

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ.  
VII. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS VARIEDADES IAC-25 E IAC-47 \*

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

*RESUMO*

As exigências nutricionais das variedades de arroz IAC 25 e IAC 47 foram determinadas analisando-se os diferentes órgãos de plantas cultivadas em solução nutritiva até o fim do ciclo.

Verificou-se serem distintas as exigências, maior na IAC 47 (mais tardia) que deu também maior produção de grãos com casca.

---

\* Com ajuda da FAPESP e do CNPq. Recebido para publicação em 14/12/1981.

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

\*\*\* Estudantes de Pós-Graduação.

\*\*\*\* Auxiliar de laboratório, CENA-USP

\*\*\*\*\* Técnicos dos Laboratórios, Dep. de Química, ESALQ/USP.

## INTRODUÇÃO

Como fonte de carboidrato, o arroz é das mais importantes culturas para a população brasileira. Sua produtividade no País é pequena: 1 t/ha para o de sequeiro e cerca de 3 para o irrigado (uns 10% do total). Os rendimentos variam, nas diferentes regiões dentro dos seguintes limites: 3-6 t/ha no Japão, Coréia, Formosa, Austrália, E.U.A., Países do Mediterrâneo; 1-2 t/ha na Ásia Tropical, África (excluído o Egito) e América Latina (MALAVOLTA, 1979).

Pelos dados da Tabela 1, verifica-se que o arroz é relativamente exigente em elementos minerais. As explorações para o grão são de cerca de 1/3 e 3/4 dos totais de N e P absorvidos; apenas 20% do K total e cerca de 15% do Ca e 5% do Mg.

FURLANI *et alii* (1977) concluíram que para uma produção média de 8513 kg/ha de m.s. na parte aérea são extraídas dos solos as seguintes quantidades (gm g/ha de micronutrientes) : 77,7 de B, 38,1 de Cu, 1134,1 de Fe, 430,6 de Mn e 308,3 de Zn.

No presente trabalho determinou-se as exigências minerais comparadas de duas variedades brasileiras cultivadas em condições controladas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em casa de vegetação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, período de fevereiro a julho de 1981, utilizando-se arroz, cultivares IAC 25 e IAC 47 de ciclos precoces e médio respectivamente, como plantas de estudo, cultivadas em solução nutritiva.

As plantas germinaram num substrato de vermiculita umidificada com solução de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $10^{-4}\text{M}$ . Completada a germinação (6 dias), as platinhas, após 5-10 cm, foram transferidas para bandejas de 30 l contendo a solução nutritiva nº 2 de HOAGLAND & ARNON (1950), diluição 1+5, onde permaneceram

Tabela 1 - Extração de nutrientes pelo arroz, segundo diversos autores

Autor	Produção (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg
NOVELLI (1928) (Itália)	7500	122,0	52,7	78,0	45,6	-
Totais						
GARBOUA (1954) (Egito) (baixada)						
Grãos	3200	71,0	7,4	10,8	1,3	0,3
Palha (m.s.)	5500	21,0	2,7	48,1	7,4	6,6
Totais	8700	92,0	10,0	58,9	8,6	6,9
JACK (s/data) (Malásia)						
Totais	3250	77,1	5,0	67,4	-	-
SHARSABUDHI (Índia)						
Totais	-	32,4	10,1	57,7	23,2	-
VAN ROSSEN (1917) (Java)						
Grãos	1900	23,0	5,2	10,0	1,4	2,4
Palha (m.s.)	4900	22,0	6,1	41,5	9,3	3,6
Totais	6800	45,0	10,0	51,4	10,7	6,0
GARDANTINI e BLANCO (1965) (Brasil)						
Grãos	4300	18,0	11,7	1,0	1,5	5,5
Palha (m.verde)	39350	97,0	6,9	122,5	33,5	36,4
Totais	43650	115,0	18,0	123,5	3,5	41,9
FURLANI <i>et alii</i> (1965) (Brasil)						
Grãos	4155	48,5	8,2	101,2	4,3	4,2
Palha (m.verde)	5191	34,3	6,3	19,9	18,2	3,4
Totais	9341	82,8	14,5	119,1	22,5	7,6

(\*) À exceção de FURLANI *et alii* (1977), os demais autores acima são citados por Malavolta *et alii*

por 10 dias, fixadas pelo colo com espumas plásticas e com a solução arejada 14 dias após a germinação as plantas foram transplantadas para vasos plásticos de 1 litro contendo a solução nutritiva permaneceram mais 9 dias quando transferidas para vasos plásticos individuais (2 planta/vaso), com arejamento contínuo e solução nutritiva, conforme Tabela 2, completada a 1 l com água destilada. Empregou-se 10 repetições.

Tabela 2 - Composição das soluções nutritivas

Solução estoque	ml/l	
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> M	1	Solução <u>a</u> : 2,86g H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ; 1,81g MnCl <sub>2</sub> ; 0,22g ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O; 0,08 g CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O e 0,02g H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> em 1 l.
KNO <sub>3</sub> M	6	
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O M	4	
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O M	2	
Solução <u>a</u>	1	Solução <u>b</u> : 26,1g EDTA, 266 ml NaOH N e 24,9g FeS <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (completar a 1 litro)
Solução <u>b</u>	1	

#### *Condução do ensaio*

Os vasos tinham a solução completada diariamente, bem como manutenção do sistema de aeração. Perfilhamento e n<sup>o</sup> de folhas eram anotados semanalmente. Observou-se ataque de ácaro, 30 dias após a germinação que se prolongou necessitando de 6 aplicações com defensivo específico, espaçadas de 15 dias. 3 semanas após a individualização das plantas, procedeu-se à primeira renovação da solução nutritiva, com a composição para 2 l (com substituição de vasos para esta capacidade). Mais duas renovações, deste modo foram feitas, 4<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> semanas após a 1<sup>a</sup> renovação.

#### *Colheita e análises químicas*

A produção foi determinada com o material das diversas partes da planta seco em estufa (70-80°C até peso constante), no fim do ciclo.

Os teores dos elementos foram obtidos mediante os métodos analíticos seguintes: nitrogênio, por digestão e destilação Kjeldahl, fósforo e potássio, extraídos por digestão nitro-perclórica e determinados por colorimetria e fotometria e chama respectivamente; cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco, por digestão nitro-perclórica e determinadas por absorção atômica; e o boro colorimetria, reação com curcumina no extrato clorídrico da cinza.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 dá os teores de macro e micronutrientes encontrados nas diferentes partes.

Os teores de Mo na variedade ICA 25 foram

<u>parte</u>	<u>ppm</u>
raiz	1,7
colmo	1,7
folhas	2,5
grãos	1,7

A Tabela 4 mostra que os dados obtidos refletem as exigências de nutrientes e produção de matéria seca, totais e por partes da planta das cultivares. Os valores estão apresentados em kg/ha e g/ha respectivamente para macro e micronutrientes, e para isso considerou-se 250.000 plantas por hectare, em acordo com SOARES *et alii* (1979).

Esses dados permitiram calcular as exigências e exportação de nutrientes para a produção de 1 t de arroz em casca pelos dois cultivares, mostradas na Tabela 5.

Para a produção de 1.197,5 kg de grãos e 3.562,5 kg de m.s. total por ha, pelo cultivar IAC 25, a exigência nutricional refletida na Tabela 4 mantém certa coerência com os valores obtidos por GARGANTINI & BRANCO (1965), FURLANI *et alii* (1977), MALAVOLTA e MEDEIROS (1980); melhor aproximação de valores ocorre com a exigência do cultivar IAC 47, que produziu

Tabela 3 - Variação no teor dos elementos (macro em % e ppm em micro) das duas cultivares

DAG	Cultivar	Parte planta	%						ppm					
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
110	IAC 25	Raiz	1,79	0,49	2,32	0,29	0,23	0,19	45	35	588	46	46	
		colmo	1,86	0,36	5,13	0,27	0,50	0,24	29	29	139	32	45	
		folhas	2,87	0,29	1,56	1,69	0,89	0,21	72	24	281	296	38	
		raquis	-	0,28	1,53	0,51	0,67	0,23	-	17	171	27	35	
		grão	2,05	0,41	0,64	0,15	0,25	0,14	22	14	44	42	29	
140		raiz	1,27	0,23	0,88	0,43	0,19	0,27	8	26	582	20	47	
		colmo	1,24	0,23	2,03	0,44	0,50	0,21	14	21	130	48	40	
		folhas	1,89	0,19	1,22	1,87	1,23	0,27	33	18	305	168	35	
		raquis	1,30	0,13	1,07	0,22	0,32	0,25	9	16	214	11	28	
		grão	1,90	0,38	0,54	0,11	0,21	0,16	4	14	42	24	38	

Tabela 4 - Exigências de nutrientes e produção de matéria seca dos dois cultivares<sup>1</sup>

Parte da planta e cultivar	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	kg/ha		
													Produção	Matéria seca	
<b>Raiz</b>															
IAC 25	435,0	7,8	2,1	10,1	1,3	1,0	0,8	19,6	15,2	255,8	20,0	20,0	20,0		
IAC 47	975,0	12,4	2,2	8,6	4,2	1,8	2,6	7,8	25,3	567,4	19,5	46,8	46,8		
<b>Colmo</b>															
IAC 25	1095,0	20,4	3,9	56,2	2,9	5,5	2,6	31,7	31,7	152,2	35,0	49,3	49,3		
IAC 47	2585,0	32,0	2,9	52,5	11,4	12,9	5,4	36,2	54,3	336,0	124,1	103,4	103,4		
<b>Folhas</b>															
IAC 25	800,0	23,0	2,3	12,5	13,5	7,1	1,7	57,6	19,2	224,8	236,8	30,4	30,4		
IAC 47	1297,5	24,5	2,5	15,8	24,3	15,9	3,5	42,8	23,3	395,7	218,0	45,4	45,4		
<b>Raquis</b>															
IAC 25	35,0	-	0,1	0,5	0,2	0,2	0,1	-	0,6	6,0	0,9	1,2	1,2		
IAC 47	110,0	1,4	0,1	1,2	0,2	0,3	0,3	1,0	1,8	23,5	1,2	3,1	3,1		
<b>Grãos (c/casca)</b>															
IAC 25	1197,5	24,5	4,9	7,7	1,8	3,0	1,7	26,3	16,8	52,7	50,3	34,7	34,7		
IAC 47	3040,0	59,9	11,5	16,4	3,3	6,4	4,9	12,2	39,5	127,7	73,0	115,5	115,5		
<b>Total</b>															
IAC 25	3562,5	75,7	13,3	87,0	19,7	16,8	6,9	135,2	83,5	691,5	343,0	135,6	135,6		
IAC 47	8007,5	129,3	19,2	9,45	43,4	37,3	16,6	100,0	144,2	1450,3	435,8	314,2	314,2		

<sup>1</sup> Produção calculada em 250.000 plantas/ha, segundo SOARES *et alii* (1979).

Tabela 5 - Exigências e exportação de nutrientes para produção de 1 t de arroz em casca pelos dois cultivares

Cultivar	kg							g				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
IAC 25												
Exigência	63,2	11,1	72,6	16,4	14,0	5,8	113,0	69,7	577,4	286,4	113,2	
Exportação	20,5	4,1	6,4	1,5	2,5	1,4	22,0	14,0	44,0	42,0	29,0	
IAC 47												
Exigência	42,5	6,3	31,1	14,3	12,3	5,5	32,9	47,4	477,1	143,4	103,3	
Exportação	19,4	3,8	5,4	1,1	2,1	1,6	4,0	13,0	42,0	24,0	38,0	



um total de m.s. de 8.007,5 kg e 3.040 kg/ha de grãos em casca.

Pela Tabela 5 observa-se que os nutrientes exigidos e exportados para a produção de 1 t de arroz em casca pelos dois cultivares obedecem as ordens decrescentes seguintes:

Exigência IAC 25:  $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe \equiv Mn > Zn > B > Cu$   
 IAC 47:  $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe \equiv Mn > Zn > Cu > B$

Exportação: IAC 25:  $N \gg K > P > Mg > Ca > S > Fe \equiv Mn > Zn > B > Cu$   
 $N \gg K > P > Mg > S > Ca > Fe > Zn > Mn \gg Cu \gg B$

Em função desses resultados, observa-se que a ordem decrescente obtida no caso das exigências nutricionais de ambos os cultivares, está em acordo com o relato por outros autores. No entanto, esta mesma concordância não foi obtida para a exportação de nutrientes para o grão, uma vez que outros autores apresentam uma ordem diferente, por exemplo:  $N > P > S > Ca > K > Mg > Mn > Fe$  (MALAVOLTA, 1979).

A extração total, por partes da planta, para os cultivares pode ser melhor visualizada através das Figuras 1 a 4, onde procurou-se representar, por meio de percentagens, a contribuição de cada nutriente às várias partes da planta para ambos cultivares. Comparou-se, para um dado elemento, entre os dois cultivares a parte da planta contendo a maior quantidade desse elemento, e a este máximo correspondeu 100%; de tal forma que a análise de cada uma destas figuras permite, além de conhecer em que parte de um dado cultivar há maior concentração de se elemento, também a extração dele em termos dos dois cultivares.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Em casa de vegetação foram estudados as exigências nu-

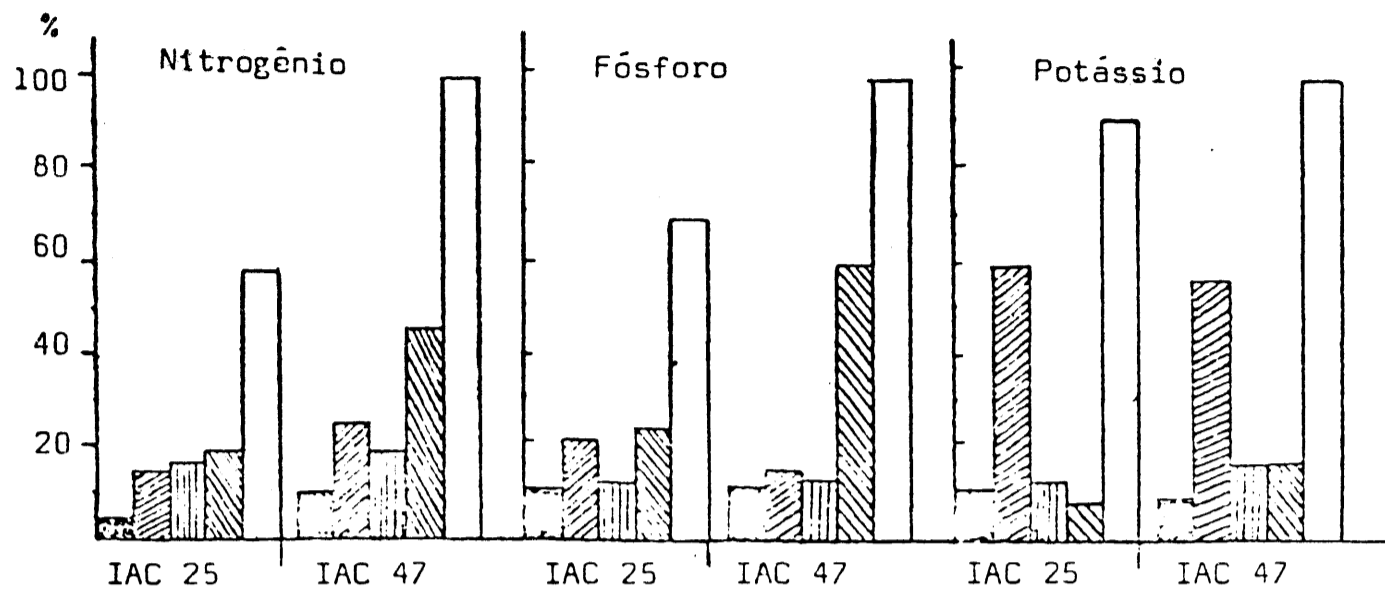
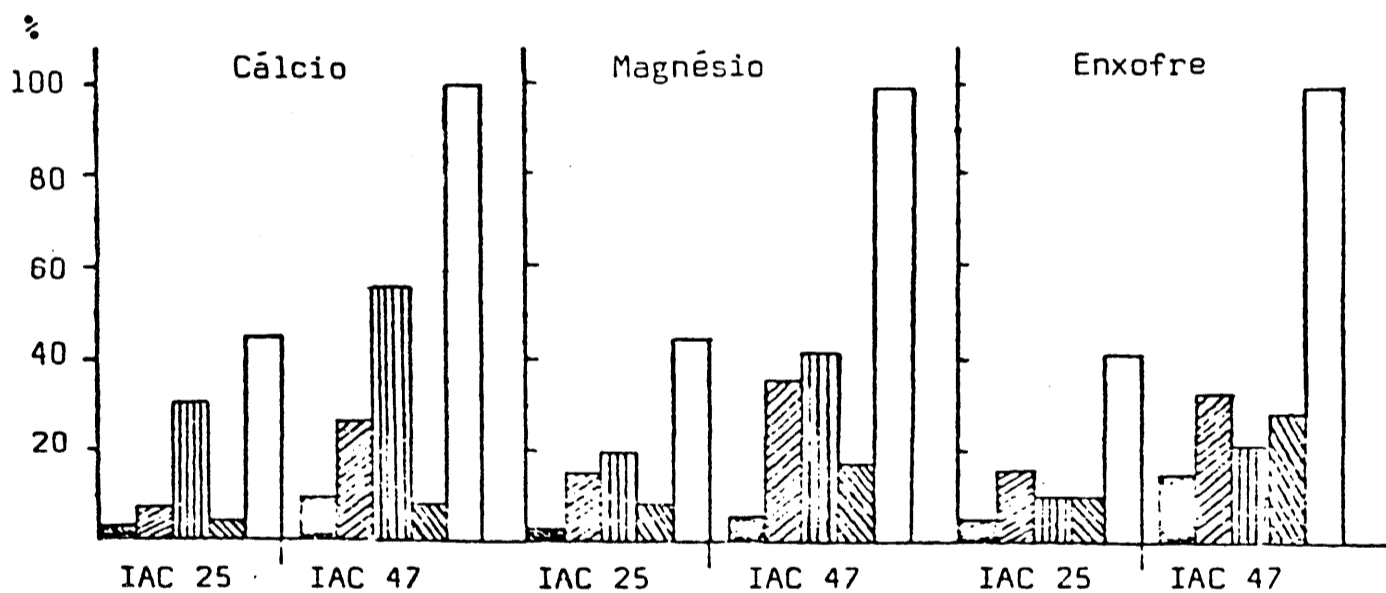


Figura 1 - Extração de N, P e K, total e por partes da planta



raiz
  colmo+raquis
  folhas
  grão
  total

Figura 2 - Extração de Ca, Mg e S, total e por partes da planta

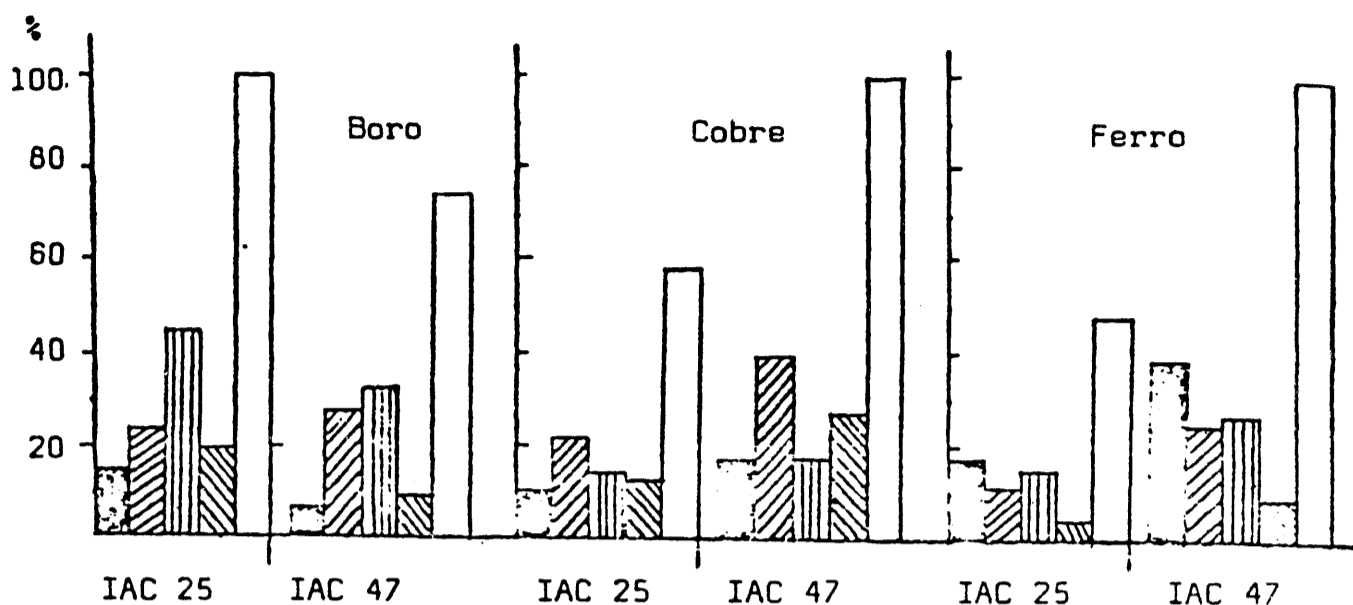
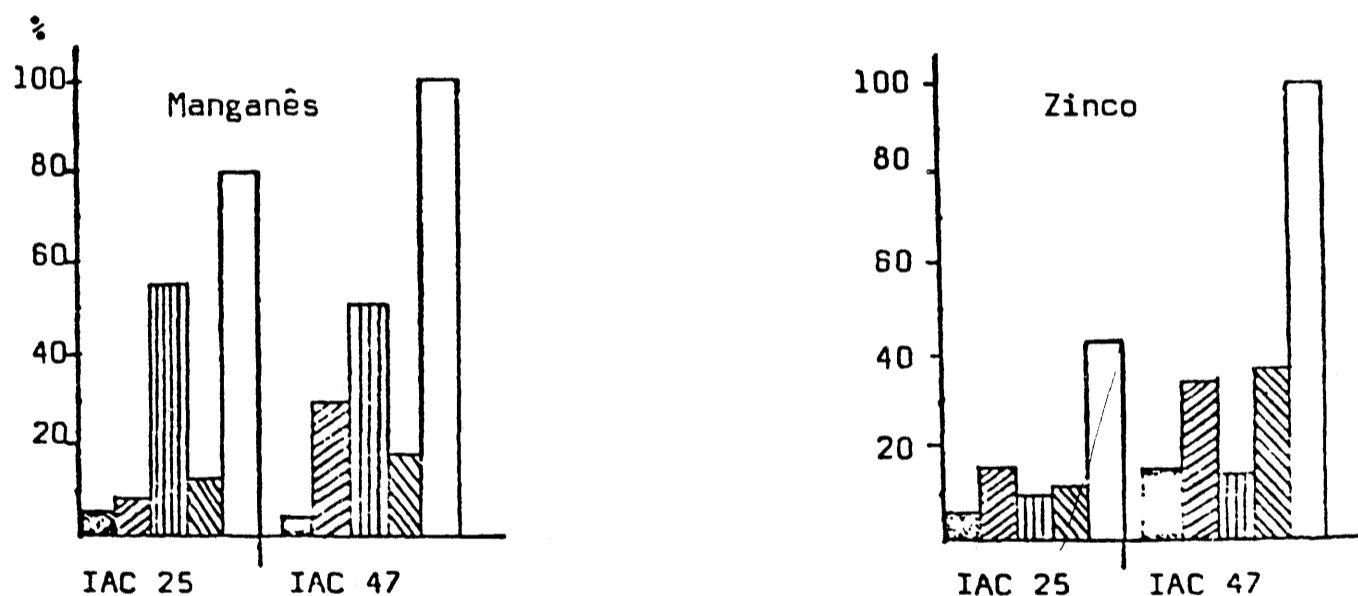


Figura 3 - Extração de B, Cu e Fe, total e por partes da planta.



raiz  
  colmo+raquis  
  folhas  
  grão  
  total

Figura 4 - Extração de Mn e Zn, total e por partes da planta.

tricionais da cultura de arroz (*Oryza sativa* L.), cultivares IAC 25 e IAC 47, em solução nutritiva. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões principais: a) a produção total da IAC 25 (produção total de matéria seca: 3.562,5 kg / ha, produção de grãos com casca: 1.197,5 kg/ha) foi menos de 50% da obtida pela IAC 47 (produção total de matéria seca: 8.007,5 kg/ha, produção de grãos com casca: 3.040 kg/ha). Como a produção de grãos foi de 40% da matéria seca acumulada e cada cultivar, a produção de grãos da IAC 47 foi aproximadamente o dobro da IAC 25; b) a) a exigência nutricional dos cultivares foi distinta, sendo a maior exigência da IAC 47 acompanhada de maior produção de grãos. Observou-se no entanto, semelhança nas tendências de exigências e exportação para o grão de nutrientes, para a produção de 1 t de arroz em casca, como se vê abaixo:

Exigência: IAC 25: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn >  
Zn  $\equiv$  B > Cu

IAC 47: N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn  $\equiv$   
Zn > Cu > B

Exportação: IAC 25: N > K > P > Mg > Ca > S > Fe  $\equiv$  Mn >  
Zn > B > Cu

IAC 47: N > K > P > Mg > Ca > S > Fe > Zn >  
Mn > Cu >> B

#### SUMMARY

#### STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT. VII. NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF THE VARIETIES IAC-25 AND IAC-47

Rice plants, varieties IAC 25 and IAC 47, were grown in nutrient solution till the end of the life cycle when they were analysed both for macro and micronutrients. Main conclusions were the following: IAC 47, higher yielding, showed larger requirements than IAC 25; for production (total) and export (grain), the demand for nutrients was the same in both varieties.

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

#### LITERATURA CITADA

- FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; AZZINI, L.E. SCHMIT, N.C., 1977. Composição química de três cultivares de arroz. *Bragantia* **36**(8): 109-115.
- HOAGLAND, D.R.; HARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exp. Sta. Circ.* 347.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C. 1974. **Nutrição mineral e adubação de plantas**, Pioneira Ed.
- MALAVOLTA, E., 1979. **Nutrição mineral e adubação do arroz sequeiro**, Ultrafertil, Ed. Franciscana, S.Paulo, 37p.
- MEDEIROS, A.A., 1980. **Exigências nutricionais e correção de deficiências minerais em dois cultivares de arroz (*Oryza sativa* L., cv. IAC 47 e IAC 435)**, Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz", tese de mestrado, 99p.
- SOARES, P.C.; MORAES, O.P.; SOUZA, A.F.; GIUDICE, R.M., 1979. Preparo do solo, época e densidade de plantio. *Informe Agropecuário* **55**: 33-39.

