAS-55 x Alondra"S"/IAC-5) Alondra"S" - IAS-58 103A x Alondra"S"], IAC-215, IAC-216, IAC-219 and IAC-24 were the most tolerant material to 10 mg/liter of Al³⁺. These genotypes would be of great value as genetic sources of this characters in a breeding program for the State of São Paulo, Brazil.

Index terms: wheat, cultivars, inbred lines, plant height, grain yield, stem and leaf rusts, tolerance to Al toxicity.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (EMBRAPA) a realização dos testes de resistência às ferrugens-do-colmo e da-folha em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELLOS, A.L. Ferrugem da folha do trigo no Brasil em 1984 e 1985. Ocorrência e virulência. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14., Londrina, 1986. Passo Fundo, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1986. p.117-131.
- BUSH, R.H. & CHAMBERLAIN, E.W. Effects of daylength response and semidwarfism on agronomic performance of spring wheat. *Crop Science*, **21**:57-60, 1981.
- CAMARGO, C.E.O.; KRONSTAD, W.E. & METZGER, R.J. Parent - progeny regression estimates and associations of height level, with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Science*, **20**:355-358, 1980.
- & FELÍCIO, J.C. Melhoramento genético do trigo no Instituto Agrônomo. *O Agrônomo*, Campinas, **38**(3):213-228, 1986.

- CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; BARROS, B.C.; FREITAS, J.G.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; CASTRO, J.L. & SABINO, J.C. Melhoramento do trigo. XV. Produtividade e outras características agrônômicas de novas linhagens para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas **46**(1):105-120, 1987.
- & 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.
- COELHO, E.T. Avaliação de resistência à ferrugem-do-colmo dos cultivares dos ensaios regionais de rendimento de variedades de trigo do Cone Sul (ERCOS). In: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14., Londrina, 1986. Passo Fundo, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1986. p.101-110.
- DECKARD, E.L.; LUCKEN, K.A.; JOPPA, L.R. & HAMMOND, J.J. Nitrate reductase activity nitrogen distribution, grain yield and grain protein of tall and semidwarf near-isogenic lines of *Triticum aestivum* and *Triticum turgidum*. *Crop Science*, **17**:293-296, 1977.
- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O. & BARROS, B.C. Estudo comparativo de cultivares de trigo em Latossolo Roxo no Estado de São Paulo em 1974. *Bragantia*, Campinas, **35**:147-154, 1976.
- FISHER, R.A.; BIDERGER, F.; SYME, J.R. & WALL, P.C. Leaf photosynthesis, leaf permeability, crop growth, and yield of short spring wheat genotypes under irrigation. *Crop Science*, **21**:367-373, 1981.
- GALE, M.D.; LAW, C.N. & WORKLAND, A.J. The chromosomal location of a major dwarfing gene from Norin 10 in new British semidwarf wheats. *Heredity*, **35**:417-421, 1975.
- & MARSHALL, D.D. Dwarf wheats and gibberellins. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETIC SYMPOSIUM, 4., Columbia, Mo., 1973. *Proceedings*. p.513-519.
- HANSON, H.; BORLAUG, N.E. & ANDERSON, R.G. Wheat in the third world. Boulder, Colo. Westview Press, 1982. 174p.
- McCLUNG, A.M.; CANTRELL, R.G.; QUICK, J.S. & GREGORY, R.S. Influence of the Rht 1 semidwarf gene on yield, yield components, and grain protein in durum wheat. *Crop Science*, **26**:1095-1099, 1986.
- MEHTA, Y.R. *Doenças do trigo e seu controle*. São Paulo, Ceres, 1978. 190p.
- MOORE, D.P.; KRONSTAD, W.E. & METZGER, R.J. Screening wheat for aluminum tolerance. In: WORKSHOP ON PLANT ADAPTATIONS TO MINERAL STRESS IN PROBLEM SOILS, Beltsville, Maryland, 1976. *Proceedings*. p.287-295.
- O'BRIEN, L. & PUGSLEY, A.T. F₃ yield response to F₂ selection for gibberellic acid insensitivity in eight wheat crosses. *Crop Science*, **21**:217-219, 1981.
- PEPE, J.F. & HEINER, R.E. Plant height, proteins percentage, and yield relationships in springs wheat. *Crop Science*, **15**:793-797, 1975.
- SCHRAM, 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**:31-39, 1974.