

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ.
XIV. EFEITOS DOS EXCESSOS DE Al, Cl e Mn
NAS VARIEDADES IAC-25 e IAC-47 (*)

E. MALAVOLTA **
P.N.A. BERTO ***,
P.S. KATAYAMA ***, P.M. SANTOS***,
R.A. AREVALO ***, R.L. RUFINO ***,
R.V. NAVES, T.E. RODRIGUES ***,
J.S.T. LEITE ***, S.R.C. STIPP ***,
C. DAGHLIAN ***, W. AMARAL ***,
C.P. CABRAL ***,
L.H.S. PAVAN *****,
L.A. DÁRIO *****,
F.C. ANTONIOLLI *****

RESUMO

Plantas de arroz, variedades IAC-25 e IAC-47 foram cultivadas em solução nutritiva completa e com excesso de Al, Cl e Mn (25, 1750 e 25 ppm, respectivamente). As últimas não

* Entregue para publicação em 23/12/81.
Com ajuda do CNPq e da FAPESP.

** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

*** Estudantes de pós-graduação

**** Auxiliar de Laboratório, CENA-USP.

***** Técnicos de Laboratório, Departamento de Química, E.S.A.
"Luiz de Queiroz", USP.

completaram o ciclo. Foram observados sintomas típicos de toxidez. A produção de matéria seca foi mais afetada pelos tratamentos na variedade IAC-47. Ambas as variedades mostraram-se mais sensíveis à toxidez de Mn que à de Al. Foram determinados os teores foliares de Al, Cl e Mn associados à toxidez correspondente.

INTRODUÇÃO

No Brasil predomina o arroz de sequeiro, particularmente nos solos ácidos do Planalto Central onde existe a possibilidade de ocorrer excesso de Al e Mn caso não se faça a calagem (ver MALALAVOLTA *et alii*, 1976). O uso de altas doses de cloreto de potássio perto da semente pode provocar dano à germinação pelo aumento na pressão osmótica da solução do solo (ver MALAVOLTA, 1981, págs. 183-199).

No presente trabalho estudou-se o efeito dos excessos de Al, Cl e Mn na solução nutritiva comparando-se as variedades IAC-47 e IAC-25.

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas foram obtidas a partir de sementes que germinaram em vermiculita molhada com sulfato de cálcio 10^{-4} M. Quando as plantinhas tinham 5-10 cm de altura foram transplantadas para bandejas de 30 l de capacidade contendo a solução nº 2 de HOAGLAND & ARNON (1950) diluída na proporção de 1 + 5 onde permaneceram 2 semanas. Em seguida foram transferidas para vasos de plásticos individuais de 1 l de capacidade contendo a mesma solução, sem diluir. Os tratamentos empregados foram os seguintes:

- (1) completo - solução nº 2 de HOAGLAND & ARNON (1950)

- (2) +Al - mesma + 25 ppm Al como cloreto
- (3) +Cl - mesma + 1750 ppm Cl como NaCl
- (4) +Mn - mesma + 25 ppm Mn como cloreto.

As soluções eram continuamente arejadas e renovadas cada 2 semanas.

As plantas foram colhidas quando nos tratamentos com excessos minerais os sintomas de anormalidade se acentuaram. O material foi analisado, por métodos de rotina depois de pesada a matéria seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 mostram que:

- (1) a variedade IAC-47, em termos de produção de matéria seca total, mostrou-se mais sensível à toxidez de Al, Cl e Mn que a IAC-25.
- (2) o excesso de Mn foi mais prejudicial que o de Al quando se considera a produção de matéria seca.

A necrose apical de folhas velhas foi o primeiro sintoma de toxidez de alumínio observados, aparecendo 20 dias após o transplante, no cultivar IAC-47, e 27 dias na IAC-25. Em seguida, surgiu uma clorose marginal nas folhas dos dois cultivares. Nessa fase, verificou-se o aparecimento de manchas brancas nas margens e na nervura central das folhas a partir das margens que evoluiu para necrose e secamento das folhas mais velhas.

A análise dos resultados apresentados na Tabela 2 indica que o Al se concentra praticamente nas raízes. Semelhantes resultados foram obtidos por TANAKA & NAVASERO (1966), TANAKA & YOSHIDA (1970) e KAMPRATH & FOY (1972). O efeito do excesso de Al sobre os teores dos outros elementos nas diversas partes da planta foi variável, não sendo possível a constatação de tendências marcantes.

Tabela 1 - Efeito dos tratamentos no crescimento do arroz (mê dia de 4 repetições)

Variável	Tratamento			
	Completo	+Al	+Cl	+Mn
	IAC-25			
Nº de folhas/planta*	33	8	6	10
Nº de perfilhos/planta*	5	0	0	3
Matéria seca**				
g/planta	13,99	3,40	2,23	0,89
relativa	100	24	16	6
	IAC-47			
Nº de folhas/planta	40	12	15	12
Nº de perfilhos/planta	11	1	3	5
Matéria seca				
g/planta	32,05	4,35	4,43	0,81
relativa	100	13	14	3

* aos 50 dias

** na colheita

No cultivar IAC-25, 7 dias após o transplante, observaram-se manchas brancas ao longo das margens das folhas; na IAC-47, além deste sintomas, notou-se também manchas ferruginosas nas folhas velhas, as quais avançaram para o centro da folhas a partir das margens e as folhas passaram a apresentar manchas necróticas nas margens e no ápice. As folhas mais velhas começaram a secar do ápice para a base.

Os efeitos danosos às plantas causados pelo excesso desse elemento foram descritos por UEXKULL (1976).

Obtiveram-se valores elevadíssimos de cloro nas folhas das plantas com excesso do elemento (Tabela 3).

Os sintomas de toxidez de Mn tiveram início na 2ª. semana após o transplante, em ambos os cultivares. Inicialmente, houve aparecimento de uma clorose no ápice das folhas mais ve

Tabela 2 - Efeitos do tratamento "mais alumínio" nos teores de P, K, Ca, Mg e Al em diferentes partes do arroz, IAC-25 e IAC-47, comparado com o tratamento "completo"

Tratamento	Parte	Nutriente							Teor relativo												
		P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Al (ppm)	P	K	Ca	Mg	Al										
Completo (18/05/81)	IAC-25																				
	Raiz	0,44	2,26	0,37	0,23		28,94	25,26	27,21	11,98											
	Colmo	0,46	4,36	0,28	0,46		30,27	48,71	20,59	23,96											
	Folhas	0,36	1,76	0,51	1,02		23,68	19,67	37,50	53,12											
	Paníc.	0,26	0,57	0,20	0,21		17,10	6,36	14,70	10,94											
+ Al (04/05/81)	Grãos																				
	Raiz	0,08	1,45	0,10	0,12	5.639	22,22	17,33	4,43	9,60											88,80
	Colmo	0,03	2,60	0,16	0,22	150	8,38	31,06	7,08	17,60											2,36
	(1) Folhas	0,03	1,83	1,31	0,59	347	8,33	21,86	57,95	47,20											5,46
	(2) Folhas	0,07	1,72	0,55	0,21	114	19,45	20,55	24,34	16,80											1,80
	Paníc.	0,15	0,77	0,14	0,11	100	41,67	9,20	6,20	8,80											1,58
Completo	IAC-47																				
	Raiz	0,28	1,23	0,71	0,32		24,57	19,13	25,81	17,58											
	Colmo	0,32	2,64	0,26	0,36		28,06	41,06	9,46	19,78											
	Folhas	0,28	1,64	1,43	0,84		24,57	25,51	52,00	46,16											
	Paníc.	0,26	0,92	0,35	0,30		22,80	14,30	12,73	16,48											
+ Al	Grãos																				
	Raiz	0,13	1,91	0,15	0,20	5.872	40,63	21,55	6,88	14,09											82,44
	Colmo	0,05	2,29	0,24	0,34	708	15,63	25,85	11,01	23,95											9,94
	(1) Folhas	0,05	2,75	1,31	0,61	243	15,62	31,04	60,10	42,96											4,82
	(2) Folhas	0,09	1,91	0,48	0,27	200	28,12	21,56	22,01	19,00											2,80

(1) Folhas inferiores - (2) Folhas superiores

lhas; em seguida, nas mais novas. Posteriormente, com o avançar da deficiência, apareceram manchas de coloração marrom distribuídas irregularmente no sentido longitudinal acompanhadas pelo enrolamento das margens da folha. No final, grande parte das folhas velhas e algumas mais jovens morreram, e as plantas apresentaram menor altura.

Tabela 3 - Concentração de cloro (ppm) em diferentes partes de arroz, variedades IAC-25 e IAC-47, em função do tratamento + cloro

Variedade	Parte	ppm
IAC-25	Raiz	8.250
	Colmo	37.875
	Folhas inferiores	87.500
	Folhas superiores	17.500
IAC-47	Raiz	9.000
	Colmo	24.375
	Folhas inferiores	44.125
	Folhas superiores	16.250

Na Tabela 4, encontram-se os teores dos elementos na m.s. obtidos no emborrachamento e espigamento respectivamente. Observa-se que em ambos os cultivares, o tratamento +Mn aumentou o teor deste nas plantas quando comparadas com o completo. Os dois cultivares apresentaram teores mais altos. O teor na parte aérea das plantas foi de 1670 e 1679 ppm, respectivamente para IAC-25 e IAC-47 resultado discordante de TANAKA & YOSHIDA (1970), os quais afirmam que o Mn pode alcançar até 3000 ppm sem causar dano à planta.

Tabela 4 - Efeito do tratamento +Mn nos teores foliares de Fe e Mn (ppm)

Tratamento	Variedades			
	IAC-25	IAC-47	IAC-25	IAC-47
Completo	228	179	209	165
+Mn	152	313	1670	1769

SUMMARY

STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT.
XIV. EFFECTS OF EXCESS OF Al, Cl AND Mn ON THE
VARIETIES IAC-25 AND IAC-47.

Rice plants were grown either in full strength n° 2 solution of HOAGLAND & ARNON (1950) or in the same with high levels of Al, Cl and Mn (25, 1750 and 25 ppm, respectively). Plants with excess of each element did not complete the reproductive phase of development. Symptoms of toxicity appeared in response to the high levels supplied in the substrate. Dry matter production was relatively more affected in the case of the variety IAC-47. On the other hand, both varieties were more sensitive to Mn toxicity than to Al excess. The leaves had the following levels of the elements under the respective treatments, respectively for the variety IAC-25 and for the variety IAC-47; Al-107 and 221 ppm; Cl-87,500 and 17,500 (lower and upper leaves), 44,125 and 16,250 (lower and upper leaves); Mn - 1,670 and 1,769. The Al content of the roots was 5,639 and 5,872 ppm. Al toxicity decreased P content in all plant parts.

Co-autores: estudantes de pós-graduação A. Flório, A.P. Orellana, A.P. Cruz, A.A. Frenhani, A.T. Silva, B.N. Rodrigues, C. Nóbrega, D.F. de Azeredo, E.M. Paulo, F.A. Oliveira, H.H.G. Pereira, L.A. Gomes, I.A. Guerrini, I.F. Carneiro, J.A. Mazza, J.C.A. Silva, J.C. Sabino, J.V. Ramos, J.C.D. Cha

ves. L.H.G. Chaves, L.A. Daniel, L.S. Corrêa, M.A. Schiavuzo, M.P. Costa, N.A. Costa.

LITERATURA CITADA

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. 347.

KAMPRATH, E.J.; FOY, C.D., 1972. Lime-fertilizer-plant interactions in acid soil. **Em: Fertilizer Technology and Use**, Edit. por R.A. Olson et al., Madison.

MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J.R.; BITTENCOURT, V.C., 1976. Toxicidade de alumínio e manganês. **Em: IV Simpósio sobre o Cerrado**, págs. 275-202, Coord. por M.G. Ferri, Livraria Iatia-ria Editora Ltda e Editora da USP, S.Paulo.

MALAVOLTA, E., 1981. **Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação**, 3a. ed., Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo.

TANAKA, A.; NAVASERO, S.A., 1966. Aluminum toxicity of the rice plant under water culture condition. Soil Sci. Plant Nutrition **12**(2): 9-14.

TANAKA, A.; YOSHIDA, S., 1970. **Nutritional disorders of the rice plant in Asia**, The IRRI, Los Baños.

UEXKULL, H. VON, 1976. Response of H y N rice to potassium. Results of long term fertilizer trials in the Philipines. Potash Rev. Subject **9**(11): 1-8.