

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ.  
XX - MARCHA DE ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES PELAS  
VARIEDADES IAC-164 E IAC-165

E. MALAVOLTA \*\*, A.B. VECCHIATO\*\*\*,  
A.C.S. MEDEIROS \*\*\*,  
H.W. TAKAHASHI \*\*\*,  
H.J. KLIEMANN \*\*\*, J.A. AZEVEDO\*\*\*,  
M.D. THOMAZI \*\*\*, P.J.C. GENO \*\*\*,  
S.R.F. LEÃO \*\*\*, C.P. CABRAL \*\*\*\*.

*RESUMO*

Plantas de arroz, variedades IAC-164 e IAC-165 foram cultivadas em solução nutritiva até o fim do ciclo. Em estádios determinados do seu desenvolvimento foram colhidas amostras que depois de secas foram analisadas

---

\* Entregue para publicação em 23/12/1982.

Com ajuda da FAPESP, CNEN, CNPq e BNDE.

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

\*\*\* Estudantes de Pós-Graduação.

\*\*\*\* Aux. de Laboratório, CENA/USP.

determinando-se B, Cu, Fe, Mn e Zn nos diversos órgãos. Os dados obtidos permitiram verificar que: somente a acumulação do Fe quando um paralelismo com a de matéria seca; o padrão da distribuição porcentual nos vários órgãos dos elementos analisados durante o ciclo foi o mesmo nas duas variedades verificando-se que B, Cu e Fe tendem a acumular-se mais nas raízes que na parte aérea o oposto acontecendo com o Mn e o Zn; não foram observadas variações consistentes nos teores foliares dos elementos durante o experimento; no período que vai do perfilhamento pleno até a formação da panícula foi em geral maior a velocidade de acumulação dos macronutrientes.

## INTRODUÇÃO

Uma das condições para se ter êxito nos programas de adubação em geral está na aplicação do fertilizante no momento certo, ou seja, no período ou períodos de maior exigência. Com isso é possível evitar-se perdas do adubo e o risco provocado por concentrações salinas exageradas na zona das sementes ou perto das raízes.

Por outro lado, sabendo-se os períodos de maior exigência de um dado elemento será possível decidir sobre a viabilidade da correção de uma deficiência que possa aparecer nas condições de campo, antes ou depois daqueles.

## MATERIAL E MÉTODOS

As mudas foram obtidas colocando-se as sementes para germinar em vermiculita molhada com  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $10^{-4}\text{M}$ .

O cultivo se fez em vasos de plástico contendo 2 l da solução de HOAGLAND & ARNON (1950) nº 2 arejada continuamente e renovada cada 2-3 semanas. Cada vaso recebeu 2 plantas e o ensaio se fez com 2 repetições.

Em estádios definidos do ciclo se fez a colheita das amostras sendo as plantas separadas nos seus diversos órgãos, que, depois de secos, foram analisados por métodos de rotina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Matéria Seca

A Tabela 1, além de identificar os períodos de amostragem, dá a produção de matéria seca pelas duas variedades durante todo o seu ciclo vital. A Figura 1 mostra a acumulação da matéria seca nos diferentes órgãos, devendo observar-se o seguinte:

- (1) as curvas, como era de se esperar, mostram semelhança com a proposta por FAGERIA (1976);
- (2) em todos os órgãos individualizados a quantidade de matéria seca cresceu do começo até o fim do ciclo, embora no caso das folhas e colmos (+ perfilhos) haja uma tendência assintótica, notada nas duas variedades a partir, aproximadamente, do estágio de formação da panícula.

### Teores e acumulação de micronutrientes

Na Tabela 2 aparecem os teores e o conteúdo de micronutrientes nos órgãos analisados durante o ciclo de vida do arroz.

Tabela 1 - Matéria seca produzida por plantas de arroz das variedades IAC-164 e IAC-165, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Estádio	Variedade	DAG	Matéria seca (g/planta)											Total		
			Raiz	Colmo		Folhas			Paní- cula	Casca	Grãos lim- pos	Parte aérea				
				Perf.	Inf.	Med.	Sup.	Total								
4 semanas após a germinação	IAC-164	29	0,04	*	*	*	*	*	*	0,10	-	-	-	0,10	0,14	
	IAC-165	29	0,04	*	*	*	*	*	*	0,12	-	-	-	-	0,12	0,16
Perfilhamento pleno	IAC-164	71	1,19	0,75	0,59	1,20	1,96	3,75	-	-	-	-	-	-	4,50	5,69
	IAC-165	71	0,77	0,34	0,25	0,88	1,78	2,91	-	-	-	-	-	-	3,25	4,02
Formação da panícula (emborrachamento)	IAC-164	91	2,06	3,54	*	*	*	4,69	1,10	-	-	-	-	9,33	11,39	
	IAC-165	91	1,17	2,43	*	*	*	4,07	1,27	-	-	-	-	7,77	8,94	
Panícula formada (espigamento)	IAC-164	113	2,57	3,48	*	*	*	4,28	4,94	-	-	-	-	12,70	15,27	
	IAC-165	113	2,24	2,14	*	*	*	3,95	4,26	-	-	-	-	10,35	12,59	
Final de ciclo (colheita)	IAC-164	134	3,59	4,32	*	*	*	5,44	6,20	1,50	4,70	15,96	19,55			
	IAC-165	134	2,45	3,41	*	*	*	4,08	5,75	1,15	4,60	13,24	15,69			

DAG = dias após a germinação

\* = não discriminado

Tabela 2 - Teores de macronutrientes em parte por milho (ppm) .... (?)

Dia após emergência	Cultivar	Parte da planta	B		Cu		Fe		Mn		Zn		Mo		Al		Cl		
			ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	
29	IAC-16A	Raiz	20,5	0,82	112,0	4,48	1100,0	47,20	61,5	2,46	110,5	4,42							
		P. aérea	22,0	2,28	18,5	1,85	161,0	16,10	82,5	8,25	59,5	5,92							
		Planta inteira	21,6	3,02	45,2	6,33	452,1	63,38	76,5	10,71	74,1	10,34							
29	IAC-165	Raiz	32,5	1,30	109,0	4,36	1140,0	45,60	62,5	2,50	100,0	4,00							
		P. aérea	34,0	4,08	18,0	2,16	162,5	15,58	78,0	9,36	52,0	6,24							
		Planta inteira	33,6	5,38	40,8	6,52	406,8	65,10	74,1	11,86	64,0	10,24							
71	IAC-16A	Raiz	35,0	41,65	84,0	99,96	332,3	395,44	6,0	0,09	36,5	43,43							
		Colmo-perfilho	23,0	17,25	60,0	45,00	63,5	47,03	15,0	11,25	75,5	56,63							
		Folhas inf.	75,3	44,53	40,3	23,78	231,3	136,47	368,0	217,59	70,0	41,30							
		Folhas med.	49,8	59,76	23,3	27,96	123,5	148,20	63,0	76,56	31,0	37,20							
		Folhas sup.	26,8	52,53	18,0	35,28	54,0	105,84	5,0	9,00	31,3	61,35							
		Planta inteira	37,9	215,62	40,8	231,98	146,5	833,58	56,0	323,29	42,2	239,91							
71	IAC-165	Raiz	49,8	38,35	103,0	79,31	407,0	314,01	11,5	0,86	30,5	23,49							
		Colmo-perfilho	29,8	10,13	52,0	17,95	83,5	28,39	15,0	5,37	80,8	27,47							
		Folhas inf.	76,0	19,00	42,5	10,63	240,5	60,13	582,0	145,50	86,5	21,63							
		Folhas med.	65,3	57,46	32,8	28,86	167,3	147,22	143,3	126,10	52,0	45,76							
		Folhas sup.	39,0	60,42	26,0	26,28	116,5	207,37	26,0	47,70	30,8	54,82							
		Planta inteira	48,3	194,36	45,5	183,03	188,3	757,12	83,0	333,53	43,1	173,17							
92	IAC-16A	Raiz	12,3	25,34	59,3	122,16	363,0	747,28	9,3	19,16	21,7	44,70							
		Colmo-perfilho	9,0	31,86	24,0	84,96	57,0	201,78	16,7	58,12	15,0	53,10							
		Folhas	35,8	164,15	18,3	85,83	135,3	634,56	85,0	398,65	24,0	112,56							
		Panícula	12,3	13,53	8,3	9,13	33,0	36,30	16,3	17,93	29,0	31,90							
		Planta inteira	20,6	234,08	26,5	302,08	142,3	1619,52	43,4	494,86	21,3	242,26							
92	IAC-165	Raiz	10,3	21,41	87,0	101,79	239,0	279,63	10,7	21,88	56,0	65,52							
		Colmo-perfilho	14,8	34,02	19,7	47,87	25,7	62,45	7,0	17,01	58,3	141,67							
		Folhas	35,7	145,30	17,3	70,41	142,0	577,94	110,7	430,55	43,7	177,86							
		Panícula	20,7	26,29	4,7	5,97	20,0	25,40	11,3	14,35	48,3	61,34							
		Planta inteira	25,4	227,02	25,3	226,04	105,0	945,42	56,4	503,79	48,9	446,39							

Tabela 2 - Continuação.

Dias após emergência	Cultivar	Parte da planta	S		Cu		Fe		Mn		Zn		Mo		Al		Cl		
			ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	
113	IAC-164	Raiz	9,0	23,13	90,3	232,07	516,3	1326,89	13,3	34,18	21,3	54,74							
		Colmo-perfilho	11,7	40,72	42,3	147,20	52,3	182,00	13,3	46,28	11,3	39,22							
		Folhas	43,7	187,04	33,0	141,24	174,0	744,72	112,7	482,36	23,7	101,44							
		Panicula	6,3	31,12	11,3	55,82	16,0	79,04	24,3	120,04	22,3	110,16							
		Planta inteira	18,5	282,01	37,8	576,33	152,8	2332,65	44,7	682,86	20,0	305,56							
113	IAC-165	Raiz	9,3	20,83	92,3	206,75	392,0	878,08	40,7	91,17	35,3	79,07							
		Colmo-perfilho	10,3	22,04	43,3	92,66	32,3	69,12	16,0	34,24	32,7	69,98							
		Folhas	46,7	184,57	28,7	113,37	156,0	616,20	132,7	524,17	44,7	176,57							
		Panicula	7,7	32,80	12,3	52,40	21,7	92,84	35,0	149,68	38,7	164,86							
		Planta inteira	20,7	260,14	36,9	465,18	131,5	1655,84	63,4	799,26	38,0	490,48							
13A	IAC-16A	Raiz	21,5	77,19	114,5	411,06	664,0	2383,76	14,5	52,06	80,0	287,20	0,39	1,40	192,5	691,08	2668	9578,12	
		Colmo-perfilho	22,0	95,04	28,0	120,96	94,0	406,08	21,0	90,72	40,0	172,80	0,65	2,81	29,5	127,44	2182	9426,24	
		Folhas	44,5	242,08	31,0	168,64	217,0	1180,16	108,0	587,52	35,0	190,40	0,88	4,79	118,0	641,92	1818	9289,92	
		Casca	48,5	72,75	6,5	9,75	85,5	128,5	145,0	217,50	81,0	421,50	0,90	1,35	29,5	44,25	4001	6001,50	
		Grãos	2,5	11,75	6,5	30,55	9,0	42,30	8,0	37,60	30,5	143,35	0,41	1,93	18,5	86,95	1904	8942,80	
Planta inteira	25,5	498,81	37,8	740,96	211,8	4140,85	50,4	985,40	62,2	1215,25	0,63	12,28	81,4	1591,64	2242	43844,58			
13A	IAC-165	Raiz	20,8	49,0	112,0	274,40	484,0	1185,80	42,0	102,90	67,0	164,15	0,42	1,83	121,5	414,32	2182	9345,90	
		Colmo-perfilho	23,5	80,14	28,0	95,88	77,5	264,28	16,5	56,27	42,0	143,22	0,53	1,81	28,5	97,19	2682	9145,62	
		Folhas	45,5	189,84	23,5	95,88	169,0	689,52	103,5	422,28	27,5	112,20	0,59	2,41	112,5	459,00	2788	11375,04	
		Casca	69,5	79,93	5,5	6,33	45,5	52,33	134,0	154,10	62,5	71,88	0,90	1,04	34,0	34,90	3795	3904,25	
		Grãos	2,0	59,28	6,5	29,90	11,5	52,90	8,5	39,10	33,5	154,10	0,58	2,67	16,0	46,80	1697	7806,20	
Planta inteira	25,7	403,91	32,0	501,59	143,1	2244,83	49,4	774,65	41,1	645,55	0,57	8,96	60,8	1040,72	2395	37977,81			

Com esses dados foram feitas as figuras 2 e 3 que descrevem a marcha de acumulação dos elementos podendo observar-se que:

- (1) somente a absorção do Fe, nas duas variedades, guarda um certo paralelismo com o aumento na quantidade de matéria seca (Figura 1);
- (2) a absorção dos demais elementos, com a possível exceção do Zn no caso da var. IAC-164, apresenta no fim do ciclo, uma tendência mais assintótica.

### **Distribuição dos micronutrientes**

A participação de cada órgão no total do elemento contido na planta pode ser vista nas Figuras 4 e 5 as quais permitem as seguintes considerações:

- (1) a parte aérea durante o desenvolvimento mostrou uma tendência para acumular mais B, Mn, e Zn, enquanto as raízes fizeram-no com respeito ao Cu e ao Fe;
- (2) os padrões de distribuição dos elementos foram os mesmos nas duas variedades.

### **Teores foliares**

A variação nos teores foliares de micronutrientes, em função dos estádios de desenvolvimento é mostrada na Figura 6 a qual indica que:

- (1) não há muita consistência nos dados no sentido de apontar tendências gerais;
- (2) os teores de Mn e Zn diminuem do começo para o fim do ciclo, possivelmente por um efeito de diluição.

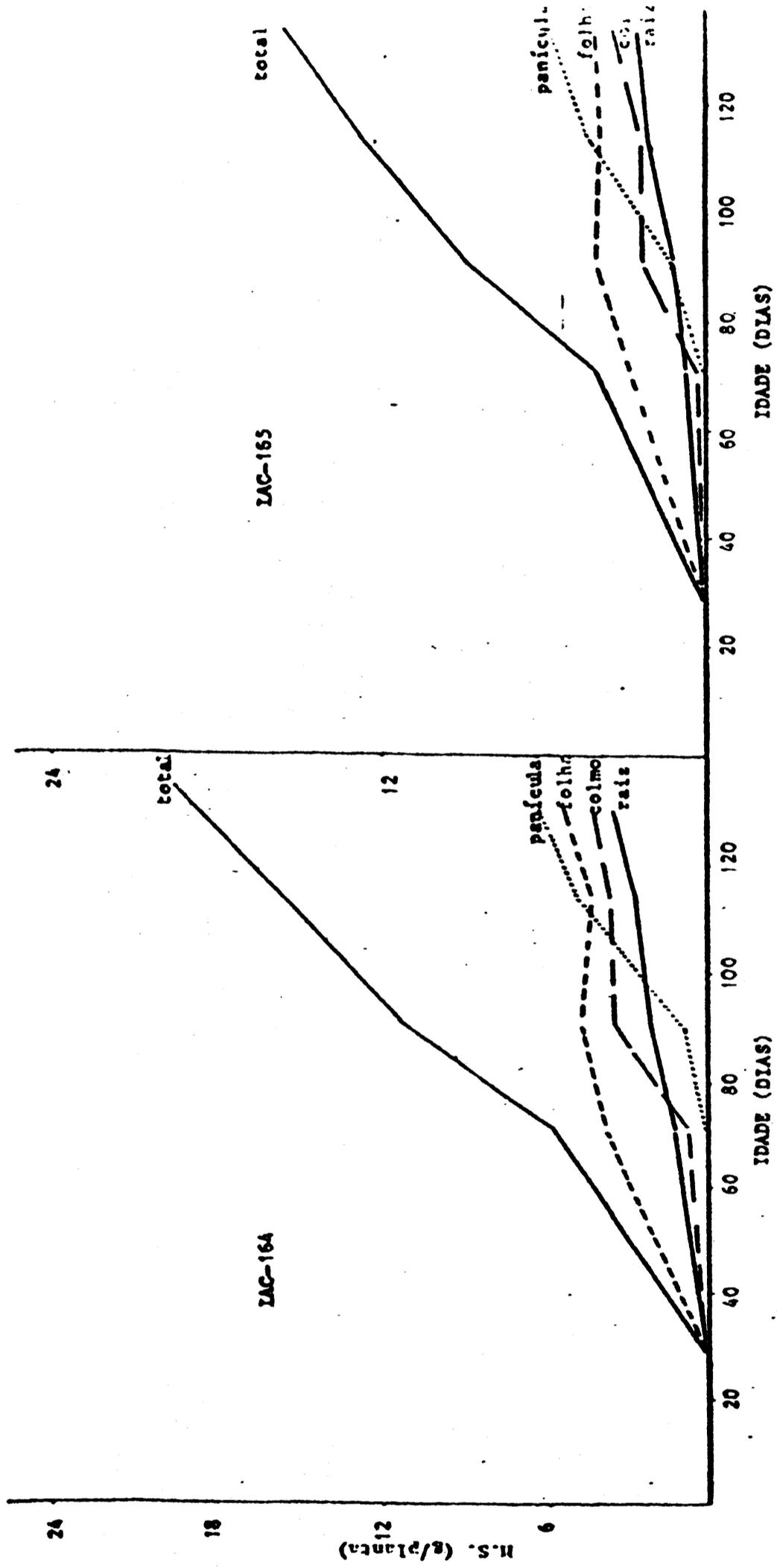


Figura 1. Acumulação de matéria seca pelo arroz de sequeiro em função da idade, por cultivar e por parte da planta.

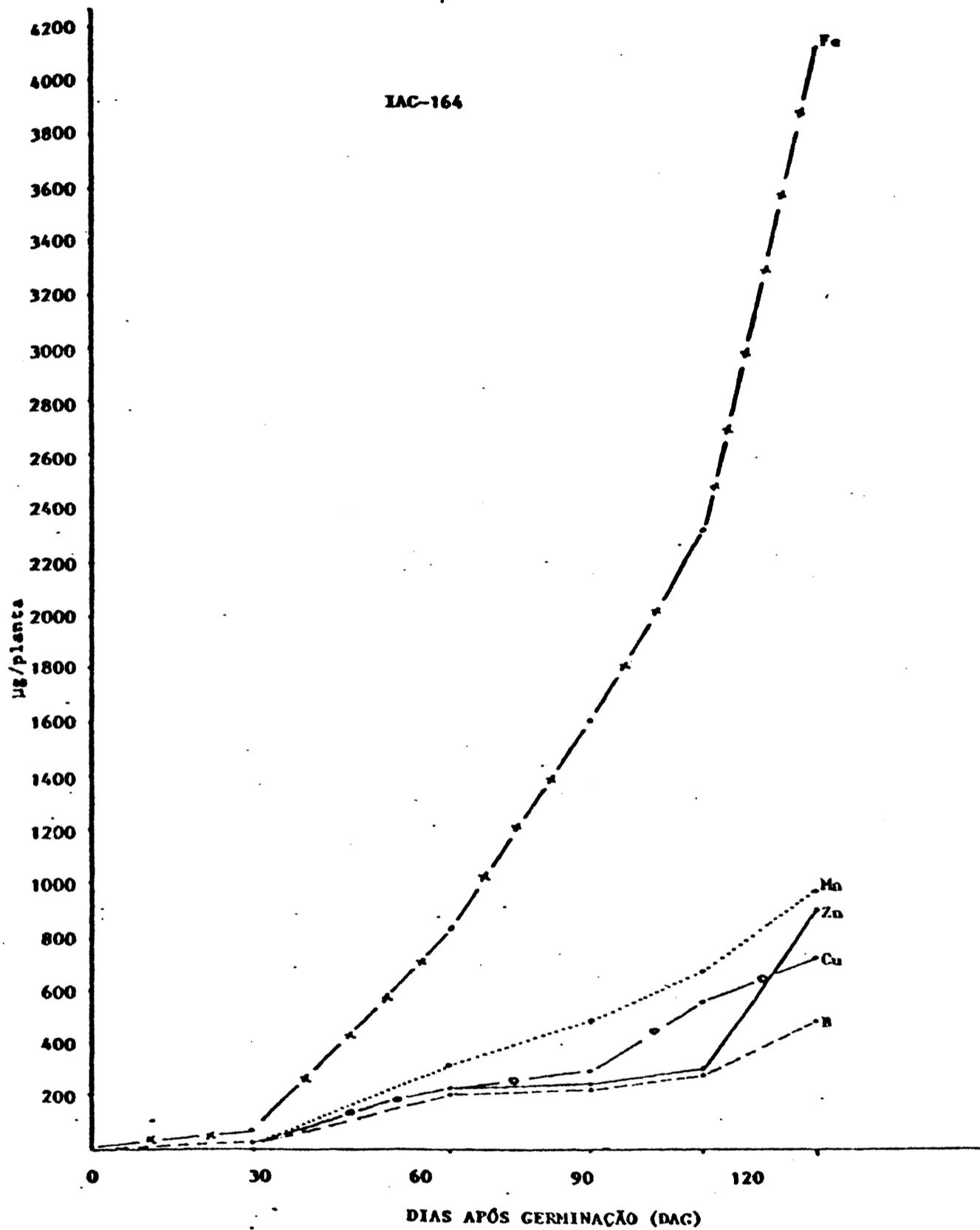


Figura 2. Acúmulo de micronutrientes pelo arroz de sequeiro.

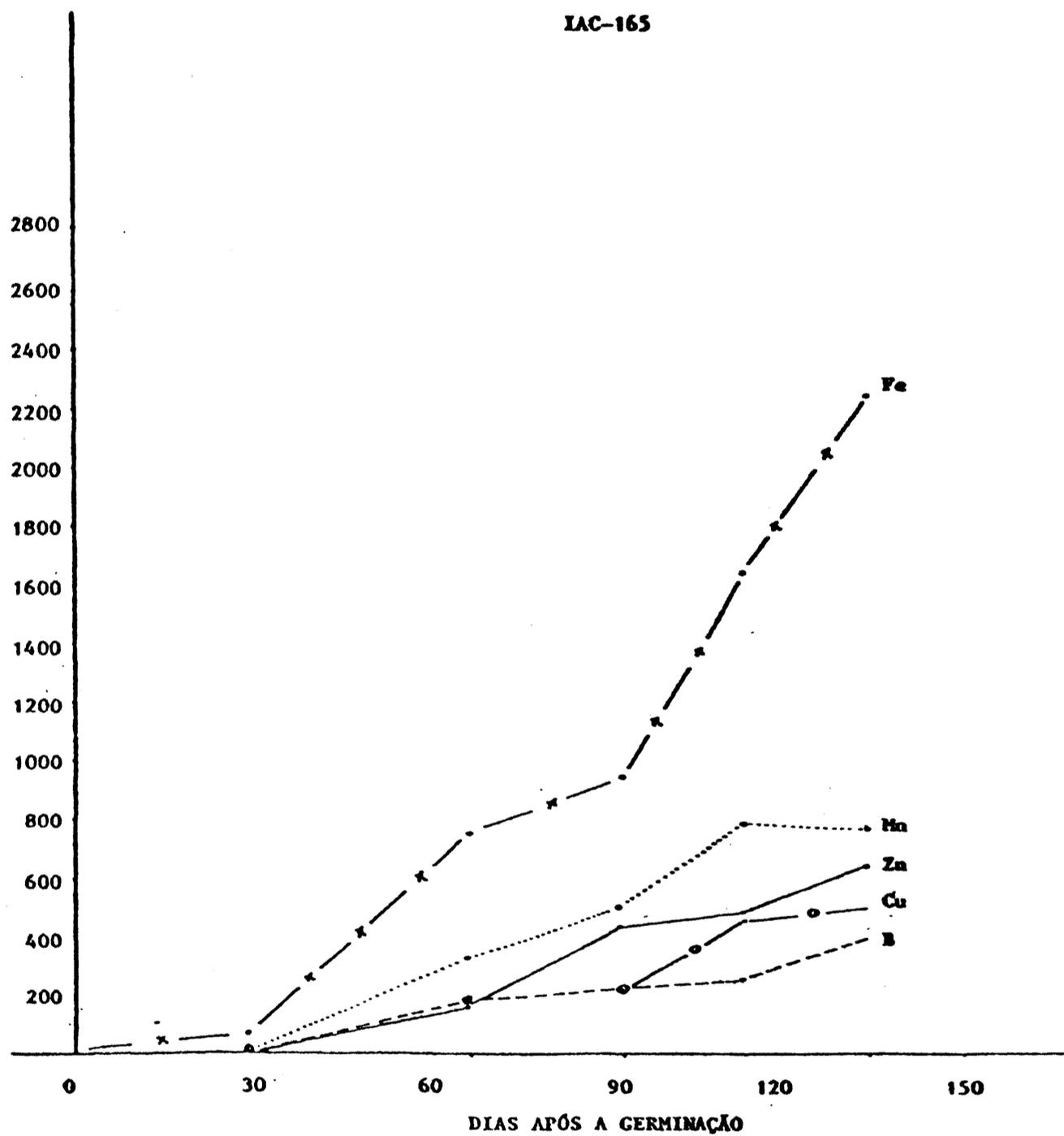


Figura 3. Acúmulo de micronutrientes pelo arroz de sequeiro.

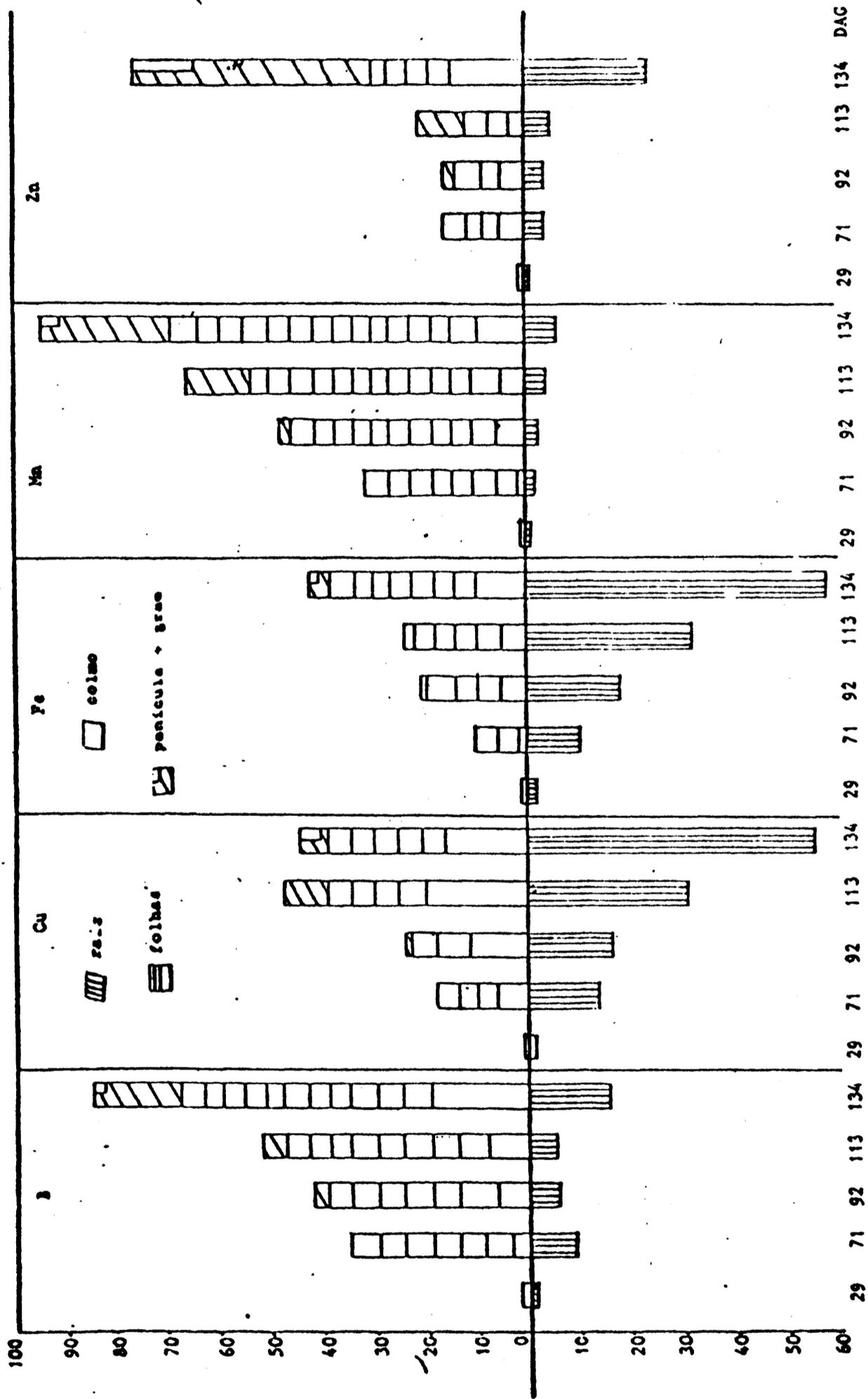


Figura 4. Distribuição de micronutrientes, nas partes vegetais de arroz de sequeiro durante o ciclo.

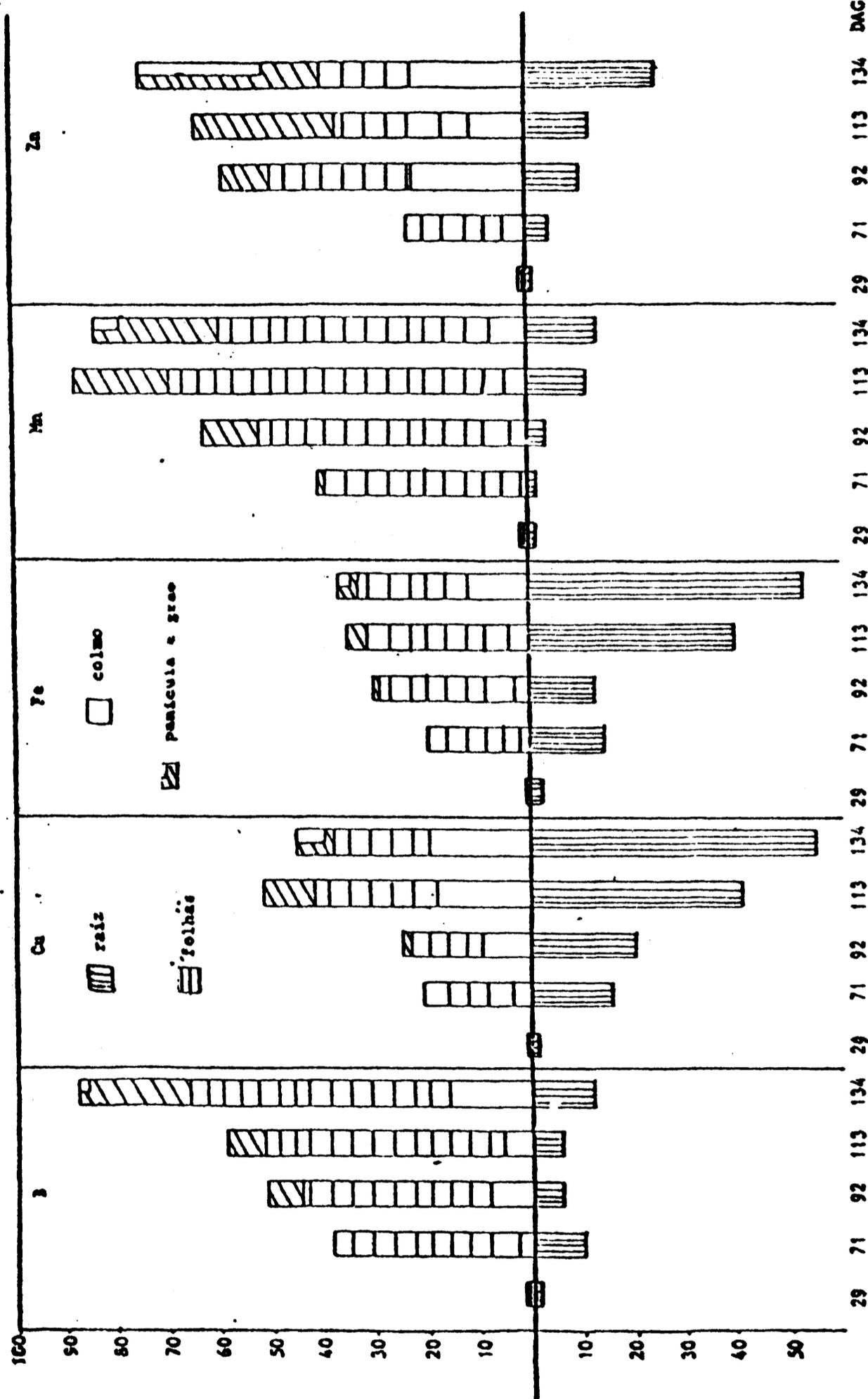


Figura 5. Distribuição de micronutrientes, nas partes vegetais de arroz de sequeiro durante o ciclo.

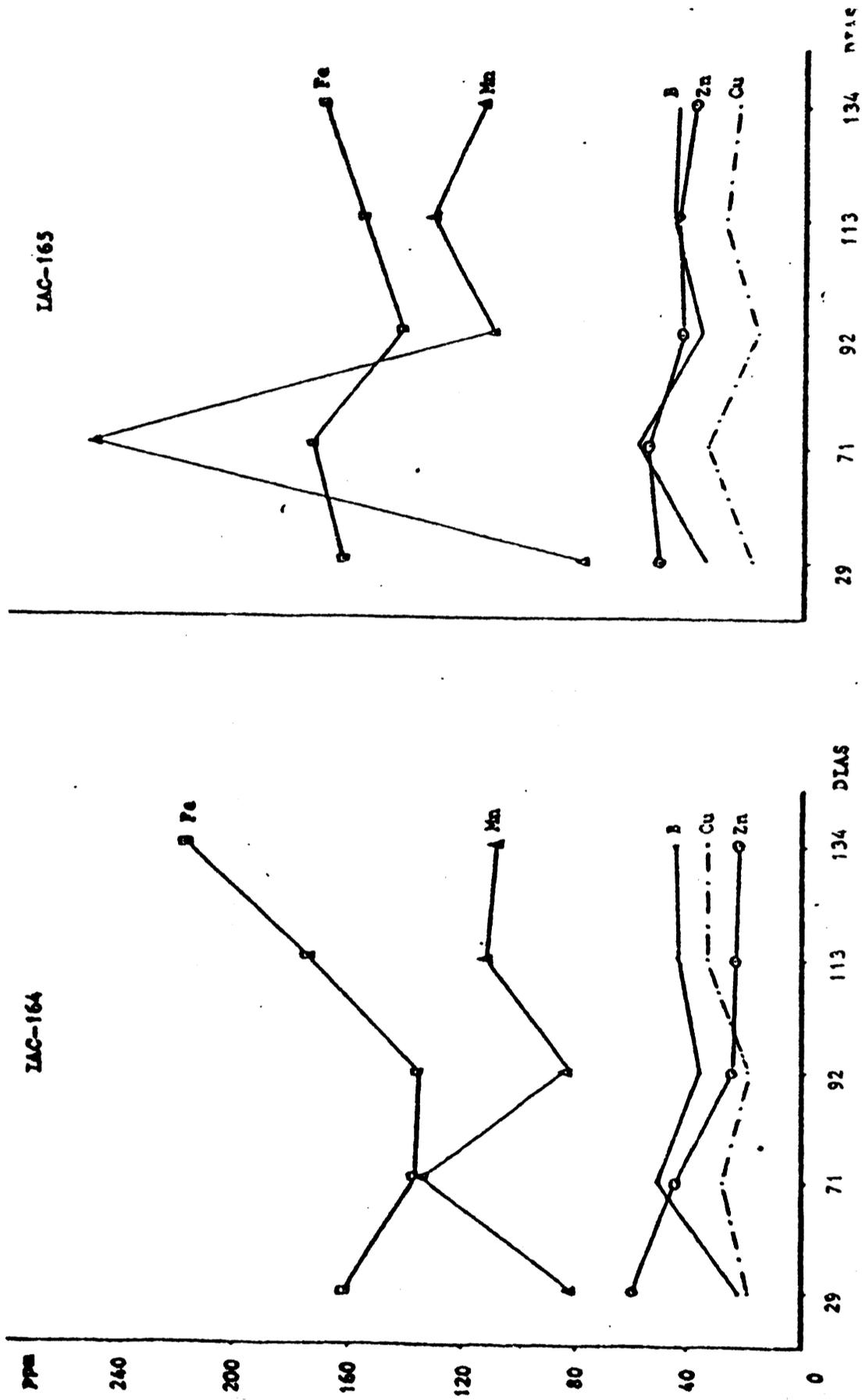


Figura 6. Variação dos teores foliares de micronutrientes nas folhas de arroz durante o ciclo.

### Velocidade de acumulação

Como o período de 60 dias que vai do perfilhamento pleno até a formação de espiga há uma linearidade na acumulação, calculou-se a velocidade de absorção considerando-se uma população de 250.000 plantas por hectare.

Os dados estão na Tabela 3: vê-se muita semelhança no comportamento das duas variedades com respeito ao B, Mn e Zn; a var. IAC-164, entretanto, parece exigir mais Cu e Fe.

Tabela 3. Velocidade de acumulação de micronutrientes pelo arroz entre 71 e 113 dias após a germinação

Elemento	g.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	
	IAC-164	IAC-165
B	0,38	0,34
Cu	2,00	1,64
Fe	8,7	5,2
Mn	2,1	2,7
Zn	0,38	0,35

#### SUMMARY

STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT. XX. UPTAKE OF MICRONUTRIENTS BY VARIETIES IAC-164 AND IAC-165 DURING THE LIFE CYCLE

Rice plants were grown in nutrient solution till the end of their life cycle. At given stages of development plant samples harvested for the determination of

dry matter and micronutrient contents in the various organs. The following conclusions were drawn: only Fe accumulation showed some degree of positive relation with dry matter production; the pattern of distribution of the elements among the plant parts was essentially the same, for both varieties; B, Cu and Fe tend to concentrate in the root system; no clear cut pattern of variation in leaf composition could be described throughout the plant life cycle; maximum rate of uptake took place between full tillering and panicle formation.

#### CO-AUTORES

Estudantes de pós graduação: A. Parada, G. Martins, J.C. Gonçalves, J.F. Centurion, L.A.B.C. Vasconcelos, M. Almeida, M.E. Marchetti, O.A.P. Pereira, P.F.S. Martins, S. Buzetti, E.A. Pauletto, J.H. Campelo Jr., J.R. Freitas, L.F. Cavalcanti, M.L. Liva, M.F. Fiore, O. Primavesi, S.F. Fonseca.

#### LITERATURA CITADA

- BASAK, M.N., 1962. Nutrient uptake by the rice plant and its effect on yield. *Agron. J.* **54**(5): 373-376.
- FAGERIA, N.K., 1976. Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção. *EMBRAPA, Bol. Téc.* **2**.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, G., 1965. Absorção de nutrientes pela cultura do arroz. *Bragantia*, **24**(38): 515 - 528.
- GILMOUR, J.J., 1977. Micronutrient status of the rice plant. II. Micronutrient uptake rate as function of time. *Plant & Soil* **46**: 559-564.

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

MALAVOLTA, E., 1979. **Nutrição mineral e adubação do arroz de sequeiro**, Publ. pela Ultrafertil S.A., São Paulo.

SIMS, J.L.; PLACE, G.A., 1968. Growth and nutrient uptake of rice at different growth stages and nitrogen levels. Agron. **60**: 392-396.