



# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 42

Campinas, 1983

Artigo nº 10

## MELHORAMENTO DO TRIGO. IV. NOVAS LINHAGENS DE TRIGO A PARTIR DE CRUZAMENTOS COM O CULTIVAR RECORRENTE IAC-5 PARA O ESTADO DE SÃO PAULO (1)

JOÃO CARLOS FELÍCIO (2), CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2), *Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônomo*, e BENEDITO DE CAMARGO BARROS, *Seção de Doenças das Plantas Alimentícias Básicas, Instituto Biológico*.

### RESUMO

Novas linhagens de trigo, obtidas a partir de cruzamentos e retrocruzamentos entre o cultivar recorrente IAC-5 e outros portadores de qualidades agrônômicas, foram estudadas em ensaios de campo instalados na Fazenda Santa Inês, em Maracá, em 1979 e 1980, na Fazenda Fachinal, em Paranapanema, em 1979, e na Estação Experimental de Capão Bonito em 1980. Foram feitas avaliações do rendimento de grãos, altura das plantas e resistência à ferrugem do colmo, em condições de campo, e estudos da tolerância ao alumínio, em soluções nutritivas, em laboratório. Na média geral dos experimentos, destacaram-se, quanto à produção, as linhagens 4-H-1695-1, 8-H-1695-2, 17-H-1695-3, 7-H-1694, e 2-H-1610, sendo a última mais adaptada a solos de boa fertilidade sem a presença de  $Al^{3+}$ . As linhagens 2-H-1610 e 14-H-1699-3 foram as que revelaram maior resistência às raças de ferrugem do colmo (*Puccinia graminis tritici*), tanto em condições de campo como em casa de vegetação (3). Quatro das linhagens estudadas apresentaram redução no porte quando comparadas com o cultivar IAC-5. As linhagens 7-H-1694, 8-H-1695-2, 17-H-1695-3 e 11-H-1698-2 foram tão tolerantes a 6 ppm de  $Al^{3+}$  em solução nutritiva quanto o cultivar IAC-5, não diferindo estatisticamente entre si.

(1) Recebido para publicação a 9 de julho de 1981.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

(3) Os autores agradecem à Dra. Elisa T. Coelho, do Centro Nacional de Trigo, o teste de resistência à ferrugem do colmo em casa de vegetação.

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de variedades com resistência às enfermidades mais devastadoras figura entre as contribuições mais importantes do melhoramento do trigo, onde cada moléstia deve ser considerada como um problema independente (7).

As condições de clima que favorecem a incidência de doenças e o prejuízo por elas causado constituem fatores limitantes da produção, por provocar rendimentos baixos por área e irregulares de um ano para outro (9).

Entre as principais doenças do trigo, estão incluídas as ferrugens, em especial a do colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Eriks. et Henn.), responsável por grandes prejuízos à triticultura. Embora ocorra constante surgimento de novas raças do patógeno, têm-se evitado severas perdas de rendimento do trigo, mediante a seleção oportuna de cultivares com tipos adequados de resistência aos grupos emergentes (1).

O acamamento e a quebra do colmo antes da maturação são outras ocorrências que podem reduzir sensivelmente o rendimento final, de 20 a 30%, diminuindo também o peso hectolítrico (P.H.) e o conteúdo de proteína dos grãos (7). A introdução dos genes Norin 10 no programa mexicano de melhoramento resultou em variedades anãs, que romperam a barreira de 4,5 toneladas de grãos por hectare, onde os rendimentos haviam estacionado devido ao acamamento (1).

Estudos realizados no Estado de São Paulo (2), com o cultivar IAC-5, mostraram que ele apresenta um porte relativamente alto, sujeito ao acamamento, boa resistência de campo às ferrugens do colmo e da folha, adaptação às condições de baixa fertilidade do solo, com precocidade e bom rendimento de grão.

A obtenção de quinze novas linhagens, bastante superiores à média de outras linhagens do programa, provenientes de diferentes fontes de resistência às raças de *Puccinia graminis tritici* e com boas características agronômicas, levou à realização de experimentos nas regiões tritícolas paulistas, com a finalidade de escolher as mais promissoras para multiplicação e posterior lançamento comercial ou utilizá-las no programa de melhoramento pelo fator resistência ou porte baixo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A origem dos cultivares de trigo utilizados no presente estudo é a seguinte:

**IAC-5 (Maringá):** proveniente da progênie 16494, que se originou da seleção do híbrido entre a progênie 7124 e o cultivar Polissu (PG. 1), em 1956, na Estação Experimental do Instituto Agronômico, em Capão Bonito. A progênie 7124 resultou de seleção do híbrido entre os cultivares Frontana e Kenya 58 em 1951.

**LA-1434 (IRN-216-63), IRN-671-72, IRN-330-73 e IRN-331-73:** oriundos dos Ensaio Internacionais de Ferrugens de Trigo de

Primavera, respectivamente de 1963, 1972 e 1973, introduzidos pelo Instituto Biológico do Estado de São Paulo.

**Super-x e Azteca-67:** introduzidos pelo Instituto Agrônomico do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) em 1970.

**Pel-4178-67:** introduzido do antigo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul, Pelotas (RS), em 1971.

Em 1973 foram feitas hibridações entre o 'IAC-5' e os cultivares: LA-1434, Super-x, Azteca-67, IRN-671-72, IRN-330-73 e IRN-331-73, que apresentavam porte baixo, e o 'Pel-4178-67', que mostrava resistência à ferrugem do colmo e à degrana em condições de campo. Nos anos seguintes, foi desenvolvido um programa de retrocruzamentos utilizando o 'IAC-5' como pai recorrente.

Foram efetuados seis ciclos de seleções nas populações híbridas segregantes, obtendo-se quinze linhagens, que, juntamente com os cultivares IAC-5, LA-1434 e Super-x, recomendados para plantio no Estado de São Paulo, foram estudadas em experimentos instalados nas regiões produtoras paulistas, em 1979 e 1980. Foram também incluídas duas linhagens provenientes de seleção massal dentro do 'IAC-5', apresentando, uma, panícula de cor clara e outra, escura.

As características agronômicas e as reações dos cultivares, bem como das linhagens estudadas nos experimentos, às raças

prevalentes de **Puccinia graminis tritici**, em casa de vegetação, encontram-se no quadro 1.

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições por local de semeadura: em 1979, na Fazenda Santa Inês, no município de Maracá, e na Fazenda Fachinal, município de Paranapanema; em 1980, na Fazenda Santa Inês, e na Estação Experimental de Capão Bonito.

Os ensaios foram constituídos de cinco linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,20m, com separação lateral de 0,60m entre as parcelas. A semeadura foi na base de 80 sementes viáveis por metro de sulco, equivalendo a 2.000 por parcela, com uma área útil de colheita de 5,00m<sup>2</sup>.

Por ocasião da instalação dos ensaios, retiraram-se amostras compostas dos solos dos locais estudados, tendo sido os resultados analíticos obtidos pela Seção de Fertilidade do Solo, do Instituto Agrônomico (Quadro 2).

Na adubação, foram empregados 30kg de N, 90kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20kg de K<sub>2</sub>O, por hectare, respectivamente de sulfato de amônio, com 20% de N, superfosfato simples, com 20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e cloreto de potássio, com 60% de K<sub>2</sub>O, aplicado a lanço.

Para avaliar o comportamento dos cultivares com relação às ferrugens do colmo e da folha, em condições naturais de infecção, foram feitas avaliações em planta adulta, usando-se a escala modificada de Cobb empregada para

QUADRO 1. Características agronômicas e reações à ferrugem do colmo, em casa de vegetação, às raças predominantes nas populações híbridas e nos cultivares, em ensaios de melhoramento genético do cultivar recorrente IAC-5

Linhagens e/ou cultivares	Cruzamento	Reação às raças prevalentes de <i>Puccinia graminis</i> tritici			Altura cm	Ciclo	Cor das panículas
		11/64	15/65	17/61			
1 IAC-5 N	Frontana x Kenya 58/PGI	4	0 e 2	4	113	Médio	Segregante
9 IAC-5 C	"	4	1	4	109	Médio	Clara
20 IAC-5 E	"	4	2	4	110	Médio	Escura
16 LA-1434	Yt - Gul (ME - k x Y)	4	2	4	78	Tardio	Escura
18 Super-x		0	3	0	69	Precoce	Escura
2 H-1610	IRN-331-73 x IAC-5	1	2	1	79	Precoce	Clara
3 H-1611	IRN-330-73 x IAC-5	0 e 4	1	0 e 4	97	Precoce	Clara
4 H-1695-1	IAC-5 <sup>3</sup> x Super-x	4	2	4	85	Precoce	Clara
8 H-1695-2		4	2	1 e 4	106	Médio	Segregante
17 H-1695-3		4	1	4	106	Precoce	
5 H-1698-1	LA-1434 x IAC-5 <sup>3</sup>	4	1	4	104	Médio	Clara
11 H-1698-2		4	1	4	108	Médio	Clara
13 H-1698-3		4	2	4	102	Médio	Segregante
19 H-1698-4		4	0	1 e 4	104	Médio	Clara
6 H-1699-1	IAC-5 <sup>3</sup> x Super-x	4	1	2 e 3	107	Precoce	Clara
12 H-1699-2		4	2	4	85	Precoce	Segregante
14 H-1699-3		1	1	1	104	Precoce	Segregante
7 H-1694	Azteca 67 x IAC-5 <sup>3</sup>	4	2	0 e 4	110	Precoce	Clara
10 H-1696	Pel 4178-67 x IAC-5 <sup>3</sup>	4	1	4	106	Médio	Clara
15 H-1692	IAC-5 <sup>3</sup> x IRN-671-72	4	0	4	96	Precoce	Segregante

avaliação da resistência no Ensaio Internacional de Ferrugem do Trigo (International Spring Wheat Rust Nursery), que vai de zero a cem por cento, complementada pelo tipo de reação, empregada por SCHRAM et alii (8).

A altura das plantas, tomada em cada parcela, foi medida no campo por ocasião da maturação, levando em consideração a distância do nível do solo ao ápice da espiga, mantendo-se as plantas esticadas.

Na determinação do ciclo dos cultivares estudados, foi considerado o número de dias da emergência até a sua maturação completa, adotando-se como ciclo precoce, até 120 dias, ciclo médio, de 121 a 135 dias, e tardio, acima de 136 dias.

As sementes das linhagens e dos cultivares estudados nos ensaios de campo mais os cultivares

Pel-4178-67, Azteca-67, IRN-330-73, IRN-331-73 e IRN-671-72, utilizados como progenitores nos cruzamentos que originaram as linhagens em estudo, foram cuidadosamente lavadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 10% e colocadas para germinar em caixas de Petri por 24 horas em temperatura ambiente. Decorrido esse tempo, as radículas estavam iniciando a emergência.

Escolheram-se dez sementes uniformes de cada linhagem ou cultivar, colocando-as sobre o topo de três telas de náilon que foram postas em contato com a solução nutritiva existente em três vasilhas plásticas de 8,30 litros de capacidade.

A concentração final da solução, que será referida como solução base, foi a seguinte:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  4mM;  $\text{MgSO}_4$  2mM;  $\text{KNO}_3$  4mM;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,435mM;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,5

QUADRO 2. Determinações analíticas de amostras de solo coletadas nas diversas localidades

Determinações	Maracáí	Paranapanema	Maracáí	Capão Bonito
	1979	1979	1980	1980
pH	5,7	5,0	5,5	5,6
M.O. %	3,4	2,9	2,9	2,8
K <sup>+</sup> (1)	268	80	232	80
Ca <sup>2+</sup> (2)	6,4	2,8	3,0	3,2
Mg <sup>2+</sup> (2)	1,7	1,7	1,2	1,0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (1)	16	3	8	32,8
Al <sup>3+</sup> (2)	0,0	1,8	0,0	0,1

(1)  $\mu\text{g}/\text{ml}$  de T.F.S.A.

(2) e.mg/100ml de T.F.S.A. Teores trocáveis.

mM;  $\text{MnSO}_4$   $2\mu\text{M}$ ;  $\text{CuSO}_4$   $0,3\mu\text{M}$ ;  $\text{ZnSO}_4$   $0,8\mu\text{M}$ ;  $\text{NaCl}$   $30\mu\text{M}$ ;  $\text{Fe-CYDTA}$   $10\mu\text{M}$ ;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$   $0,10\mu\text{M}$  e  $\text{H}_3\text{BO}_3$   $10\mu\text{M}$ . O nível da solução no vasilhame plástico foi tal de modo a tocar a parte de baixo da tela de náilon de maneira que as sementes foram mantidas úmidas, tendo as radículas emergentes um pronto suprimento de nutrientes. O pH da solução foi previamente ajustado para 4,0 com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N. A solução foi continuamente arejada e as vasilhas plásticas contendo as soluções colocadas em banho-maria com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  dentro do laboratório. O experimento foi mantido com luz artificial em sua totalidade.

As plantas desenvolveram-se nessas condições por 48 horas. Após esse período, cada plântula tinha três raízes primárias, uma mais longa, medindo cerca de 4,5cm, e duas mais curtas, localizadas lateralmente à primeira.

Cada uma das três telas de náilon contendo dez plântulas de cada uma das 25 linhagens ou cultivares foi transferida para solução tratamento contendo respectivamente 0, 3 e 6ppm de alumínio, na forma de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ .

A composição da solução tratamento foi basicamente um décimo da solução base, exceto para o fósforo, que foi omitido, e o ferro, adicionado em quantidade equivalente como  $\text{FeCl}_3$  no lugar de  $\text{Fe-CYDTA}$ , como foi descrito por MOORE et alii (6) e CAMARGO & OLIVEIRA (4). O fósforo foi omitido para evitar a possível precipitação do alumínio. Por cau-

sa da possibilidade da precipitação do alumínio como  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , especial atenção foi dada a esse ponto. Antes de transferir as telas para a solução tratamento, suficiente  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foi adicionado para trazer o pH para cerca de 4,2 e então a necessária quantidade de Al como  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  foi colocada. O pH final foi ajustado para 4,0 com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , evitando-se adicionar KOH, que poderia causar a precipitação do alumínio pelo menos no local da queda da gota. As plântulas ficaram crescendo por 48 horas na solução tratamento. No final das 48 horas, a raiz primária de cada plântula foi medida e então transferida de volta para as vasilhas contendo solução base, onde as plântulas cresceram nas primeiras 48 horas.

O crescimento da raiz, após 72 horas na solução base, depende da severidade da prévia solução tratamento. Com uma quantidade tóxica de alumínio, as raízes primárias não crescem mais e permanecem grossas, mostrando no ápice uma injúria típica com descoloramento.

A quantidade de crescimento da raiz foi determinada medindo novamente em cada plântula no final das 72 horas na solução base e subtraindo o comprimento da raiz medida no final de crescimento na solução tratamento.

Durante todo o experimento, o pH das soluções foi mantido o mais próximo possível de 4,0 com ajustamentos diários.

Foram feitas duas repetições para cada uma das soluções tratamentos.

O delineamento estatístico empregado foi parcelas subdivididas, compostas por três concentrações diferentes de alumínio, sendo as subparcelas formadas pelas 25 linhagens ou cultivares de trigo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 3 encontram-se os rendimentos médios das linhagens e cultivares obtidos nos ensaios do programa de melhoramento do cultivar de trigo IAC-5, nos municípios de Maracá, Paranapanema e Capão Bonito.

A análise estatística para rendimento médio de grãos mostrou diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F a 1% e a 5%. O valor da diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey a 5%, foi 720kg/hectare e, a 1%, 827kg/hectare.

Das quinze linhagens estudadas e comparadas com a média de rendimento de grãos dos seus progenitores nos ensaios, destacam-se as linhagens dos híbridos 1698-1 e 1698-4, cruzamentos dos IAC-5<sup>3</sup> × LA-1434, com 1.898 e 1.832kg/hectare, respectivamente

QUADRO 3. Rendimento médio de grãos das linhagens e/ou cultivares estudados nos ensaios de melhoramento do cultivar de trigo IAC-5, semeados nos anos de 1979 e 1980, nos municípios de Maracá, Paranapanema e Capão Bonito

Linhagens e/ou cultivares	Maracá		Paranapanema 1979	Capão Bonito 1980	Média
	1979	1980			
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
1 IAC-5 N	2.895	2.338	1.555	1.520	2.077
9 IAC-5 claro	2.305	2.233	2.000	1.425	1.991
20 IAC-5 escuro	2.585	2.275	1.880	1.520	2.065
16 LA-1434	1.475	2.020	1.180	1.010	1.421
18 Super-x	2.195	2.283	1.270	1.410	1.790
2 H-1.610	3.100	2.565	1.920	635	2.055
3 H-1611	2.630	2.303	2.170	765	1.967
4 H-1695-1	3.175	2.460	2.195	1.380	2.303
8 H-1695-2	2.935	2.445	1.860	1.330	2.143
17 H-1695-3	2.990	2.243	2.020	1.275	2.132
5 H-1698-1	2.530	2.065	1.680	1.315	1.898
11 H-1698-2	2.140	2.130	1.600	975	1.711
13 H-1698-3	2.315	1.515	1.510	1.285	1.656
19 H-1698-4	2.260	1.693	1.705	1.670	1.832
6 H-1699-1	2.730	2.110	1.685	1.125	1.913
12 H-1699-2	2.345	2.373	1.720	890	1.832
14 H-1699-3	2.625	1.925	1.510	1.430	1.873
7 H-1694	3.105	2.270	2.055	1.530	2.240
10 H-1696	2.670	2.065	2.140	1.420	2.074
15 H-1692	2.730	2.135	1.335	1.355	1.889
F	2,95**	4,76**	3,33**	6,92**	2,31**
d.m.s. (Tukey 5%)	1.373	606	1.249	556	720
C.V. %	13,11	10,65	13,35	23,03	

\*\* = significativo ao nível de 1%.

superiores, em 9 e 5%, aos 1.733kg/hectare, correspondentes à média de produção dos pais. As linhagens 1695-1, 2 e 3, resultantes do cruzamento IAC-5<sup>3</sup> × Super-x, apresentaram rendimentos de 2.303, 2.143 e 2.132kg/hectare, representando superioridade de 20, 11 e 11% em relação à média dos pais, 1.917kg/hectare.

Destacaram-se ainda, quanto ao rendimento, os híbridos 1.610 (IRN-331-73 × IAC-5) com média de 2.055kg/hectare e 1.694 (IAC-5<sup>3</sup> × Azteca-67) com rendimento de 2.240kg/hectare, comparados com a média de 2.077kg/hectare do IAC-5 N.

Várias linhagens apresentaram altura inferior à do cultivar IAC-5, que mostrou um porte de 110cm aproximadamente (Quadro 1). Destacaram-se as linhagens H-1610, com porte de 79cm, e a H-1699-2, com 85cm, altura próxima ao do cultivar Super-x, que apresentou cerca de 69cm.

Não houve diferença estatística significativa, para rendimento de grão, entre o 'IAC-5' e as seleções de panículas claras e escuras oriundas de seleção massal dentro desse cultivar.

No que concerne ao comportamento dos cultivares e linhagens estudadas para a resistência à ferrugem do colmo e da folha, em condição de campo, os dados se encontram no quadro 4.

Examinando-o, observa-se uma diferenciação, a campo, entre algumas linhagens, provenientes de mesmos pais, como é o caso dos híbridos H-1610 e H-

1699-3, que se comportam como resistentes a *Puccinia graminis tritici* nas três localidades durante os dois anos de estudo, enquanto o pai, IAC-5, apresentou suscetibilidade, principalmente em 1979 em Maracá. Esses híbridos, portanto, apresentaram também, em condições de campo, reações de resistência, transferidas do IRN-331-73 e Super-x, às raças 11/74, 15/65, 17/61 e 15/78, que foram as prevalentes em 1978 e 1979 na região Norte-Brasileira de trigo (5). Já as demais linhagens desse híbrido, como H-1695-1, H-1699-2, H-1695-1, H-1695-2, H-1695-3, não apresentaram essa resistência, verificando-se, inclusive, grandes intensidades de ferrugem do colmo, principalmente no H-1699-2.

Nos testes em casa de vegetação, comprovou-se a resistência esperada de todas as linhagens estudadas à raça 15/65, em virtude da resistência de ambos os pais a essa raça. Com relação à ferrugem da folha, não foi possível fazer diferenciação a campo entre as linhagens, tendo em vista a pequena variação de intensidade de ataque entre elas, porém os menores índices médios de ataque foram obtidos pelas linhagens H-1698-1 e H-1699-3.

Nos testes de resistência para a raça de ferrugem do colmo 15/65, realizados em casa de vegetação, verificou-se que a seleção de panícula clara do cultivar IAC-5 foi mais resistente (leitura 1) do que a seleção de panícula escura (leitura 2). Esses mesmos resultados foram confirmados em condição de campo, onde a sele-



QUADRO 4. Dados médios de peso hectolítrico (P.H.) e reações às ferrugens do colmo e da folha obtidos pelas linhagens nas localidades de Maracá (1979 e 1980), Paranapanema e Capão Bonito

Linhagens e/ou cultivares	P.H. médio	Ferrugem do colmo				Ferrugem da folha		
		Maracá	Paranapanema	Capão Bonito	Maracá	Paranapanema e Capão Bonito	1979/1980	
		1979	1980	1979	1980	1979/1980		
1 IAC-5 N	75,65	30S	5S	5S	tS	30S	20S	
9 IAC-5 C	75,44	20S	5S	5S	5S	30S	20S	
20 IAC-5 E	76,20	35S	10S	10S	10S	30S	20S	
16 LA-1434	71,94	80S	10S	20S	5S	45S	30S	
18 Super-x	74,64	20S	5S	0	tS	20S	25S	
2 H-1610	75,88	tR	tR	tR	tR	25S	25S	
3 H-1611	74,14	20S	10S	tS	5S	25S	20S	
4 H-1695-1	76,51	30S	20S	10S	15S	20S	15S	
8 H-1695-2	76,16	40S	5S	10S	0	30S	10S	
17 H-1695-3	76,45	20S	15S	10S	5S	25S	15S	
5 H-1698-1	75,96	10S	5S	5S	5S	20S	15S	
11 H-1698-2	74,35	30S	10S	5S	tS	25S	15S	
13 H-1698-3	75,17	40S	10S	5S	0	30S	20S	
19 H-1698-4	74,12	20S	10S	5S	0	30S	15S	
6 H-1699-1	73,69	10S	tS	5S	tS	25S	20S	
12 H-1699-2	74,34	60S	10S	20S	25S	25S	20S	
14 H-1699-3	77,68	tR	tR	tR	0	20S	15S	
7 H-1694	76,45	40S	10S	10S	5S	30S	20S	
10 H-1696	76,21	30S	5S	tS	tS	25S	20S	
15 H-1692	76,43	30S	5S	10S	tS	35S	20S	

S = suscetível; tR = traços de resistência; tS = traços de suscetibilidade.

ção panícula clara em todos os experimentos mostrou-se mais resistente à ferrugem do colmo ocorrente do que a seleção de panícula escura. Por outro lado, em testes de casa de vegetação, verificou-se que o cultivar IAC-5 normal apresentava, para a mesma raça 15/65 de ferrugem do colmo, plantas praticamente resistentes (leitura 0) e plantas atacadas (leitura 2), mostrando, portanto, haver uma variação dentro do cultivar IAC-5. Os resultados sugerem, pois, que a seleção do cultivar IAC-5 com panícula clara apresentou superioridade em relação à outra linhagem e ao cultivar IAC-5 comercial relativamente à raça 15/65 de ferrugem do colmo.

Em 1980, o 'IAC-5' foi mais resistente do que as duas outras seleções em condições de campo, talvez devido à ocorrência predominante de outra raça que não a 15/65.

O comprimento médio das raízes das 25 linhagens ou cultivares de trigo medido após 72 horas de crescimento na solução base, seguido de 48 horas de crescimento na solução tratamento contendo três diferentes concentrações de alumínio, encontra-se no quadro 5.

O resultado da análise estatística desse experimento mostrou, pelo teste F, diferenças altamente significativas para concentrações de alumínio, linhagens e interações linhagens  $\times$  concentrações de alumínio.

Aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a com-

paração dos diferentes cultivares dentro de uma mesma concentração de alumínio, verificou-se que a diferença mínima significativa foi 23,6mm.

Considerando-se 3ppm de alumínio, pode-se verificar que os cultivares Super-x, IRN-330-73 e IRN-331-73 e a linhagem do híbrido 1692 (IAC-5<sup>3</sup>  $\times$  IRN-671-72) foram totalmente sensíveis a essa concentração, sendo que as demais foram tolerantes.

Os cultivares IAC-5 normal, seleção de panículas claras e escuras, LA-1434, bem como as linhagens do híbrido 1694 (Azteca  $\times$  IAC-5<sup>3</sup>), H-1695-2 e H-1695-3 (IAC-5<sup>3</sup>  $\times$  Super-x) e H-1698-2 (LA-1434  $\times$  IAC-5<sup>3</sup>) foram as mais tolerantes a 6ppm de Al, não diferindo estatisticamente entre si.

Aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a comparação de cada linhagem ou cultivar nas diferentes concentrações de alumínio, foi calculada a diferença mínima significativa de 27,8mm. Para todos os cultivares estudados, à medida que se aumentou a concentração de Al nas soluções, houve uma diminuição no crescimento das raízes.

Entre as linhagens estudadas, verificou-se que o H-1610 (IRN-331-73  $\times$  IAC-5) e o H-1699-2 (IAC-5<sup>3</sup>  $\times$  Super-x) apresentaram-se de porte médio, porém menos tolerantes ao Al que o cultivar IAC-5, comprovando os resultados obtidos por CAMARGO et alii (3), que mostraram haver, em trigo, uma correlação alta e posi-

QUADRO 5. Comprimento médio das raízes de 25 linhagens e cultivares de trigo, medidos após 72 horas de crescimento na solução base, seguido de crescimento na solução tratamento contendo três diferentes concentrações de alumínio

Linhagens e/ou cultivares	Genealogia	Concentração de alumínio		
		0 ppm	3 ppm	6 ppm
		mm	mm	mm
1 IAC-5 N		81,4	39,2	29,9
2 H-1610	(IRN-331/73 x IAC-5)	83,3	15,9	11,7
3 H-1611	(IRN-330/73 x IAC-5)	82,0	26,2	2,9
4 H-1695-1	(IAC-5 <sup>3</sup> x Super-x)	76,5	39,9	12,7
5 H-1698-1	(LA-1434 x IAC-5 <sup>3</sup> )	70,7	32,3	14,9
6 H-1699-1	(IAC-5 <sup>3</sup> x Super-x)	73,8	38,8	15,5
7 H-1694	(Azteca x IAC-5 <sup>3</sup> )	82,8	47,1	24,6
8 H-1695-2		66,6	36,7	33,0
9 IAC-5 claro		69,5	42,0	29,1
10 H-1696	(Pel 4178/67 x IAC-5 <sup>3</sup> )	66,4	46,4	13,2
11 H-1698-2		71,8	43,1	21,6
12 H-1699-2		59,6	24,2	4,3
13 H-1698-3		82,5	33,0	10,2
14 H-1699-3		75,2	24,7	10,7
15 H-1692	(IAC-5 <sup>3</sup> x IRN-671/72)	76,2	0,1	0,0
16 LA-1434		73,0	38,7	24,3
17 H-1695-3		78,2	34,4	25,3
18 Super-x		72,3	0,0	0,0
19 H-1698-4		65,6	44,1	27,4
20 IAC-5 escuro		80,5	43,8	32,4
21 Pel 4178-67		61,9	37,0	2,5
22 Azteca-67		36,3	16,8	0,0
23 IRN-330/73		50,0	0,0	0,0
24 IRN-331/73		57,4	1,0	0,0
25 IRN-671/72		55,5	16,5	5,1
d.m.s. (1)		23,6		
d.m.s. (2)		27,8		

(1) Diferença mínima significativa ao nível de 5% para a comparação das médias dos cultivares ou linhagens de trigo dentro de uma mesma concentração de alumínio em solução.

(2) Diferença mínima significativa ao nível de 5% para a comparação de cada cultivar de trigo nas diferentes concentrações de alumínio.

tiva entre altura e tolerância ao alumínio. As linhagens tolerantes ao Al, H-1694, H-1695-2, H-1698-2 e H-1695-3 foram de porte alto, semelhante ao do IAC-5, confirmando novamente os resultados anteriormente discutidos.

#### 4. CONCLUSÕES

a) As linhagens do híbrido 1695 (IAC-5<sup>3</sup> × Super-x), H-1610 (IRN-331-73 × IAC-5) e H-1694 (IAC-5<sup>3</sup> × Azteca-67) apresentaram bons rendimentos na produção de grãos, superiores, em média, aos cultivares testemunhas.

b) Em relação à altura de plantas destacaram-se as linhagens H-1610, com porte de 79cm, e H-1699-2 com 85cm, próximas à altura do cultivar semi-anão Super-x.

c) Com relação à ferrugem do colmo, destacaram-se as linhagens H-1610 (IAC-25) e H-1699-3 (IAC-26), com boa resistência às raças atualmente ocorrentes de *Puccinia graminis tritici*.

d) Os cultivares Super-x, IRN-330/73, IRN-331/73 e a linhagem nº 15, provenientes do híbrido 1692 (IAC-5<sup>3</sup> × IRN-671/72) foram altamente sensíveis à concentração de 3ppm de Al na solução.

e) O cultivar IAC-5 e LA-1434 e as linhagens H-1694 (Azteca × IAC-5<sup>3</sup>), H-1695 e H-1695-3 (IAC-5<sup>3</sup> × Super-x) e H-1698-2 (LA-1434 × IAC-5<sup>3</sup>) foram os mais tolerantes a 6ppm de Al, não diferindo estatisticamente entre si.

#### SUMMARY

##### WHEAT BREEDING.

#### IV. EVALUATION OF HYBRID LINES OBTAINED BY USING CULTIVAR IAC-5 AS THE RECURRENT PARENT

Wheat lines were obtained by crossing and backcrossing the recurrent cultivar IAC-5 with others showing good agronomic characteristics. They were studied in field experiments carried out at Santa Inês Farm, Maracá, during the years of 1979 and 1980, in Fachinal Farm, Paranapanema, in 1979 and Capão Bonito Experimental Station, in 1980. Grain yield, plant height and resistance to stem rust were evaluated under field conditions, and tests of tolerance to rust and to aluminum were made in greenhouse and in laboratory, respectively.

Considering the mean of all experiments in relation to grain yield the best lines were: 4-H-1695-1, 8-H-1695-2, 17-H-1695-3, 7-H-1694 and 2-H-1610. The last one behaved as the most adapted to high soil fertility without Al<sup>3+</sup> toxicity.

The lines 2-H-1610 and 14-H-1699-3 showed very good resistance to the stem rust races under field and greenhouse conditions.

Four lines out of the fifteen studied were shorter than the cultivar IAC-5.

The lines 7-H-1694, 8-H-1695-2, 17-H-1695-3 and 11-H-1698-2 were as tolerant to 6 ppm of aluminum in the nutrient solution as the cultivar IAC-5.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BORLAUG, N. E. Mejoramiento del trigo: su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos. México, CIMMYT, 1969. 40p.
2. CAMARGO, C. E. O. Estudos de variedades de trigo para o Estado de São Paulo. Piracicaba, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 1972. 102p. (Tese de Doutorado)
3. ———; 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.
4. ——— & 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.
5. COELHO, E. T. Ferrugem do colmo do trigo no Brasil: levantamento de raças em 1978 e 1979 (parcial) e teste de resistência dos cultivares no ensaio norte brasileiro. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. 6., Curitiba, PR, 1980. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa do Trigo, 1980. p. 13-19.
6. MOORE, D. P.; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. J. Screening wheat for aluminum tolerance. In: PROCEEDINGS OF WORKSHOP ON PLANT ADAPTATIONS TO MINERAL STRESS IN PROBLEM SOILS. Beltsville, Maryland, 1976. p. 287-295.
7. POEHLMAN, J. M. Mejoramiento genético de las cosechas. México, E. Limusa, 1974. Cap. 6, p. 123-150.
8. 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.
9. SILVA, A. R. Melhoramento de variedades de trigo destinadas às diferentes regiões do Brasil. Rio de Janeiro. Serviço de Informações Agrícolas, 1966. 82p. (Estudos Técnicos, 33)