



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agronômico, Campinas

Vol. 40

Campinas, fevereiro de 1981

Art. n.º 3

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO A DIFERENTES NÍVEIS DE ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA E NO SOLO ⁽¹⁾

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ⁽²⁾ e OTÁVIO FRANCO DE OLIVEIRA, *Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agronômico*

RESUMO

Foram estudados dez cultivares de trigo em soluções nutritivas contendo cinco diferentes níveis de alumínio tóxico. A tolerância foi medida pela capacidade de as raízes primárias continuarem a crescer em solução sem alumínio, após um período prévio de 48 horas em solução contendo uma concentração conhecida de alumínio. Os cultivares Siete Cerros e Tobarí-66 foram sensíveis, respectivamente, a 1 e 3 ppm de alumínio. 'Alondra-S-46', 'Alondra-S-45' e 'IAC-17' foram sensíveis a 6 ppm; 'BH-1146', 'IAC-5', 'IAC-18', 'IAC-13' e 'Londrina' foram tolerantes a 10 ppm, porém 'BH-1146', 'IAC-18' e 'IAC-13' foram mais tolerantes que 'IAC-5' e 'Londrina'. Os cultivares BH-1146, IAC-17, Alondra-S-46, Tobarí-66 e Siete Cerros foram cultivados em vasos contendo solo ácido mostrando a presença de alumínio. Metade do número de vasos recebeu uma aplicação de calcário. Os resultados desse experimento mostraram que o cultivar BH-1146 diferiu significativamente em produção de grãos por planta de 'Tobarí-66', 'Alondra-S-46', 'IAC-17' e 'Siete Cerros'. Esse resultado confirmou a tolerância ao alumínio do cultivar BH-1146, observada quando se empregou solução nutritiva com a presença desse elemento.

1. INTRODUÇÃO

O alumínio é um constituinte das partículas de argila do solo e sua toxicidade é teoricamente possível na maioria dos solos onde o pH diminui para níveis suficientemente baixos,

que provocam decomposição nas estruturas minerais da argila (geralmente pH abaixo de 5,5, mas particularmente abaixo de 5,0). Quando esse ponto é alcançado, parte do alumínio, formalmente constituinte das partículas de argila, migra para a

⁽¹⁾ Os autores agradecem ao Eng.º-Agr.º Derly Machado de Souza, Chefe da Seção de Arroz e Cereais de Inverno, a colaboração na realização do trabalho apresentado na VI Reunião Norte-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Curitiba (PR), 1980. Recebido para publicação a 27 de fevereiro de 1980.

⁽²⁾ Com bolsa de suplementação do CNPq.

fração trocável ou para a solução do solo (4). Tal alumínio, nas camadas superficiais dos solos ácidos, pode ser precipitado pela prática da calagem, porém no subsolo pode permanecer solúvel e tóxico às plantas, mesmo depois da calagem feita geralmente na camada de solo que atinge no máximo até 0,30m de profundidade. Nos solos corrigidos por essa prática, o excesso de alumínio trocável ou solúvel no subsolo pode restringir o crescimento das raízes dos cultivares de trigo sensíveis ao alumínio somente para as camadas superficiais do solo que receberam calagem, deixando as plantas mais suscetíveis à seca pelo seu impedimento em obter água das camadas mais profundas do solo (5).

KERRIDGE (6) concluiu que o efeito primário da toxicidade de alumínio no trigo é a paralisação do crescimento da raiz devida a uma inibição da alongação das células. Por outro lado, MOORE et alii (7) informaram que é muito difícil controlar o complexo mineral do solo adequadamente para que determinado nível de alumínio possa ser reproduzido de um experimento para outro ou de um local para outro. Além do mais, a toxicidade de alumínio não é o único fator limitante em solos ácidos; portanto, os métodos de separação de plantas tolerantes e suscetíveis a determinado nível de alumínio usando solos ácidos não são bastante precisos. Além disso, as partes da planta diretamente afetadas, as raízes, não são facilmente observadas. O emprego de soluções nutritivas pode tornar mais eficiente e precisa a separação das plantas em relação à tolerância do alumínio (3).

Um método rápido para a identificação de plantas tolerantes e de fácil reprodução foi desenvolvido na Universidade Estadual de Oregon (1, 2, 6, 7), baseado na paralisação irreversível do meristema das raízes primárias do trigo no estágio de plântula, utilizando-se soluções nutritivas contendo níveis elevados de Al.

A cultura do trigo no Estado de São Paulo instalou-se tradicionalmente na região Sul, representada por solos ácidos, com baixos teores de bases e elevados níveis de alumínio. Nessas condições, o cultivo do trigo só foi possível com o desenvolvimento de cultivares tolerantes à toxicidade de alumínio.

Com o deslocamento da triticultura para o Vale do Paranapanema, onde os solos são mais férteis, a ocorrência de alumínio tóxico no subsolo tem sido problema no caso de cultivares mexicanos de alto potencial produtivo, porém de grande suscetibilidade a esse metal (2).

O presente trabalho tem por objetivo estudar a tolerância a diferentes níveis de alumínio dos cultivares de trigo atualmente empregados no Estado de São Paulo, em solução nutritiva e em vasos contendo solo ácido com e sem calcário.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Origem dos cultivares estudados

A relação e a origem dos cultivares estudados encontram-se a seguir:

'BH-1146': Selecionado no Instituto Agrônômico de Minas Gerais, Belo Horizonte.

'Londrina': Obtido pelo IPEAS e introduzido no IPEAME (Instituto de Pesquisa e Experimentação Meridional), através da Estação Experimental de Londrina (PR).

'Siete Cerros' e 'Tobari-66': Criados pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), de onde foram introduzidos.

'Alondra-S-45' e 'Alondra-S-46': Criados pelo CIMMYT e introduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Trigo — EMBRAPA, onde foram resseleccionados.

'IAC-5': Obtido da progênie 17521, selecionada na Estação Experimental de Capão Bonito, em 1956, proveniente do cruzamento ('Frontana' x 'Kenya') x 'Polissu'.

'IAC-13': Selecionado no Instituto Agrônômico (Campinas) a partir do híbrido 272, em 1970, o qual é proveniente do cruzamento entre os cultivares Ciano-67, de origem mexicana, e IAS-51, do Rio Grande do Sul.

'IAC-17': Obtido por seleção de progênies, em 1974, no Instituto Agrônômico (Campinas), a partir do híbrido F₁ 75, que foi obtido do cruzamento efetuado, em 1969, entre os cultivares IAS-20 (originário do Rio Grande do Sul) e IRN-526-63 (mexicano), introduzido pelo Instituto Biológico do Estado de São Paulo.

'IAC-18': Oriundo da seleção de progênies do híbrido F₁ 411 que se originou do cruzamento entre o cultivar BH-1146 e S-12 proveniente da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, seguido de três retrocruzamentos para o cultivar BH-1146.

2.2 Ensaio de cultivares de trigo em solução nutritiva

O método utilizado consistiu no seguinte:

As sementes dos dez cultivares de trigo estudados foram cuidadosamente lavadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 10% e colocadas para germinar em caixas de Petri por 24 horas em germinador com temperatura de 25-30°C.

Após esse tempo, as radículas estavam iniciando a emergência.

Foram escolhidas vinte sementes uniformes de cada cultivar, e colocadas sobre o topo de cinco telas de náilon, que foram postas em contacto com a solução nutritiva existente em cinco vasilhas plásticas de 8,30 litros de capacidade.

A concentração final da solução que será referida como **solução-base**, foi a seguinte: Ca(NO₃)₂ 4mM; MgSO₄ 2mM; KNO₃ 4mM; (NH₄)₂SO₄ 0,435mM; KH₂PO₄ 0,5mM; MnSO₄ 2μM; CuSO₄ 0,3μM; ZnSO₄ 0,8μM; NaCl 30μM; Fe-CYDTA 10μM; Na₂MoO₄ 0,10μM e H₃BO₃ 10μM. O nível da solução na vasilha plástica foi tal de modo a tocar a parte inferior 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 4,00 com H₂SO₄ 1N. A solução foi continuamente aerificada e as vasilhas plásticas contendo as soluções foram colocadas em banho-maria com temperatura de 25 ± 1°C. 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 cinco telas de náilon contendo vinte plântulas de cada um dos dez cultivares foi transferida para soluções-tratamento contendo respectivamente 0, 1, 3, 6 e 10 ppm de alumínio na forma de $Al_2(SO_4)_3$.

A composição da solução-tratamento foi basicamente um décimo da solução-base, exceto que o fósforo foi omitido e o ferro foi adicionado em quantidade equivalente como $FeCl_3$, no lugar de $Fe-CYDTA$, como foi descrito por MOORE et alii (7). O fósforo foi omitido para evitar a possível precipitação do alumínio. Por causa da possibilidade da precipitação do alumínio com $Al(OH)_3$, especial atenção foi dada a esse ponto. Antes de transferir as telas para a solução-tratamento, suficiente H_2SO_4 foi adicionado para trazer o pH para cerca de 4,2, e então a necessária quantidade de Al como $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ foi colocada. O pH final foi ajustado para 4,0 com H_2SO_4 , evitando-se adicionar KOH, que poderia causar a precipitação do alumínio, pelo menos no local de queda da gota. As plântulas ficaram crescendo por 48 horas na solução-tratamento. Decorrido esse tempo, a raiz primária de cada **seedling** foi medida e transferida de volta à vasilha contendo solução nutritiva onde as plântulas cresceram nas primeiras 48 horas (solução-base).

As plântulas cresceram na solução-base por 72 horas. O cresci-

mento da raiz, após esse período 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 descolamento da raiz foi determinada, medindo-se novamente o comprimento da raiz de cada plântula no final das 72 horas na solução-base e subtraindo o comprimento da raiz medida no final de crescimento nas soluções-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-tratamento.

O delineamento empregado foi o *split-plot*, onde as parcelas foram compostas pelas cinco diferentes concentrações de alumínio e, as subparcelas, formadas pelos dez cultivares estudados. Os dados foram analisados, considerando-se a média do crescimento da raiz das vinte plântulas de cada cultivar após a influência prejudicial do alumínio na solução-tratamento.

2.3 Ensaio de cultivares de trigo em vasos

Foram utilizados vinte vasos plásticos medindo aproximadamente 25cm de altura e 20cm de diâmetro. Dez deles foram cheios com solo do tipo latossolo roxo série Barão, coletado no Centro Experimental de Campinas, e que não recebeu calagem nem adubação, e dez vasos foram cheios

com o mesmo solo recebendo uma calagem na base de 4t/ha, também sem adubação.

Anteriormente ao plantio do trigo, os solos dos vasos foram bem misturados e mantidos úmidos pelo espaço de um mês, sendo após retiradas amostras compostas dos mesmos, cujos resultados analíticos foram os seguintes⁽³⁾:

Os vasos foram colocados no telado à prova de pássaros localizado no Centro Experimental de Campinas, distante um do outro 30cm. Foi plantada uma bordadura, empregando-se vasos com altas doses de adubação e calagem e usando-se os mesmos cinco cultivares.

Determinações	Solo sem calcário	Solo com calcário
M.O. %	2,3	2,4
pH	4,4	4,7
Al ³⁺ (4)	1,9	0,9
Ca ²⁺ (4)	0,3	1,1
Mg ²⁺ (4)	0,1	0,9
K (5)	56	90
P (6)	12	11

Foram estudados os cinco cultivares seguintes: BH-1146, IAC-17, Tobari-66, Alondra-S-46 e Siete Cerros.

Duas plântulas de cada um desses cinco cultivares provenientes do ensaio usando solução nutritiva onde a solução-tratamento não continha alumínio, foram plantadas em um vaso contendo solo com calcário e em outro solo sem calcário, perfazendo, portanto, um total de dez vasos, o que foi considerado uma repetição. Foram utilizadas duas repetições.

Foram coletados os dados seguintes: altura medida do nível do solo até a ponta da espiga mais alta de cada planta, excluindo as aristas, número de perfilhos contendo espigas, número de grãos por planta e produção de grãos medida em gramas.

Os dados foram obtidos na base de plantas individuais. Cada cultivar foi representado pela média das duas plantas de cada vaso.

O delineamento empregado foi de blocos ao acaso.

(3) Análise efetuada pela Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agronômico, Campinas (SP).

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

(6) µg/ml de T.F.S.A.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio de cultivares de trigo em solução nutritiva

O comprimento médio das raízes dos dez cultivares de trigo, medidos após 72 horas de crescimento na solução-base e de 48 horas de crescimento na solução-tratamento contendo cinco diferentes concentrações de alumínio, encontram-se no quadro 1 e figura 1.

Os resultados da análise estatística desse experimento mostraram, pelo teste F, diferenças altamente significativas para concentrações de alumínio, cultivares e interação cultivares x concentrações de alumínio.

Aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a comparação dos diferentes cultivares dentro de uma mesma concentração de alumínio, verificou-se que a diferença mínima significativa foi 9,2mm. Comparando-se as médias dos dife-

QUADRO 1 — Comprimento médio das raízes de dez cultivares de trigo medidos após 72 horas de crescimento na solução-base, seguido de crescimento na solução-tratamento contendo cinco diferentes concentrações de alumínio

Cultivar	Concentração de alumínio				
	0 ppm	1 ppm	3 ppm	6 ppm	10 ppm
	mm	mm	mm	mm	mm
Siete Cerros	87,3e	0,0i	0,0g	0,0d	0,0c
Tobari-66	81,3ef	65,8def	0,0g	0,0d	0,0c
Alondra-S-46	88,2e	52,2cgh	31,0df	0,0d	0,0c
Alondra-S-45	99,4bc	58,8cfg	28,5ef	0,0d	0,0c
IAC-17	88,9de	68,9be	47,6bc	0,0d	0,0c
Londrina	73,8f	56,9cfgh	37,4de	20,7c	6,7bc
IAC-13	98,1bd	72,9bd	38,5cd	23,3bc	28,9a
IAC-5	99,0bc	74,4bc	59,4a	30,0b	15,4b
IAC-18	110,8a	76,9b	58,9a	41,8a	36,3a
BH-1146	101,7ab	93,7a	56,0ab	41,8a	35,3a
D.M.S. (1)	9,2				
D.M.S. (2)	6,6				

(1) Diferença mínima significativa ao nível de 5% para a comparação das médias dos cultivares de trigo dentro de uma mesma concentração de alumínio em solução. Os cultivares seguidos de uma letra comum dentro de uma mesma concentração de alumínio não diferem entre si.

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

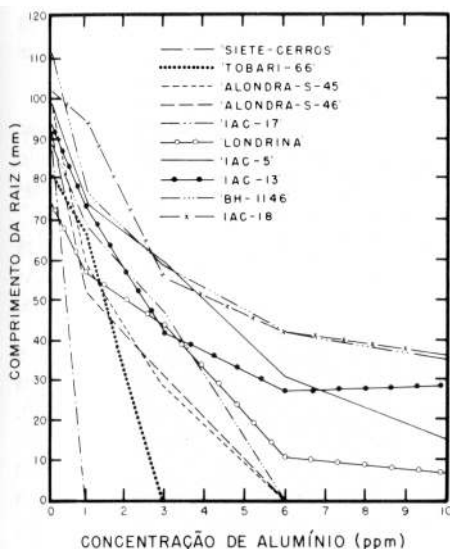


Figura 1. — Efeito de diferentes concentrações de alumínio no crescimento da raiz de dez cultivares de trigo.

rentes cultivares estudados com o ppm de alumínio na solução-tratamento, verificaram-se diferenças significativas no comprimento das raízes. Esse fato pode ser explicado pela diferença de crescimento das raízes mesmo na ausência do estresse de alumínio, condição essa específica de cada genótipo.

Considerando-se 1 ppm de alumínio, pode-se verificar que o cultivar Siete Cerros foi totalmente sensível a essa concentração. A 3 ppm de alumínio, o 'Tobari-66' passou a mostrar suscetibilidade.

Aplicando-se o teste de Tukey e 'IAC-17' foram suscetíveis a 6 ppm de Al. 'BH-1146', 'IAC-18', 'IAC-5', 'IAC-13' e 'Londrina' mostraram-se tolerantes mesmo a 10 ppm de alumínio na solução-tratamento. Nessa concentração, 'BH-1146', 'IAC-18' e

'IAC-13' foram os mais tolerantes, não diferindo estatisticamente entre si, diferindo, porém, de 'IAC-5' e 'Londrina', que foram menos tolerantes.

Aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a comparação de cada cultivar nas diferentes concentrações de alumínio, foi calculada a diferença mínima significativa de 6,6mm. Observando-se o comprimento das raízes de cada cultivar, nas diferentes concentrações de alumínio, verificou-se que, aumentando-se a concentração desse metal, o crescimento das raízes diminui. A intensidade da diminuição mede o grau de tolerância de cada cultivar.

Os resultados indicaram que o 'Siete Cerros' foi muito suscetível ao alumínio; 'Tobari-66' foi suscetível; 'Alondra-S-46', 'Alondra-S-45' e 'IAC-17' apresentaram média tolerância; 'Londrina' e 'IAC-5' foram tolerantes e 'BH-1146', 'IAC-18' e 'IAC-13' foram muito tolerantes ao alumínio.

3.2 Ensaios de cultivares de trigo em vasos

Os dados médios de produção, altura, número de perfilhos e número de grãos/planta dos cinco cultivares estudados em vasos contendo o mesmo solo com e sem calcário encontram-se no quadro 2.

A análise estatística desse experimento apresentou diferenças altamente significativas (teste F) para solo com e sem calcário. O teste F também foi altamente significativo para as diferenças observadas em produção, altura, número de perfilhos e número de grãos por espiga entre os

cultivares. As interações cultivares x solo com e sem calcário foram altamente significativas para altura e número de perfilhos, não sendo significativas para produção e número de grãos por espiga.

Aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% para a comparação das médias de produção, altura, número de perfilhos e número de grãos por espiga, calcularam-se as seguintes diferenças mínimas significativas: 2,97g; 12cm; 0,7 perfilho e 73 grãos por planta respectivamente.

O cultivar BH-1146 foi o mais tolerante às condições do solo ácido estudado, não mostrando diferenças significativas para os dados coletados em solo com e sem calcário.

Os cultivares IAC-17, Alondra-S-46, Tobari-66 e Siete Cerros foram

altamente suscetíveis ao solo sem calcário, não havendo diferenças entre si, em relação à produção.

No solo com calcário, o cultivar IAC-17 não diferiu em produção do 'BH-1146', porém produziu significativamente mais que o 'Siete Cerros'. Esses resultados confirmam aqueles encontrados por CAMPBELL & LAFFEVER (3) usando outros cultivares.

Observando-se as figuras 2, 3 e 5, pode-se verificar que os sistemas radiculares dos cultivares BH-1146, Alondra-S-46, IAC-17 e Siete Cerros, dos vasos contendo o mesmo solo com e sem calcário, mostraram o seguinte: 'BH-1146' apresentou pequeno aumento no volume das raízes pela adição da calagem; 'Alondra-S-46' e 'IAC-17' mostraram grande vantagem pela adição da cala-

QUADRO 2 — Dados médios ⁽¹⁾ obtidos no ensaio de cultivares de trigo em vasos, utilizando-se um mesmo solo com calcário (+C) e sem calcário (-C)

Cultivares	Produção		Altura		Perfilhos		Grãos/planta	
	-C	+C	-C	+C	-C	+C	-C	+C
	g	g	cm	cm	n.º	n.º	n.º	n.º
BH-1146	4,90ab	6,30a	78a	84a	2,5b	2,8b	121ac	166a
IAC-17	0,60d	4,55ac	38c	63b	2,3bc	5,0a	19d	126ab
Alondra-S-46	0,10d	2,00bd	24d	44c	1,0d	3,0b	3d	55bcd
Tobari-66	0,00d	1,75cd	13de	50c	1,0d	3,0b	0d	59bcd
Siete Cerros	0,00d	0,85d	15de	38c	1,0d	1,8c	0d	29d
D.M.S. (5%)	2,97		12		0,7		73	

(¹) As médias dos cultivares para as diferentes características estudadas seguidas de uma mesma letra não diferem entre si.

gem, o mesmo acontecendo em relação menor com o 'Siete Cerros'.

A figura 4 mostra o potencial de produção de raízes em vasos contendo solo com calcário e altas doses de adubação N.P.K.

A produção de raízes no solo está de acordo com as produções mostradas no quadro 2, indicando que a tolerância ao alumínio é um fator de grande importância para aumentar a produtividade desse cereal nos solos ácidos do país.

ca
A.1

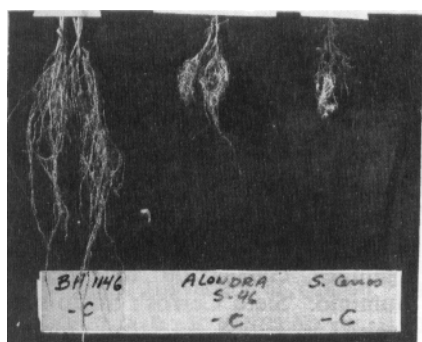


Figura 2. — Sistema radicular dos cultivares BH-1146, Alondra-S-46 e Siete Cerros plantados em solo ácido sem calcário.

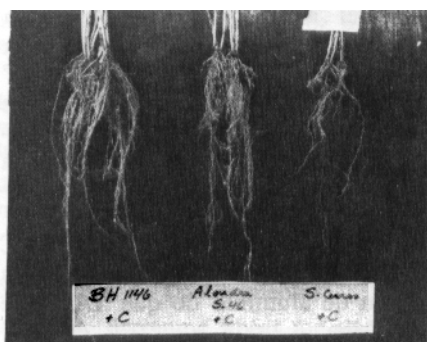


Figura 3. — Sistema radicular dos cultivares BH-1146, Alondra-S-46 e Siete Cerros plantados em solo ácido com calcário.

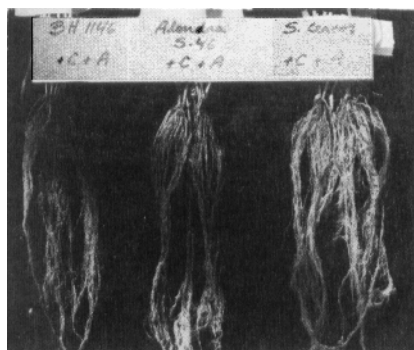


Figura 4. — Sistema radicular dos cultivares BH-1146, Alondra-S-46 e Siete Cerros plantados em solo com calcário e altas doses de adubação N.P.K.

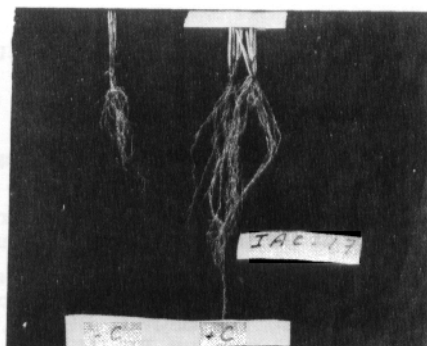


Figura 5. — Sistema radicular do cultivar IAC-17 plantado em solo ácido sem (-C) e com (+C) calcário.

4. CONCLUSÕES

a) A técnica empregada para o estudo da reação de cultivares de trigo ao alumínio tóxico, usando soluções nutritivas e em condições de laboratório, foi eficiente, possibilitando a separação de cultivares tolerantes e suscetíveis em aproximadamente sete dias.

b) O cultivar Siete Cerros foi suscetível a 1ppm de alumínio em solução nutritiva; 'Tobari-66', a 3ppm, 'Alondra-S-46', 'Alondra-S-45' e 'IAC-17', a 6ppm de alumínio, e 'BH-1146', 'IAC-18', 'IAC-13', 'IAC-5' e 'Londrina' foram tolerantes a 10ppm.

c) 'BH-1146', 'IAC-18' e 'IAC 13' mostraram-se mais tolerantes a 10ppm de alumínio do que 'IAC-5' e 'Londrina'.

d) A presença do alumínio na solução foi prejudicial a todos os cultivares tolerantes e suscetíveis.

e) O 'BH-1146' diferiu significativamente em produção de 'Tobari-66', 'Alondra-S-46', 'IAC-17' e 'Siete Cerros' em solo ácido sem calcário, confirmando a sua tolerância ao alumínio, observada em solução nutritiva.

f) A tolerância à toxicidade de alumínio é um fator importante para garantir bom desenvolvimento do sistema radicular do trigo, permitindo a obtenção de água em maior profundidade em condições de seca, onde o cultivar suscetível não sobreviveria, dada a inibição pelo alumínio do crescimento do sistema radicular, além da camada superficial do solo que, em geral, é corrigida.

g) Os dados obtidos permitiram classificar os cultivares estudados nas seguintes classes de tolerância ao alumínio: 'Siete Cerros': muito suscetível; 'Tobari-66': suscetível; 'Alondra-S-45', 'Alondra-S-46' e 'IAC-17': médios; 'IAC-5' e 'Londrina': tolerantes; 'BH-1146', 'IAC-18' e 'IAC-13': muito tolerantes.

TOLERANCE OF WHEAT CULTIVARS TO DIFFERENT LEVELS OF ALUMINUM TOXICITY

SUMMARY

Ten wheat cultivars were studied to aluminum toxicity using five different levels of this element.

The tolerance was measured taking into account the root growth in a aluminum-free complete nutrient solution after a previous Al treatment.

With toxic amounts of Al, the primary roots did not grow at all and remained thickened at the tip as a typical Al injury.

The wheat cultivars Siete Cerros and Tobari-66 were sensitive to 1 and 3 ppm of aluminum, respectively. The cultivars Alondra-S-46, Alondra-S-45 and IAC-17 were sensitive to 6 ppm. The cultivars BH-1146, IAC-5, IAC-18, IAC-13 and Londrina showed tolerance to 10 ppm but BH-1146, IAC-18 and IAC-13 were more tolerant than IAC-5 and Londrina.

The cultivars BH-1146, IAC-17, Alondra-S-46, Tobari-66 and Siete Cerros were planted in pots containing acid soil presenting toxic aluminum. Half of the pots had

the soil limed and the other half no lime was applied. The results of this experiment showed that the cultivar BH-1146 significantly outyielded the cultivars Tobarí-66, Alondra-S-46, IAC-17 and Siete Cerros. These results confirmed those obtained at nutrient solution.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALI, S. M. E. Influence of cations on aluminum toxicity in wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host). Corvallis, University of Oregon, 1973. 102fls. (Tese de Doutorado)
2. CAMARGO, C. E. O.; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. J. Parent-progeny regression estimates and associations of different height levels with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Science*, 20:355-358, 1980.
3. CAMPBELL, L. G. & LAFEVER, H. N. Correlation of field and nutrient culture techniques of screening wheat for aluminum tolerance. In: *Proceeding of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Beltsville, Maryland, 1976. p. 277-286.
4. FOY, C. D. General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: *Proceedings of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Beltsville, Maryland, 1976. p.255-267.
5. ———; ARMIGER, W. H.; BRIGGLE, L. W.; REID, D. A. Differential aluminum tolerance of wheat and barley varieties in acid soils. *Agronomy Journal*, 57:413-417, 1965.
6. KERRIDGE, P. C. Aluminum toxicity in wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host). Corvallis, University of Oregon, 1969. 170fls. (Tese de Doutorado)
7. MOORE, D. P.; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. Screening wheat for aluminum tolerance. In: *Proceedings of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Beltsville, Maryland, 1976. p.287-295.