

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ.
XIII. EFEITOS DAS DEFICIÊNCIAS DE MICRONUTRIENTES
NAS VARIEDADES IAC-25 e IAC-47 *

E. MALAVOLTA**, I.A. GOMES ***,
A.P. CRUZ***, J.C.A. SILVA***,
L.S. CORREA***, T.E. RODRIGUES***
C. DAGHLIAN***, I.A. GUERRINI ***
J.A. MAZZA***, F.A. OLIVEIRA ***,
M.A. SCHIAVUZZO***, J.C. SABINO***,
M.P. COSTA***, C.P. CABRAL****,
L.H.S. PAVAN*****, L.A. DARIO*****
F.C. ANTONIOLLI*****

RESUMO

Plantas de arroz, variedades IAC-25 e IAC-47 foram cultivadas em solução nutritiva e com deficiência de B, Cu e Zn. Foram obtidos sintomas de carência dos três micronutrientes. As deficiências induzidas provoca

-
- * Com ajuda do CNPq e da FAPESP. Entregue para publicação em 23/12/1981.
- ** 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.

ram diminuição na matéria seca total e no número de folhas das duas variedades. O mesmo ocorreu no número de perfilhos da var. IAC-47. Foi feita a determinação dos teores dos micronutrientes nas plantas submetidas aos diferentes tratamentos o que forneceu dados que ajudam a avaliação do estado nutricional.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados em todo o mundo, visto que representa a base da alimentação para muitos povos.

Sua origem é desconhecida, admitindo-se que seja da Tailândia, 5000-3500 anos A.C. Foi introduzido no Brasil na época do descobrimento.

Há cerca de 25 espécies de *Oryza* e mais de 8000 variedades em cultivo. Além de ser boa fonte energética de alimento para a humanidade, o produto é utilizado no comércio para outros fins.

Existem países em que a produtividade é bastante alta, até acima de 8 t/ha (a exemplo do Japão, China, Itália). O Brasil é o maior produtor de arroz de sequeiro do mundo, porém, a produtividade está aquém da desejada, ou seja, uma tonelada de grãos por hectare. Possivelmente, esta baixa produtividade seja devida a tratos culturais inadequados, irregularidades no suprimento de água e nutrientes.

É uma cultura exigente em minerais e vem sendo estudada pelos órgãos de pesquisa através de inúmeros experimentos, no que diz respeito à nutrição mineral e adubação. Através desses estudos, procura-se relacionar, para os diversos tipos de solos brasileiros, a prática de adubação com a real exigência nutricional da cultura, a fim de que se possa obter maiores rendimentos por unidade de área.

A seguinte revisão resume alguns dos conhecimentos atuais:

Boro

Suas exigências pelo arroz são relativamente baixas, comparadas com as de outras culturas.

Assim, para uma produção de 5 t de grãos e 7 t de palha, necessita apenas de 10 g de boro (MALAVOLTA, 1979).

KARIM & VLAMIS (1962) verificaram que os sintomas de deficiência de B aparecem a partir da 4a. semana após o transplante e as plantas adquirem uma coloração verde escura com aspecto de suculência. As folhas mais novas se tornam curtas e estreitas com muitas áreas esbranquiçadas na parte mediana ou na ponta, em um ou ambos os lados da nervura. O desenvolvimento apical torna-se completamente paralisado. Nesse estágio, as folhas novas que aparecem ficam dobradas e têm cor quase branca; caso se desenrolem, a parte perto da ponta morre e toma cor pardo-esbranquiçada. A cor verde escura das folhas velhas persistem até o ponto em que aparecem manchas cloróticas sobre os tecidos das folhas, velhas e jovens. Novos perfilhos são formados, os quais mostram sintomas parecidos a descritos. A planta inteira (incluindo os rebentos) parece um tufo (moita). O desenvolvimento das raízes é também afetado, porém, em menor grau em relação à deficiência de Mn ou de Zn. Os sintomas, de algum modo, lembram os causados por deficiência de Ca. A planta permanece viva por tempo considerável, mas a produção de sementes é baixa.

De acordo com GARG *et alii* (1979), a deficiência de B diminui o número de grãos por panícula. O teor crítico indicador de deficiência do elemento (durante a maturação) na palha de arroz é de 3,4 ppm, enquanto que o de toxidez é de 100. PONNAMPERUMA & YUAN (1966) verificaram toxidez de B em cultura no campo e que a quantidade nas folhas (na colheita) era de 80 ppm.

Os sintomas de toxidez de boro apresentam as seguintes características: clorose internerval, que tem lugar no ápice

das folhas velhas, especialmente ao longo das margens. Posteriormente, os sintomas progridem, formando manchas elípticas, de cor marrom escura; as folhas morrem e encurvam-se para cima (PONNAMPERUMA & YUAN, 1966; TANAKA & YOSHIDA, 1970).

Cobre

O requerimento de Cu e de Mo parece ser consideravelmente mais baixo que os demais micronutrientes, segundo KARIM & VLAMIS (1962).

Os sintomas de deficiência do Cu (solução nutritiva) aparecem a partir da 2a. semana que antecede ao florescimento. Inicialmente as folhas adquirem uma coloração verde azulada, para, posteriormente, aparecer uma clorose amarelo-claro perto do ápice. A clorose caminha para a base da folha, de ambos os lados de nervura central, seguida por uma necrose marrom-escura vinda do ápice. As folhas emergentes cessam o crescimento mantendo-se como uma agulha a folha inteira ou ocasionalmente pela metade; a base, no último caso desenvolve-se normalmente (KARIM & VLAMIS, 1962). Segundo os mesmos autores, o desenvolvimento dos rebentos e raízes que são originalmente vagarosos, com deficiência de cobre, param completamente neste estágio e o apical continua vagarosamente. A panícula torna-se muito curta e a parte de sementes, relativamente pequena. A cor verde azulada dos rebentos persistem até o amadurecimento e a maturação das sementes é retardada em torno de duas semanas. Muitas sementes racham e um grande número delas permanece verde até o fim, enquanto outras falham e adquirem a cor palha, característica de semente de arroz maduro.

De acordo com MALAVOLTA (1979), os teores críticos indicadores de deficiência e toxidez do arroz por Cu são, respectivamente, 6 e 30 ppm na palha, durante a maturação.

Ferro

O arroz é uma planta com altos requerimentos de Fe, e a ausência deste induz o aparecimento rápido de sintomas. Assim, em trabalhos conduzidos em solução nutritiva, é observa-

do que a partir da 2a. semana após o transplante, ocorre redução no crescimento e folhas jovens, crescidas em ausência de Fe, apresentam o ápice verde, mas a base com clorose. As pontas das folhas, com o avanço da deficiência, adquirem cor rosa pálido, com morte posterior. Nas folhas muito tenras, aparece uma coloração vermelha amarela entre as nervuras, que, em seguida, torna-se roxa (PEREIRA & VAZQUEZ, 1964). Em casos muito avançados de deficiência, as folhas chegam a branquear completamente (COSTA & SOUZA, 1972).

A deficiência de Fe estimula grandemente a formação de rebentos, porém, diminui aproximadamente em 50% a altura da planta, em 37% o peso seco da parte aérea e em 43% o peso seco das raízes. A % de N, P, K, Ca e Mg são maiores que nas plantas não deficientes; entretanto, em mg/planta, estes são menores (PEREIRA & VAZQUEZ, 1964). De acordo com MALAVOLTA (1979) os teores críticos indicadores de deficiência e toxidez de Fe no arroz são, respectivamente, 70 e 300 ppm, para a fase de perfilhamento, obtidos na lâmina foliar.

PONNAMPERUMA *et alii* (1955), através de ensaios em casa de vegetação, verificaram que as plantas com toxidez de Fe apresentaram manchas vermelhas escuras nas folhas velhas, levando-se ao secamento. O sintoma aparece quando a concentração de Fe na solução do solo excede a 350 ppm. Os sintomas variam com a variedade (PONNAMPERUMA & CASTRO, 1972) e com o solo (TANAKA & YSHIDA, 1970). A descoloração da folha varia de laranja claro até laranja e de marrom a púrpura. Dentre os fatores de solo, os mais importantes na toxidez de Fe são: conteúdos de K e P e o de bases trocáveis. O excesso de Fe reduz a absorção e transporte de outros elementos, destacando-se N, P, K, Ca, Mg e Zn.

Manganês

A quantidade de Mn exigida pelo arroz é semelhante à de Zn e cerca de 25% do extraído é exportado. A deficiência não é muito comum nos solos ácidos das regiões tropicais, devido à concentração alta do elemento na solução do solo.

KARIM & VLAMIS (1962) verificaram que os sintomas de

deficiência de Mn apareceram a partir da 3a. semana após o transplante. As folhas novas passaram a apresentar listras internervais alternadas entre amarela e verde e as folhas velhas tornaram-se cloróticas. As listras desenvolveram-se do ápice para a base das folhas, paralelas às nervuras e posteriormente apareceram manchas necróticas marrom escuras sobre estas folhas. As folhas velhas que inicialmente não apresentavam sintomas, passaram a ter listras cloróticas. As folhas novas emergentes tornaram-se curtas e estreitas, com severa clorose. PEREIRA & VEZQUEZ (1964) verificaram que a deficiência do elemento reduziu a altura e pesos seco da parte aérea e raiz das plantas. Observaram ainda maiores % de N, P, K e Mg na matéria seca do que as obtidas em plantas não deficientes; porém, a quantidade total absorvida por planta foi menor.

Os teores críticos indicadores de deficiência de Mn no arroz são, respectivamente, 20 e 2500 ppm, durante o perfilhamento (MALAVOLTA, 1979). Segundo TANAKA & YOSHIDA (1970), em certos solos, o conteúdo de Mn na planta pode alcançar 3000 ppm; quantidades suficiente para indicar toxicidade, porém, a planta não mostra qualquer sintoma visível. Sobre estas condições, as plantas produzem normalmente.

Molibdênio

A quantidade de Mo exigida pelo arroz para um bom desenvolvimento é muito pequena (SPRAGUE, 1964), porém, na deficiência, a produção reduz-se consideravelmente.

Os sintomas de deficiência obtidos em solução nutritiva começam a ocorrer a partir da 5a. semana após o transplante, pelo aparecimento da cor verde amarelo pálido nas folhas. Algumas tornam-se retorcidas e as mais velhas adquirem uma clorose amarela em suas pontas, a qual inclina-se ao longo das margens. O perfilhamento cessa, mas a parte aérea e raízes continuam a crescer; porém, clorose e necrose continuam a aparecer em muitas folhas, jovens e velhas. Posteriormente, todas as folhas tornam-se afetadas e secam antes da colheita. A produção é consideravelmente reduzida (54% menor que no tratamento completo), mas o desenvolvimento da parte aérea e radicu-

lar é grande. No final, verifica-se que o peso seco total das plantas deficientes em Mo é maior que das não deficientes, apesar do peso seco da raiz ser menor. A palha das plantas normais apresentam entre 0,86 e 1,02 ppm de Mo, enquanto a de plantas deficientes contém 0,35-0,50 ppm ou menos (KARIM & VLAMIS, 1962).

Zinco

Dentre os micronutrientes, o Zn é o requerido em maior quantidade pelo arroz, e cerca de 1/3 do extraído é exportado para o grão.

KARIM & VLAMIS (1962) verificaram que a deficiência de Zn ocorre a partir da 2a. ou 3a. semana. Inicialmente, observaram uma descoloração da nervura principal na base das folhas mais jovens, dando a estas uma coloração amarela. Em seguida, surgia uma necrose castanha escura na parte superior, próximo às pontas. Os sintomas evoluíram até necrose total das folhas. Neste estágio, com a planta raquítica, as folhas mais velhas começaram a morrer. A emergência de novas folhas mostraram sintomas com cinco a seis semanas e, em seguida, morte das plantas. As raízes tornaram-se fibrosas e relativamente flexíveis, com crescimento (em comprimento e em volume) seriamente afetado, porém, menos severo em relação ao de Mn. As plantas deficientes do elemento não apresentaram perfilhos. Nenhuma semente foi produzida e apresentou 6-7 folhas/planta. O peso seco de 4 plantas foi de apenas 1,5 g, contra 168,9 para o tratamento completo.

A descrição da sintomatologia de deficiência de Zn efetuada por KARIM & VLAMIS (1962) é muito semelhante às de SOUSA & HIROCE (1971), FLOR *et alii* (1974) e FAGERIA (1976). Os sintomas visuais são notados até o nível de 15 ppm do elemento na matéria seca (SOUSA & HIROCE, 1971).

No presente trabalho procurou-se estudar o efeito das deficiências de B, Cu e Zn na morfologia, crescimento e composição mineral das variedades IAC-27 e IAC-45 visto que esses três micronutrientes são os que, com maior frequência, se mostraram em falta nos solos brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), durante o período de fevereiro a julho de 1981, utilizando-se arroz (*Oryza sativa* L.), variedades (AC-25 e IAC-47, de ciclos precoce, e médio, respectivamente, procedentes do Instituto Agronômico de Campinas, SP (BANZATTO *et alii*, 1978).

Obtenção das mudas

No dia 09/02/1981, procedeu-se à sementeira, distribuindo-se uniformemente 300 sementes das duas cultivares em bandejas separadas, contendo uma camada de vermiculita, com cerca de 5 cm de espessura. As sementes foram previamente desinfestadas, permanecendo 5 minutos em água sanitária diluída a 1+10; posteriormente lavadas três vezes com água destilada. Após a sementeira, cobriu-se as sementes com uma camada de vermiculita de 1 cm de espessura. Em seguida, as bandejas foram umedecidas com uma solução de sulfato de cálcio desidratado, 10^{-4} ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10^{-4}M). Finalmente, cobriu-se as bandejas com plástico transparente, até a germinação.

Após 6 dias, completou-se a germinação, sendo esses recipientes levados à casa de vegetação, onde permaneceram por mais 4 dias. Nessa fase, as plantinhas, com 5-10 cm de altura, foram transplantadas em bandejas de 30 litros de capacidade, contendo a solução nº 2, de HOAGLAND & ARNON (1950), diluída a 1+5. As plantas foram ajustadas à bandeja por meio de uma placa de duratex perfurada, sendo colocadas duas plantas por furo e presas com pedaços de espuma, na altura do colo. Em seguida, ligou-se o sistema de aeração na solução e as plantas permaneceram assim por mais 5-6 dias. Dez dias após a germinação, as plantas (em número de capacidade), foram transferidas para vasos plásticos de 1 litro de capacidade, contendo a mesma solução.

Instalação do experimento

Com aproximadamente 3 semanas após a germinação, insta-

lou-se o experimento. Para tanto, foram preparadas as soluções nutritivas correspondentes aos diversos tratamentos e colocadas em vasos plásticos de um litro de capacidade, previamente etiquetados. O volume de cada vaso foi completado com água destilada, de modo que todos tivessem, inicialmente, 1 litro de solução. O preparo das soluções correspondentes aos diversos tratamentos encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição das soluções nutritivas

Solução estoque	ml/l de solução nutritiva			
	Completo	-B	-Cu	-Zn
NH ₄ H ₂ PO ₄ M	1	1	1	1
KNO ₃ M	6	6	6	6
Ca(NO ₃) ₂ M	4	4	4	4
MgSO ₄ M	2	2	2	2
Solução a	1	0	0	0
Fe-EDTA	1	1	1	1
2,86g H ₃ B ₃ O ₃ /l	0	0,1	1	1
0,22g ZnSO ₄ .7H ₂ O/l	0	1	1	0
0,08g CuSO ₄ .5H ₂ O/l	0	1	0	1
1,81g MnCl ₂ .4H ₂ O/l	0	1	1	1
0,02g H ₂ MoO ₄ .H ₂ O/l	0	1	1	1

Com as soluções nos vasos, as plantas foram ajustada, duas em cada vaso, com pedaços de espuma, na altura do colo. Os vasos foram levados para casa de vegetação e acopladas ao sistema de aeração, onde permaneceram durante o período do experimento.

Condução e amostragens

Os vasos tinham suas soluções nutritivas, diariamente completadas com água destilada, de forma a manter o mesmo volume de solução em casa vaso; igual cuidado com a manutenção

do sistema de aeração. A cada sete dias, foram contados o número de folhas, de perfilhos e medidas as alturas das plantas em cada vaso.

Logo na 1a. semana após a instalação, observou-se a incidência de ácaro rajado, tendo recebido todo o experimento pulverizações com o acaricida "Fundez - 800" + "extravon - 200", nas dosagens recomendadas. Após a aplicação inicial, foram feitas mais 6 até a colheita, espaçadas entre 10 e 15 dias, conforme a incidência do ácaro, com o acaricida "Fundal" + "extravon-200" (espalhante e adesivo), nas mesmas dosagens acima descritas.

Três semanas após a instalação do experimento, procedeu-se à primeira renovação da solução nutritiva, seguindo o mesmo procedimento adotado na instalação. Em seguida, as plantas foram transferidas para vasos plásticos com capacidade de 2 litros. Fez-se mais duas renovações das soluções (4a. e 10a. semanas, respectivamente da instalação).

A colheita foi feita no fim do ciclo no caso dos tratamentos completo e -Cu e quando se acentuaram os sintomas de carência nos demais casos.

Nas diferentes partes das plantas se fez a análise mineral por métodos de rotina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MALAVOLTA (1980) cita que os sintomas de deficiência de boro apresentam-se primeiro nos órgãos mais jovens das plantas. KARIM & VLAMIS (1962) observaram que os sintomas de deficiência de B aparecem a partir da 4a. semana após o transplante. A análise visual das plantas -B, no presente trabalho, confirmaram as observações dos autores acima citados. Na folha observaram-se manchas cloróticas longitudinais no final do terço médio do limbo e um ligeiro enrugamento da folha no lugar da clorose. Observou-se também necrose apical de folhas adultas, e as plantas, no final do ciclo, como tamanho reduzido, comparadas com as do tratamento completo.

O exame da Tabela 2 mostra reações diferentes das duas variedades diante dos tratamentos empregados:

- (1) a var. IAC-47 mostrou maior redução no número de folhas e no número de perfilhos nas condições de carência;
- (2) em termos de produção de matéria seca o mesmo ocorre.

Tabela 2 - Dados de crescimento

Variável	Tratamento			
	completo	-B	-Cu	-Zn
	IAC - 25			
Nº de folhas/planta*	33	29	29	27
Nº de perfilhos/planta*	3	7	6	6
Matéria seca**				
g/planta	13,99	5,98	9,82	7,36
relativa	100	42	71	53
	IAC - 47			
nº de folhas/planta*	40	27	25	28
Nº de perfilhos/planta*	11	3	5	4
Matéria seca**				
g/planta	32,05	5,99	16,29	6,18
relativa	100	19	50	19

* aos 50 dias

** na colheita.

A produção de grãos (g/planta), incluída no cálculo da matéria seca, foi a seguinte, respectivamente para a variedade IAC-25 e para a IAC-47;

Completo	- 4,79 e 12,17
- B	- 0 e 0
- Cu	- 0 e 2,93
- Zn	- 0 e 0

A Tabela 3 mostra o efeito do tratamento -B na composição mineral. Pode-se admitir que no estágio de espigamento os teores 13 e 25 ppm indique deficiência de B.

Tabela 3 - Efeitos do tratamento "menos boro" nos teores de Ca e B em diferentes partes do arroz, IAC 25 e IAC 47, com o tratamento "completo".

Tratamento	Parte	Nutriente		Teor relativo	
		Ca (%)	B (ppm)	Ca	B
	IAC 25				
Completo (18/05/81)	Raiz	0,37	30	27,20	26,56
	Colmo	0,28	13	20,59	11,50
	Folhas	0,51	57	37,50	50,44
	Panícula	0,20	13	14,71	11,50
	Grãos				
- B (04/05/81)	Raiz	0,26	20	7,86	20,84
	Colmo	0,21	11	6,37	11,46
	(1) Folhas	1,57	23	47,58	23,96
	(2) Folhas	0,79	22	23,94	22,90
	Panícula	0,47	20	14,25	20,84
	IAC 47				
Completo	Raiz	0,71	15	25,82	16,48
	Colmo	0,26	12	9,45	13,18
	Folhas	1,43	42	52,00	46,16
	Panícula	0,35	22	12,73	24,18
	Grãos				
- B	Raiz	0,28	15	10,53	22,06
	Colmo	0,24	15	9,02	22,06
	(1) Folhas	1,31	25	49,25	36,76
	(2) Folhas	0,83	13	31,20	19,12

(1) Folhas inferiores

(2) Folhas superiores

Os sintomas de deficiência de Cu iniciaram na 2ª e 5ª semanas após o transplante, respectivamente para IAC-25 e IAC-47. Houve o aparecimento de uma cor verde clara nos espaços internervais e uma clorose no ápice e bordo das folhas mais velhas. A área clorótica tornou-se necrosada, seguindo em direção à base da folha até ocupá-la totalmente, causando sua morte. As mais novas passaram a apresentar uma cor verde intensa, tornando-se verde-azulada em estádios mais avançados da deficiência. Posteriormente, as folhas verde-azuladas tornaram-se amarelas pardas, ferruginosas e, finalmente, algumas morreram. Tais sintomas foram semelhantes aos descritos por KARIM & VLAMIS (1962).

O efeito da falta de Cu no crescimento do arroz pode ser visto na Tabela 2. A Tabela 4, por sua vez dá os teores de Cu, Fe, Mn e Zn encontradas no fim do ciclo nas plantas dos tratamentos "Completo" e com deficiência de Cu. Observa-se que na var. IAC-25 os teores de Cu foram semelhantes aos encontrados nas plantas do tratamento Completo.

Na 2ª semana após o transplante, observou-se uma clorose no ápice das folhas da IAC-47, posteriormente ela caminhou para a base das folhas. O sintoma apareceu 15 dias mais tarde na IAC-25. Observou-se também o aparecimento de estrias vermelhas com aparente inibição do crescimento de folhas novas. Aos 44 dias, ambos os cultivares apresentavam também clorose marginal, com morte do ápice e margens das folhas velhas. Aos 50 dias notou-se um acentuado encurvamento das folhas da IAC-25, e na IAC-47 foram constatadas manchas marrons nas margens das folhas velhas, que apareceram 10 dias mais tarde na IAC-25. Os sintomas de deficiência observados estão em acordo com os descritos por KARIM & VLAMIS (1962), SOUZA & HIROCE (1971) e por FAGERIA (1976).

A carência de Zn não afetou o número de perfilhos da IAC-25 e reduziu na IAC-47 (Tabela 2). Quanto ao número de folhas, a falta de Zn também foi mais sentida pela IAC-47. Na Tabela 2 observa-se que a produção relativa de m.s. foi menor na IAC-47.

A Tabela 5 mostra a influência da falta de Zn na composição mineral. Os dados sugerem que no estágio de espigamento cerca de 20 ppm de Zn nas folhas indiquem deficiência.

Tabela 4 - Teores de Cu, Fe, Mn e Zn no fim do ciclo (ppm)

Tratamento	Parte	Cu		Fe		Mn		Zn	
		IAC-25	IAC-47	IAC-25	IAC-47	IAC-25	IAC-47	IAC-25	IAC-47
Completo	Raiz	35	26	580	582	46	21	46	48
	Colmo	28	22	139	181	48	48	45	40
	Folhas	24	23	281	305	296	168	38	35
	Raque	17	16	171	214	27	11	35	28
	Grãos	14	13	44	43	42	25	29	38
- Cu	Raiz	37	36	715	214	28	20	71	42
	Colmo	14	14	68	183	24	35	26	36
	Folhas	30	17	368	285	242	172	46	39
	Grãos	-	12	-	40	-	30	-	41

Tabela 5 - Efeito do tratamento "menos zinco" nos teores de Cu, Fe, Mn e Zn em diferentes partes do arroz IAC-25 e IAC-47, comparado com o tratamento completo

Tratamento	ppm Nutrientes					Teor relativo				
	Cu	Fe	Mn	Zn		Cu	Fe	Mn	Zn	
Completo (18/05/81)	IAC 25									
	Raiz	21	711	30	33	35,00	64,88	9,68	34,38	
	Colmo	13	105	44	18	21,67	9,58	14,20	18,75	
	Folhas	18	228	209	24	30,00	20,81	67,42	25,00	
	Paníc.	8	52	27	21	13,33	4,73	8,70	21,87	
- Zn (04/05/81)	Grãos									
	Raiz	21	499	16	31	26,25	47,08	4,41	29,81	
	Colmo	8	80	23	13	10,00	7,55	6,34	12,50	
	(1) Folhas	27	275	238	31	33,75	25,95	65,57	29,80	
	(2) Folhas	19	147	58	19	23,75	13,87	15,98	18,27	
	Paníc.	5	59	28	10	6,25	5,55	7,70	9,62	
Completo	Grãos									
	IAC 47									
	Baiz	20	1324	28	23	41,66	80,10	9,97	27,06	
	Colmo	7	69	37	16	14,59	4,18	13,17	18,83	
	Folhas	15	179	165	31	31,25	10,33	58,72	22,36	
	Paníc.	6	81	51	27	12,50	4,89	18,14	31,75	
- Zn	Grãos									
	IAC 47									
	Raiz	24	417	18	23	33,81	40,61	6,23	20,18	
	Colmo	8	142	32	42	11,27	13,83	11,08	36,85	
	(1) Folhas	25	317	211	19	35,22	30,87	73,01	27,20	
	(2) Folhas	14	151	28	18	19,70	14,69	9,68	15,77	

(1) Folhas inferiores

(2) Folhas superiores

*SUMMARY*STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT.
XIII. EFFECTS OF THE DEFICIENCIES OF MICRONUTRIENTS
ON THE VARIETIES IAC-25 AND IAC-47

Rice plants were grown in nutrient solution either in the presence or in the absence of B, Cu and Zn. The symptoms of deficiency were usually in agreement with those described in the literature. Growth of the variety IAC-47 (number of leaves, tillering and total dry matter) was relatively more affected; this variety, however did produce grains under the minus Cu treatment (one fourth of the yield observed in the "complete" treatment), which did not happen in the case of the other variety. At the beginning of the grain filling period the following leaf contents could be considered as indication of deficiency: B-13 to 25 ppm; Zn-20 ppm; no conclusion could be drawn with respect to Cu levels.

Co-autores: estudantes de pós-graduação: A. Flório, A. P. Orellana, A.A. Frenhani, A.T. Silva, B.N. Rodrigues, C. Nóbrega, D.F. Azeredo, E.M. Paulo, H.H.G. Pereira, I.F. Carneiro, J.V. Ramos, J.C.D. Chaves, L.H.G. Chaves, L.A. Daniel, N.A. Costa, P.N.A. Berto, P.S. Katayama, P.M. Santos, R.A. Arevalo, R.L. Rufino, R.V. Naves, J.S.T. Leite, S.R.S. Stipp, W. Amaral.

LITERATURA CITADA

- BANZATTO, N.V.; AZZINI, L.E.; SOAVE, J.; SOUZA, D.M. de; ROCHA, T.R. da; ALOISE SOBRº, J., 1978. **IAC 47, novo cultivar de arroz de sequeiro**, Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo, 9 p.
- COSTA, A.S.; SOUZA, D.M., 1972. Clorose do arroz devida à deficiência de ferro em solo Latossolo Roxo de Campinas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Fortaleza, 2 p.

- FAGERIA, K.N., 1976. Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa Arroz-Feijão, Goiânia, 27 p.
- FLOR, M.C.A.; CHEANEY, R.; NEIRA, P.S., 1974. O problema da deficiência do zinco em arroz. *Lavoura Arrozeira* 27 (282): 20-23.
- GARG, O.K.; SHARMA, A.N.; KONA, G.R.S.S., 1979. Effect of boron on the pollen vitality and yield of rice plants (*Oryza sativa* L. var. Jaya). *Plant and Soil* 52: 591-594.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exp. Sta. Cir.* 347.
- KARIM, A.Q.M.B.; VLAMIS, J., 1962. Micronutrient deficiency symptoms of rice grown in nutrient culture solutions. *Plant and Soil* 16(3): 347-360.
- MALAVOLTA, E., 1979. **Nutrição mineral e adubação do arroz de sequeiro**, Ultrafertil, Ed. Franciscana, São Paulo, 37 p.
- MALAVOLTA, E., 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**, São Paulo, Ceres, 252 p.
- PONNAMPERUMA, F.N.; BRADFIELD, R.; PEECH, M., 1955. Physiological disease of rice attributed to iron toxicity. *Nature* 175: 265.
- PONNAMPERUMA, F.N.; CASTRO, R.U., 1972. Varietal resistance to injurious soils. In: *Rice Breeding. The Int. Rice Res. Inst., Phillipines*, p. 677-684.
- PONNAMPERUMA, F.N.; YUAN, W.L., 1966. Toxicity of boron to rice. *Nature* 211(5050): 780-781.
- PEREIRA, J.F.; VAZQUEZ, A.C., 1964. **Sintomas de las deficiencias de algunos minerales en plantas de arroz cultivadas en solución nutritiva**, Min. Agr. y Ganaderia, 17 p.. (Boletim Técnico, 48).

SOUZA, D.M.; HIROCE, R., 1971. Deficiência de zinco na cultura do arroz. *Lavoura Arrozeira* **261**: 37-43.

SPRAGUE, H.B., 1964. **Hunger sings in crops: a symposium**, New York, 461 p.

TANAKA, A.; YOSHIDA, S., 1970. **Nutritional disorders of the rice plant in Asia**. The International Rice Research Institute, Phillipines, 51 p.