

RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
AO ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA *

Joel Irineu Fahl¹
Maria Luiza Carvalho Carelli¹
Robert Deuber¹
Sandra dos Santos Sevã Nogueira¹

INTRODUÇÃO

A toxicidade diferencial ao alumínio nas variedades, dentro de uma mesma espécie, é um fato de interesse agrônomo, pois permite selecionar plantas mais adaptadas a solos ácidos que possuam elevados níveis de alumínio solúvel e trocável.

Em cereais, numerosos trabalhos têm mostrado que existe um comportamento diferencial ao alumínio entre os cultivares de uma mesma espécie (FOY *et al.*, 1965; MACLEAN & CHIASSON, 1966; KERRIDGE *et al.*, 1971; HOWELER & CADAVID, 1976; FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979; FURLANI, 1981; FAGERIA, 1982).

Os mecanismos fisiológicos e bioquímicos, pelos quais as plantas apresentam tolerância ou toxicidade ao alumínio, não são exatamente conhecidos, podendo dife-

* Trabalho parcialmente financiado pelo Convênio EMBRAPA /S.A.A./IAC Projeto Arroz.

¹ Instituto Agrônomo, Campinas, SP.

rir entre as várias espécies e variedades. Possivelmente, as plantas tolerantes apresentem capacidade de impedir a absorção de grandes quantidades de alumínio, ou de se desintoxicarem do excesso de alumínio absorvido (FOY et al., 1978). Entre os fatores fisiológicos associados com a tolerância ao alumínio, podem ser citados os seguintes: capacidade da planta em induzir mudanças no pH da zona radicular; absorção e transporte de alumínio; existência de complexos ácidos orgânicos-alumínio; absorção, translocação e metabolização de nutrientes, tais como Ca, P, K, Mg e Fe (FOY et al., 1978).

Mesmo que não se conheça o mecanismo exato de tolerância ao alumínio, as plantas podem ser selecionadas eficientemente, quanto a esse processo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento diferencial de diversos cultivares de arroz, em resposta ao alumínio em solução nutritiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi instalado em casa-de-vegetação um experimento em solução nutritiva com plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), utilizando-se os seguintes cultivares: IAC 25, IAC 47, IAC 164, IAC 165, IAC 5067, IAC 5128, IAC 5130, IET 5153, IET 6057, RU 369, CICA 8, CICA 9, IR 2031, IR 2588, IR 4227, IR 4723.

Quatro plântulas de cada cultivar com duas semanas de idade, pré-germinadas em vermiculita, foram transferidas para recipientes plásticos (20 cm de altura, 50 cm de largura, 67 cm de comprimento), contendo 75 litros de água destilada e providos de uma tampa compensada com 64 orifícios de 2 cm de diâmetro, espaçados de 6 x 8 cm. Os recipientes foram enterrados em cochos de terra até 20 cm de profundidade para manter a temperatura da solução mais estável. No dia seguinte, foi adicionada uma solução de Steinberg 1:5, modificada por FOY et al. (1967).

Baseando-se em trabalho anterior (FAHL et al., 1982), foram utilizadas as doses de 0 a 15 ppm de Al, concentração esta que se mostrou adequada para estudar o comportamento diferencial de cultivares de arroz, em resposta ao alumínio. Como fonte de alumínio, foi utilizado o sal $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. A solução nutritiva não foi renovada durante o transcorrer do experimento. O pH de cada solução tratamento foi mantido diariamente na faixa de 3,5 a 4,0, com adição de solução de HCl 0,1N. Água destilada foi adicionada conforme a necessidade de manutenção do nível do volume da solução nutritiva em cada recipiente plástico.

O experimento foi conduzido com 8 repetições em parcelas subdivididas, onde as parcelas eram constituídas pelas concentrações de alumínio e as subparcelas pelas cultivares de arroz.

Após permanecerem 21 dias em solução com alumínio, as plantas individuais de cada cultivar foram retiradas da solução nutritiva, medindo-se a altura máxima da parte aérea e o comprimento máximo das raízes. Após secagem do material vegetal em estufa a 65°C, foram determinados os pesos de matéria seca da parte aérea e das raízes.

Para eliminar diferenças varietais na altura máxima da parte aérea, essa medida foi transformada em altura relativa da parte aérea (ARPA), dividindo-se a altura máxima das plantas, a 15 ppm, pela altura máxima, a 0 ppm de Al. Foram obtidos, também, os valores de comprimento relativo das raízes (CRR), matéria seca relativa da parte aérea (MSRPA) e matéria seca relativa das raízes (MSRR) pelo mesmo procedimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados no quadro I mostram que, para as características morfológicas, altura relativa de

QUADRO I - Comprimento relativo de raízes (CRR), altura relativa da parte aérea (ARPA), matéria seca relativa de raízes (MSRR), matéria seca relativa da parte aérea (MSRPA) de dezesseis cultivares de arroz cultivados em solução nutritiva contendo 15 ppm de Al. Médias de 8 repetições

Cultivar	CRR	ARPA	MSRR	MSRPA
IAC 25	92,4a	89,7a	95,3bcd	80,2a
IAC 47	90,2a	93,0a	104,5abcd	98,7a
IAC 164	91,2a	101,5a	121,6abc	100,9a
IAC 165	84,8ab	97,9a	101,4abcd	88,9a
IAC 5067	88,5ab	88,7a	94,2 bcd	77,6a
IAC 5128	82,2ab	90,5a	89,1bcd	69,0a
IAC 5130	90,6a	90,7a	106,2abcd	81,7a
IET 5153	56,9cd	92,0a	107,abcd	85,9a
IET 6057	54,1cd	99,9a	105,9abcd	79,4a
RU 369	70,5bc	104,9a	141,7a	82,2a
CICA 8	56,5cd	91,0a	76,8d	80,6a
CICA 9	57,7cd	101,3a	98,3abcd	93,8a
IR 2031	54,8cd	93,6a	88,7bcd	67,3a
IR 2588	50,6d	103,6a	110,7abcd	96,8a
IR 4227	58,9cd	99,3a	131,3ab	98,5a
IR 4723	61,4cd	84,3a	82,1cd	64,7a

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

parte aérea (ARPA) e matéria seca relativa de parte aérea (MSRPA), não houve resposta diferencial dos cultivares de arroz ao nível de 15 ppm de Al na solução nutritiva.

De um modo geral, a altura e a matéria seca da parte aérea foram pouco afetadas pelo alumínio. Esses resultados mostram que essas características não são ade-

quadas para se detectar diferenças entre cultivares de arroz, quanto ao grau de tolerância ao alumínio.

Na maioria dos cultivares, a matéria seca relativa das raízes (MSRR) mostrou tendência a aumentar com a presença do alumínio na solução nutritiva (quadro I). Esse aumento, conforme mostra a figura 1, foi devido a um engrossamento e proliferação de raízes adventícias, apesar de ter ocorrido um decréscimo no comprimento do sistema radicular. Esses sintomas, conforme descrito por outros autores (FLEMING & FOY, 1968; REID, 1976; LAFEVER *et al.* 1977; FAHL *et al.*, 1982), são característicos de injúria causada pelo alumínio em raízes de cereais.

Um dos critérios mais comuns usados para avaliar a toxicidade do alumínio em cereais, consiste em comparar o comprimento da raiz das plantas afetadas pelo alumínio com plantas controle, crescidas em ausência de alumínio (MOORE *et al.*, 1976; RHUE & GROGAN, 1976; KONZAK *et al.* 1976; HOWELER & CADAVID, 1976; FURLANI, 1981). Neste trabalho, o comprimento relativo das raízes (CRR) foi a característica que se mostrou mais adequada para avaliar o comportamento dos diversos cultivares estudados em relação ao alumínio na solução nutritiva (quadro K).

Baseando-se nessa característica, os cultivares IAC mostraram-se mais tolerantes do que os introduzidos, excetuando-se o cultivar RU 369 que mostrou boa tolerância e não diferiu significativamente dos IAC. A maior tolerância apresentada pelos cultivares IAC ao alumínio das soluções nutritivas pode ser explicada pelo fato de os trabalhos de seleção desses cultivares terem sido realizados em solos geralmente ácidos com a presença de alumínio trocável. Em média, o comprimento relativo das raízes dos cultivares IAC apresentou redução de 11,5%, enquanto que esse decréscimo foi cerca de 42,1% nos cultivares introduzidos.

Este trabalho possibilitou a separação dos cultivares de arroz em dois grupos distintos, quanto à tolerância ao alumínio. Essas informações poderão auxiliar no melhoramento genético deste cereal, visando a tolerância ao Al.

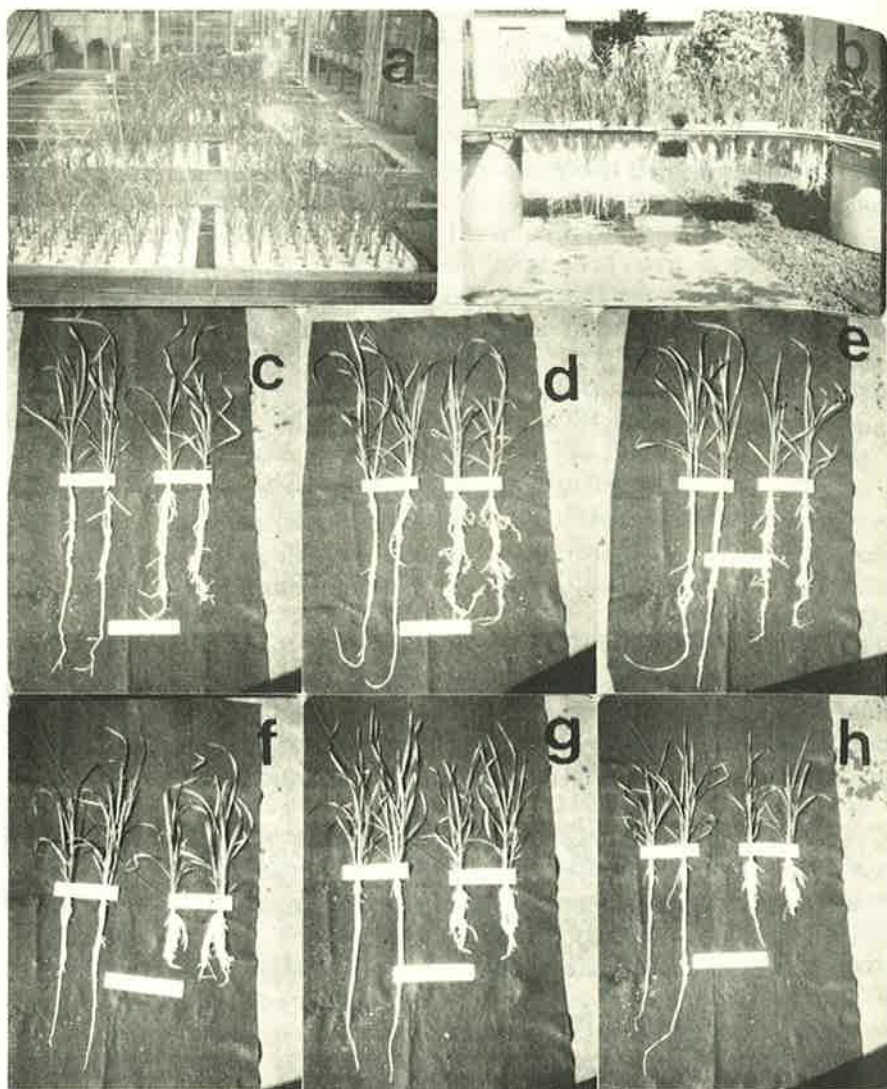


FIGURA 1 - Efeito de Al em solução nutritiva sobre plantas de arroz (*Oryza sativa* L.). (a) vista geral do ensaio; (b) vista geral dos cultivares; (c) IAC 25; (d) IAC 164; (e) IAC 5067; (f) CI CA 9; (g) IET 5153 e (h) IR 2588 (à esquerda 0,0 ppm; à direita 15 ppm de Al).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- a) não houve diferença significativa no comportamento dos cultivares de arroz ao alumínio da solução nutritiva quanto à altura relativa de parte aérea (ARPA) e matéria seca relativa de parte aérea (MSRPA).
- b) foram observadas variações significativas entre os cultivares, quanto à matéria seca relativa das raízes (MSRR), em resposta ao alumínio da solução nutritiva;
- c) o comprimento relativo das raízes (CRR) foi a característica mais adequada para diferenciar o comportamento dos diversos cultivares de arroz ao alumínio. Deste modo, os cultivares IAC mostraram-se mais tolerantes ao alumínio que os cultivares introduzidos, excetuando-se o RU 369.

RESUMO

Foi estudado, em casa-de-vegetação, o comportamento diferencial de dezesseis cultivares de arroz (sete cultivares IAC e nove cultivares introduzidos) em resposta ao alumínio. As plantas foram cultivadas em soluções nutritivas contendo 0,0 e 15,0 ppm de Al, com pH controlado diariamente e mantido na faixa de 3,5 a 4,0. Após 21 dias de permanência em solução nutritiva, verificou-se que as características, altura relativa de parte aérea (ARPA) e matéria seca relativa de parte aérea (MSRPA), praticamente não foram afetadas pelo alumínio, não havendo diferenças no comportamento dos cultivares para esses parâmetros. Quanto à matéria seca relativa das raízes (MSRR), foram observadas variações significativas entre os cultivares. O comprimento relativo das raízes (CRR) foi a característica mais adequada para diferenciar os diversos cultiva-

res de arroz ao Al. Deste modo, os cultivares IAC apresentaram tolerância significativamente superior ao Al em relação aos cultivares introduzidos, excetuando-se, o cultivar RU 369, que se mostrou bem tolerante.

SUMMARY

RESPONSE OF RICE (*Oryza sativa* L.) CULTIVARS TO ALUMINUM IN NUTRIENT SOLUTION

The growth response of sixteen rice cultivars to 15.0 ppm of Al was studied in nutrient solution for 21 days. The cultivars IAC 25, IAC 47, IAC 164, IAC 165, IAC 5067, IAC 5128 and IAC 5130, were compared with the introduced cultivars IET 5153, IET 6057, RU 369, CICA 8, CICA 9, IR 2031, IR 2588, IR 4227 and IR 4723 in relation to relative values of height of shoots, dry matter of shoots, length of roots and dry matter of roots.

The two first characteristics were practically not affected by the Al concentration tested. The relative dry weight of roots showed significant variations among cultivars. The root length showed to be the most appropriate characteristic to separate tolerant from non tolerant cultivars to Al. The IAC cultivars presented significantly higher tolerance than the introduced ones exception for RU 369, which showed good tolerance.

LITERATURA CITADA

FAGERIA, N.K. & F.J.P. ZIMMERMANN, 1979. Seleção de cultivares de arroz para tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. *Pesq. agropec. bras.* 14: 141-147.

FAGERIA, N.K., 1982. Tolerância diferencial em cultivares de arroz ao alumínio em solução nutritiva. *Pesq. agropec. bras.* 17(1): 1-9.

- FAHL, J.I., M.L.C. CARELLI, R. DEUBER, S.S.S. NOGUEIRA, & R. HIROCE, 1982. Influência do alumínio no desenvolvimento e na nutrição mineral de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **R. bras. Ci. Solo** (in press).
- FLEMING, A.L. & C.D. FOY, 1968. Root structure reflects differential aluminum tolerance in wheat varieties. **Agron. J.** 60: 172-176.
- FOY, C.D., W.H. ARMIGER, L.W. BRIGGLE & D.A. REID, 1965. Differential aluminum tolerance of wheat and barley varieties in acid soils. **Agron. J.** 57: 413-417.
- FOY, C.D., A.L. FLEMING, G.R. BURNS & W.H. ARMIGER, 1967. Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. **Soc. Sci. Soc. Amer. Proc.** 31: 513-521.
- FOY, C.D., R.L. CHANEY & M.C. WHITE, 1978. The physiology of metal toxicity in plants. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 29: 511-566.
- FURLANI, P.R., 1981. Effects of aluminum on growth and mineral nutrition of sorghum genotypes, Ph.D. thesis, The University of Nebraska, Lincoln, 124pp.
- HOWELER, R.H. & L.F. CADAVID, 1976. Screening of rice cultivars for tolerance to Al toxicity in nutrient solutions as compared with a field screening method. **Agron. J.** 68: 551-555.
- KERRIDGE, P.C., M.D. DWASON & D.P. MOORE, 1971. Separation of degrees of aluminum tolerance in wheat. **Agron. J.** 63: 586-591.
- KONZAK, C.F., E. POLLE & J.A. KITTRICK, 1976. Screening several crops for aluminum tolerance. p.311-327. In: M.J. Wright (ed.). **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**, Cornell Univ. Agric. Exp. Stn., Ithaca, N.Y.

- LEFEVER, H.N., L.G. CAMPBELL & C.D. FOY, 1977. Differential response of wheat cultivars to aluminum. *Agron. J.* 69: 563-568.
- MacLEAN, A.A. & T.C. CHIASSON, 1966. Differential performance of two barley varieties to varying aluminum concentrations. *Can. J. Soil Sci.* 46: 147-153.
- MOORE, D.P., W.E. KRONSTAD & R.J. METZGER, 1976. Screening wheat for aluminum tolerance. p.287-295. In: M.J. Wright (ed.). **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**, Cornell Univ. Agric. Exp. Stn., Ithaca, N. Y.
- REID, D.A., 1976. Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress: aluminum and manganese toxicities in the cereal grains. p.55-64. In: M.J. Wright (ed.), **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Cornell Univ. Agric. Exp. Stn., Ithaca, N.Y.
- RHUE, R.D. & C.O. GROGAN, 1976. Screening corn for aluminum tolerance. p.297-310. In: M.J. Wright (ed.). **Plant adaptation to mineral stress in problem soils** Cornell Univ. Agric. Exp. Stn., Ithaca, N.Y.