

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DO ARROZ (*Oryza sativa* L.,  
cv. I.A.C. 47 e I.A.C. 435) \*

A.A. MEDEIROS \*\*

E. MALAVOLTA \*\*\*

*RESUMO*

Analisando-se os diferentes órgãos de plantas de arroz cultivada em solução nutritiva até maturidade completa, foi obtida uma estimativa das exigências nutricionais dos cultivares IAC 47 (sequeiro) e IAC 435 (irrigado). As diferenças encontradas entre os dois cultivares são devidas principalmente ao nível de produção e não ao teor de elemento na matéria seca.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o oitavo maior produtor mundial de arroz e este representa importante fonte energética da dieta.

---

\* Parte da Dissertação de Mestrado do 1º autor. Recebido para publicação em 17/10/1980.

\*\* EMBRAPA.

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

O cultivo de sequeiro é o dominante no País, particularmente em todo o cerrado do Planalto Central.

Variedades com baixo potencial de colheita e práticas culturais deficientes, inclusive a adubação, explicam a baixa produtividade média, que é da ordem de 1,5 t/ha.

As exigências minerais da cultura têm sido estudadas no Brasil e em outros países.

Para VELASCO *et alii* (1955), a absorção mineral pelo arroz é maior aos trinta dias de idade do que no período subsequente e as quantidades em que cada íon é absorvido depende consideravelmente das condições ambientes. Segundo os autores, aos trinta e três dias de idade, plantas de arroz absorvem as seguintes quantidades dos macronutrientes em mg/dia: 0,37 NH<sub>4</sub>-N, 0,24 K, 0,06 Ca, 0,18 Mg, 0,09 NO<sub>3</sub>-N e 0,05 P.

BASAK (1962) informa que a absorção de nitrogênio e de fósforo são fortemente correlacionadas com a produção de grãos. Segundo o autor, a máxima produção é obtida quando a relação nitrogênio absorvido/fósforo absorvido é igual a 5:1. Para MALAVOLTA (1976) e FURLANI *et alii* (1977), a relação N:P:K na parte aérea corresponde a 6:1:7.

SIMS & PLACE (1968), baseados em dados obtidos no campo, informam que o arroz extrai 232 kg/ha de N 48 kg/ha de P e 171 kg/ha de K e a percentagem de N e K na planta decresce com a idade enquanto a de fósforo aumenta não significativamente com a idade da planta.

Segundo GARGANTINI & BLANCO (1965), para uma produção de 4.300 kg/ha de grãos com casca e 39.350 kg/ha de palha e raízes, são absorvidas 115 kg de N; 18,5 kg de P; 124 kg de K; 35 kg de Ca; 36 kg de Mg.

FURLANI *et alii* (1977) semearam três cultivares de arroz em solo argilo-orgânico que recebeu adubação de 300 kg de sulfato de amônio, 300 kg de superfosfato simples e 50 kg de cloreto de potássio por hectare e concluíram que, para uma produção média de 8513 kg/ha de matéria seca na parte aérea,

são extraídos dos solos as seguintes quantidades por hectare: macronutrientes; 83,1 kg de N; 13,9 kg de P; 94,9 kg de K; 20,5 kg de Ca; 7,6 kg de Mg; e 10,8 kg de S. Micronutrientes; 77,7 g de B; 38,1 g de Cu; 1134,1 g de Fe; 430,6 g de Mn; 1,1 g de Mo; 308,3 g de Zn.

Segundo GILMOUR (1977), a absorção dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn atinge o valor máximo próximo à formação da panícula e que uma população de  $2 \times 10^6$  de arroz, retira 108, 104, 2.316 e 298 g/ha de Zn, Cu, Mn e Fe respectivamente.

No presente trabalho, teve-se como objetivo ganhar informações sobre as exigências minerais comparadas de dois cultivares, um de sequeiro e outro de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Cultivares** - foram empregados dois cultivares obtidos no Instituto Agrônomo de Campinas, SP: IAC 47, de sequeiro e IAC 435 de irrigação.

**Condução** - as plantas foram cultivadas na solução nº 2 de HOAGLAND & ARNON (1950) não arejada, com vasos de 2,5 l de capacidade; usaram-se 4 repetições; cada vaso recebeu 2 plantas; as soluções eram renovadas quinzenalmente.

**Colheita e análise** - as plantas foram colhidas depois de ter sido atingida a maturação completa; os diferentes órgãos foram separados, secos a 70-80°C, moidos e analisados; os macro e micronutrientes foram determinados por métodos de uso corrente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Matéria seca*

Os cultivares apresentaram diferentes potenciais de colheitas, conforme se vê na Tabela 1. O cultivar IAC 47 produziu mais grãos com casca, porém a produção de raiz, folhas e colmo + panícula foi inferior à do cultivar IAC 435.

Tabela 1 - Produção de matéria seca em kg/ha segundo o cultivar\*

Cultivar	Colmo + panícula	Folhas	Raiz	Grãos com casca
IAC 47	5.710	2.468	941	2.225
IAC 435	7.430	3.304	970	1.722

\* Produção calculada em 250.000 plantas por hectare.

FURLANI *et alii* (1977) colheram amostras de três cultivares de arroz cultivados no campo e encontraram diferentes potenciais de colheitas. O cultivar IAC 435 produziu 9.341 kg/ha de massa seca na parte aérea e 4.115 kg/ha de grãos com casca. Como se observa na Tabela 1, a produção de grãos com casca no mesmo cultivar estudado por FURLANI *et alii* (1977) foi inferior à produção relatada por eles. Enquanto isso, a produção de massa seca da parte aérea foi superior à produção relatada pelos autores citados.

Para o cultivar IAC 47 não foi encontrada literatura sobre a produção de matéria seca.

#### *Composição mineral*

As Tabelas 2 e 3 dão, respectivamente, os teores de macro e micronutrientes encontradas nos dois cultivares. O teor de nitrogênio encontrado é superior àquela relatado por GARGANTINI & BLANCO (1965), em plantas de arroz cultivadas em vasos com solo e nas amostras de FURLANI *et alii* (1977) colhidas no campo. O teor de nitrogênio decresce na seguinte ordem nos dois cultivares: folha > grãos com casca > colmo + panícula > raiz. É o que se vê na Tabela 2.

Para TAKAHASHI (1960), o teor máximo de nitrogênio no

arroz ocorre no perfilhamento, enquanto na colheita os grãos contêm 1,20% de nitrogênio, próximo ao valor dado na Tabela 2.

O teor de fósforo apresentou a seguinte ordem decrescente: IAC 47 raiz > grãos com casca > colmo + panícula > folhas (ver Tabela 2).

GARGANTINI & BLANCO (1965) relatam que a maior parte do fósforo absorvido encontra-se nos grãos, seguindo-se a parte aérea e a raiz. FURLANI *et alii* (1977) observam que o teor de fósforo decresce na seguinte ordem no cultivar IAC 435 no campo: grãos descascados > casca > colmo > folhas. Isto coincide em parte com a ordem encontrada no cultivar IAC 435 no presente ensaio, mas diverge da encontrada no IAC 47.

Nos dois cultivares estudados, o teor de potássio decresce na seguinte ordem: colmo + panícula > folhas > raiz > grãos com casca.

GARGANTINI & BLANCO (1965) afirmam que o teor de potássio decresce na seguinte ordem: parte aérea > grãos > raiz. FURLANI *et alii* (1977) relatam que no cultivar IAC 435, o teor de potássio decresce na seguinte ordem: colmo > folhas > casca > grãos descascados, o que é concordante em parte, com os dados do presente ensaio para os dois cultivares.

O teor de cálcio nos dois cultivares decresce na mesma ordem: folhas > raiz > colmo + panícula > grãos com casca, conforme se observa na Tabela 2.

Para GARGANTINI & BLANCO (1965), o teor de cálcio no arroz decresce na seguinte ordem: parte aérea > raiz > grãos. Para FURLANI *et alii* (1977) três cultivares em campo apresentaram a seguinte ordem decrescente no teor de cálcio: folhas > colmo > casca > grãos descascados.

O teor de magnésio decresce na seguinte ordem: no cultivar IAC 47 - folhas > colmo + panícula > grãos com casca > raiz; IAC 435 - folha > colmo + panícula > grãos com casca > raiz; ver Tabela 2. GARGANTINI & BLANCO (1965) encontraram a seguinte ordem decrescente no teor de magnésio: parte aérea >

raiz > grãos. FURLANI *et alii* (1977) observaram no cultivar IAC 435 cultivado em campo que o teor de magnésio decresce na seguinte ordem: casca > grãos descascados > folhas > colmo. Os dados do presente ensaio são discordantes daqueles obtidos pelos autores citados; contudo os teores de magnésio nos grãos e nas folhas estão em acordo com GARGANTINI & BLANCO (1965) e WARD *et alii* (1973), respectivamente.

Tabela 2 - Médias da produção de massa seca e teor dos macronutrientes em diversas partes dos dois cultivares de arroz \*

Parte da planta e cultivar	Matéria seca g/planta	N	P	K	Ca	Mg	S
		-----			%	-----	
Raiz							
IAC 47	3,76	1,30	0,74	0,80	0,68	0,07	0,47
IAC 435	3,88	1,59	0,35	0,72	0,42	0,04	0,34
Colmo + panícula							
IAC 47	22,84	1,65	0,26	1,60	0,20	0,14	0,41
IAC 435	29,72	1,80	0,37	1,84	0,25	0,13	0,33
Folhas							
IAC 47	9,87	2,26	0,14	1,18	0,85	0,40	0,70
IAC 435	13,21	2,62	0,16	1,18	0,66	0,41	0,49
Grãos c/casca							
IAC 47	8,9	1,75	0,44	0,22	0,07	0,07	0,10
IAC 435	6,8	1,90	0,48	0,28	0,08	0,07	0,10

\* 4 repetições.

O teor de enxofre nos cultivares IAC 47 decresce na seguinte ordem: folha > colmo + panícula > raiz > grãos com cascas; na IAC 435 - folhas > colmo + panícula > raiz > grãos; ver Tabela 2. FURLANI *et alii* (1977) relatam que em amostras colhidas no campo, o teor de enxofre em três cultivares decresce na seguinte ordem: grãos descascados > colmos > casca > folha. Confrontados os dados do presente ensaio com os

de FURLANI *et alii*, observa-se discordância entre eles; entretanto, o teor foliar de enxofre nas duas cultivares encontram-se entre os níveis crítico e tóxico no estágio de maturação dos grãos relatados por Ponnampereuma citado por LOCKARD *et alii* (1972) e MALAVOLTA *et alii* (1974).

Nos dois cultivares estudados o teor de boro decresce na seguinte ordem: folhas > raiz > colmo + panícula > grãos com casca (Tabela 3). FURLANI *et alii* (1977) encontraram nos três cultivares, a seguinte ordem decrescente em relação ao teor de boro: folha > colmo > grãos com casca > casca. Isto concorda, em parte, com os dados obtidos no presente ensaio. O teor foliar dado na Tabela 3, encontra-se entre os níveis crítico e tóxico relatados por Ponnampereuma, citado por LOCKARD *et alii* (1972).

Tabela 3 - Teor médio dos micronutrientes em diversas partes de dois cultivares de arroz (ppm) \*

Parte da planta e cultivar	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Raiz							
IAC 47	57,3	375,0	43,5	1486,0	35,3	0,13	27,3
IAC 435	51,9	462,5	22,3	540,5	10,4	0,26	27,2
Colmo % panícula							
IAC 47	24,9	816,5	21,0	251,0	32,7	0,19	26,4
IAC 435	24,5	600,0	22,8	248,5	26,8	0,26	33,4
Folhas							
IAC 47	78,2	941,0	23,5	259,9	90,1	0,29	33,5
IAC 435	73,9	850,0	23,0	287,5	86,1	0,34	27,0
Grãos c/casca							
IAC 47	8,6	706,0	12,2	41,8	36,2	0,17	32,8
IAC 435	10,0	887,0	17,3	41,2	31,2	0,15	31,7

\* Média de quatro repetições.

A absorção de cloro muita vez excede as necessidades da planta. Na Tabela 3, vê-se que o cloro é o micronutriente mais absorvido nos dois cultivares. O teor de cloro nos dois cultivares decresce na seguinte ordem: folhas > colmo > panícula > grãos com casca > raiz. FURLANI *et alii* (1977) encontraram no cultivar IAC 435 a seguinte ordem decrescente: colmo > folhas > casca > grãos descascados. KARIM & VLAMIS (1962) cultivaram em solução nutritiva plantas de arroz e encontraram nos grãos 562 ppm de cloro e na parte aérea 747ppm. Comparando os dados obtidos no presente ensaio com os dos autores, observa-se que há discordância entre eles.

Nos dois cultivares, conforme se vê na Tabela 3, o teor de cobre decresce na seguinte ordem: IAC 47 - raiz > folhas > colmo + panícula > grãos com casca; em IAC 435 decresce na seguinte ordem: folhas > colmo + panícula > raiz > grãos > com casca.

Para FURLANI *et alii* (1977), o teor de cobre no cultivar IAC 435, decresce na seguinte ordem: casca > grãos > descascados > folhas = colmo. SOUZA & HIROCE (1970) relatam que amostras colhidas no campo e que receberam adubação de N, P, K e manganês, o teor de cobre nas folhas das plantas na fase de frutificação varia entre 29,4 a 15,9 ppm. KARIM & VLAMIS (1962) cultivaram plantas de arroz, cultivar 'caloro', em solução nutritiva e encontraram nos grãos teor de cobre igual a 12,4 ppm. Os dados do presente ensaio são discordantes dos dados de FURLANI *et alii* (1977); os teores da folha são concordantes com os dados de SOUZA & HIROCE (1970) e o teor nos grãos no cultivar IAC 47 é próximo ao teor relatado por KARIM & VLAMIS (1962).

O ferro é o segundo micronutriente mais absorvido pelos dois cultivares, conforme mostra a Tabela 3. O teor de ferro decresce na seguinte ordem: raiz > folha > colmo + panícula > grãos com casca. FURLANI *et alii* (1977) relatam que nas amostras do cultivar IAC 435 colhidas no campo, o teor de ferro decresce na seguinte ordem: folhas > colmos > grãos descascados.

SOUZA & HIROCE (1970) relatam que o teor de ferro nas folhas das plantas de arroz cultivadas no campo é superior ao



teor mencionado na Tabela 3. No entanto, os teores de ferro nas folhas dos dois cultivares encontrados no presente ensaio estão de acordo com FURLANI *et alii* (1977).

O teor de manganês nos dois cultivares decresce na seguinte ordem: IAC 47 - folhas > grãos com casca > raiz > colmo + panícula; na IAC 435 - folhas > grãos com casca > colmo + panícula > raiz. Ver Tabela 3. FURLANI *et alii* (1977) encontraram no cultivar IAC 435 cultivado no campo, a seguinte ordem decrescente: folha > colmo > grãos descascados > casca. Os dados do presente ensaio estão em desacordo com os de FURLANI *et alii* (1977); entretanto, os teores de manganês, nas folhas dos dois cultivares estão dentro dos níveis adequados citados por JONES (1972).

O teor de molibdênio nos dois cultivares decresce na seguinte ordem (Tabela 3): IAC 47 - folhas > colmo > grãos com casca > raiz; IAC 435 - folhas > colmo + panícula > raiz > grãos com casca. FURLANI *et alii* (1977) relatam que amostras do cultivar IAC 435 colhidas no campo, o teor de molibdênio decresce na seguinte ordem: casca > grãos descascados = folha > colmo. Esses dados em parte discordam dos obtidos no presente ensaio. Os teores de molibdênio nas folhas são superiores aos mencionados por FURLANI (1977). No entanto, estão em acordo com os níveis adequados mencionados por REISENAUER (1967).

O teor de zinco nos dois cultivares decresce na seguinte ordem: IAC 47 - folha > grãos com casca > raiz = colmo > panícula; na IAC 435 - colmo + panícula > grãos com casca > raiz > folhas (Tabela 3). FURLANI *et alii* (1977) relatam que o teor de zinco na IAC 435, decresce na seguinte ordem: colmo > casca > grãos descascados > folha. No entanto, os teores de zinco nas folhas, estão dentro dos níveis adequados relatados por WARD *et alii* (1973).

#### *Extração de macro e micronutrientes*

Com base na produção de matéria seca (Tabela 1) e nos teores médios dos nutrientes determinados nas análises químicas (Tabelas 2 e 3), foram estimadas as quantidades em que

cada nutriente é extraído pelo arroz, admitindo-se uma população de 250.000 plantas por hectare.

Nas Figuras 1 e 2, observa-se que na planta inteira, o acúmulo dos macronutrientes obedece a seguinte ordem: IAC 47 -  $N > K > S > Ca > P > Mg$ ; IAC 435 -  $N > K > S = Ca > P > Mg$ . Nas Figuras 3 e 4, vê-se que o acúmulo dos micronutrientes nos dois cultivares segue a mesma ordem decrescente:  $Cl > Fe > Mn > B > Zn > Cu > Mo$ .

Confrontando os dados encontrados no presente ensaio com aqueles relatados por FURLANI *et alii* (1977) e GILMOUR (1977), estes utilizando como substrato para as plantas o solo e separação diferente das partes da planta, observa-se que a concordância dos dados é parcial.

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 vê-se que, devido ao efeito varietal na produção de matéria seca, o cultivar IAC 435, extrai maior quantidade dos nutrientes que o cultivar IAC 47, exceção de enxofre e ferro.

Nas Figuras 1 e 2, observa-se que os micronutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre encontram-se em maior proporção nos colmos + panículas, enquanto o Ca e Mg o fazem nas folhas.

Para GARGANTINI & BLANCO (1965); MALAVOLTA *et alii* (1974) e MENGEL & KIRKBY (1978), os grãos contêm a maior parte do nitrogênio e fósforo absorvidos. Ressalva-se, no entanto, que no presente ensaio, a panícula, componente do órgão floral (CHANG & BARDENAS, 1965), foi destacada dos grãos e analisada conjuntamente com o colmo, o que deve explicar a predominância de nitrogênio e fósforo no colmo + panícula.

Para o potássio, o dado obtido é explicado pela distribuição do elemento entre os tecidos com idades diferentes. Segundo MENGEL & KIRKBY (1978), as quantidades de potássio que são importadas e exportadas nas folhas mais velhas são quase equivalentes.

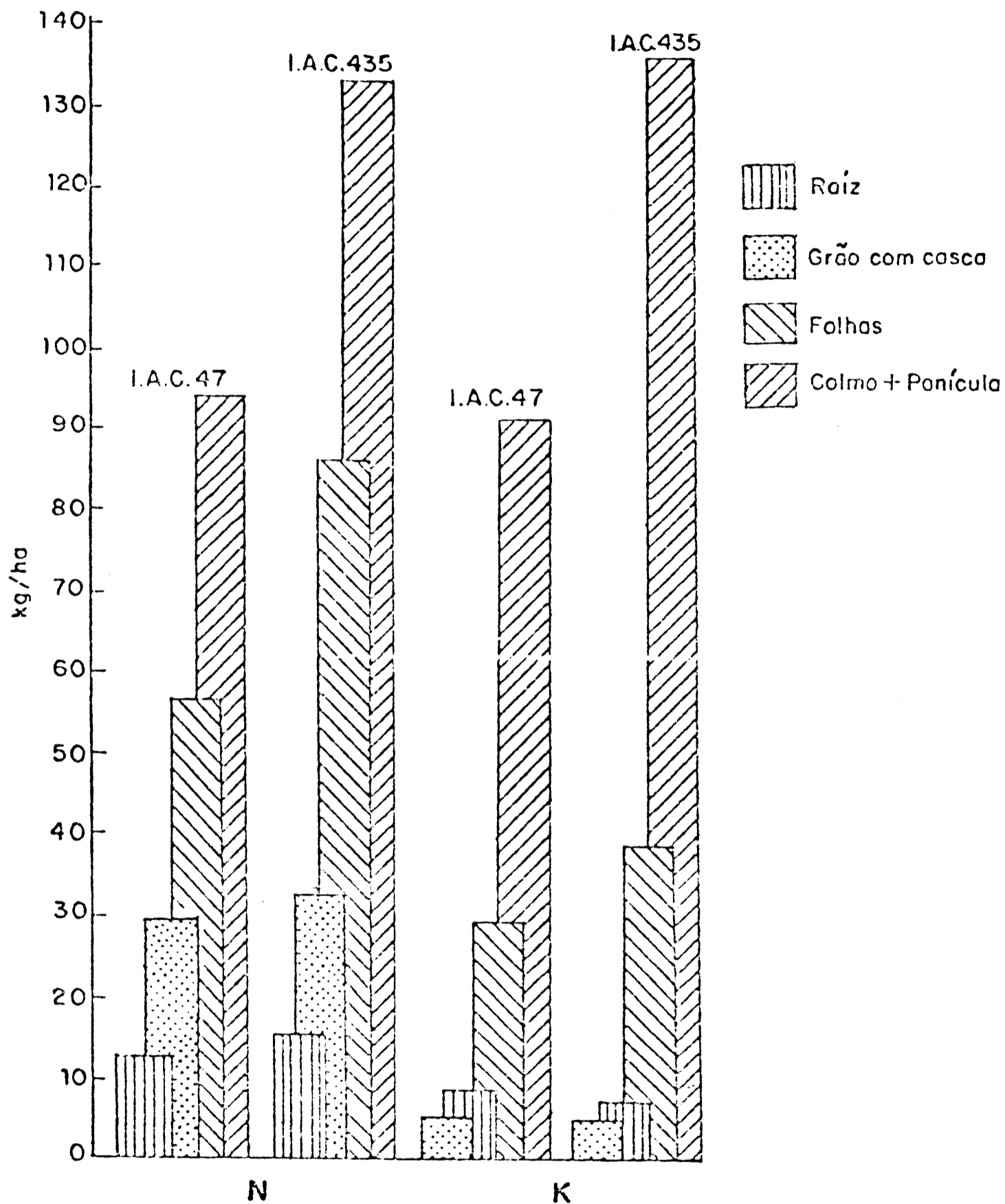


Figura 1 - Quantidades de nitrogênio e potássio extraídas em kg/ha pelos dois cultivares de arroz. População calculada em 250.000 plantas/ha.

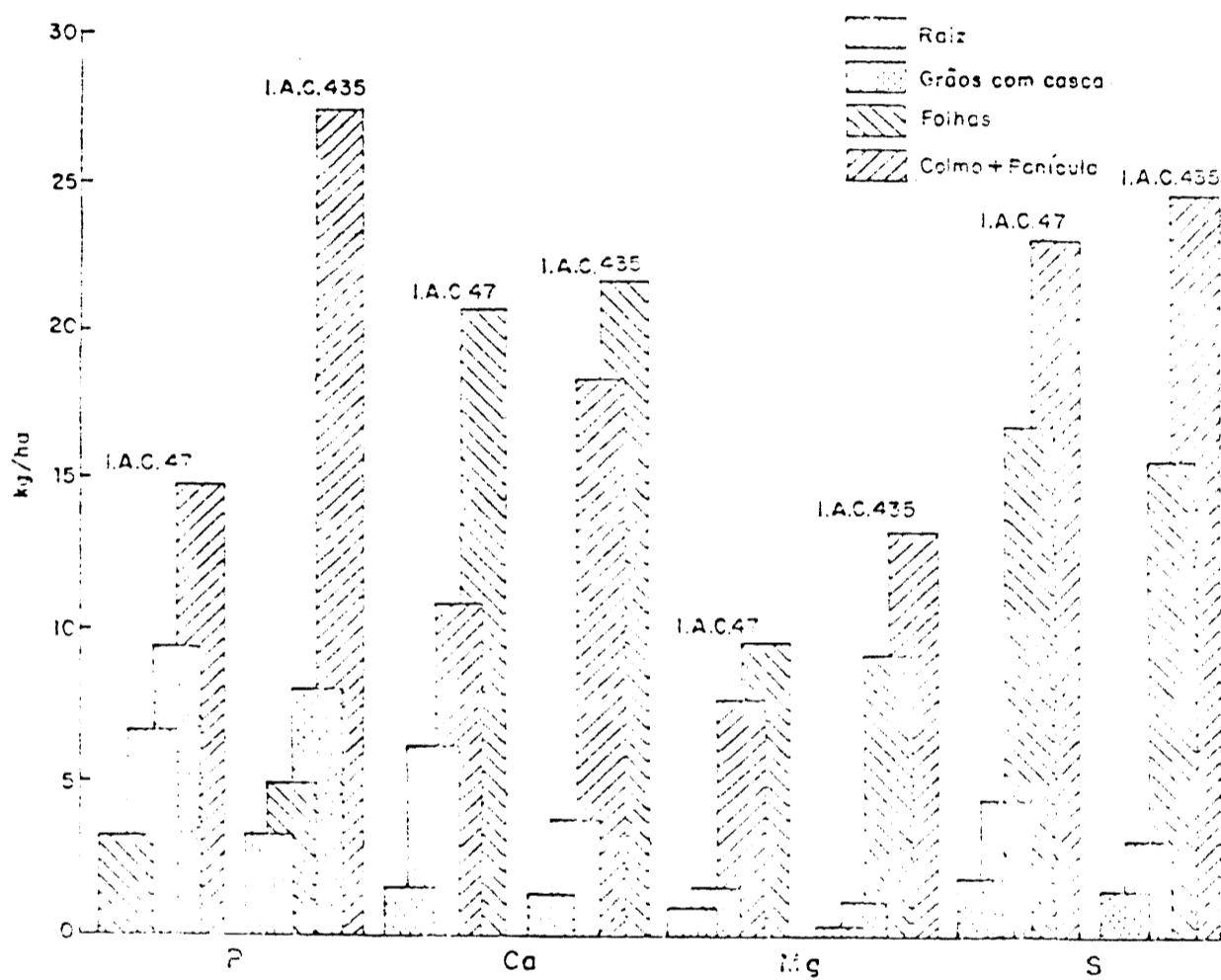


Figura 2 - Quantidades de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre extraídas em kg/ha pelos dois cultivares de arroz. População calculada em 250.000 plantas/ha.

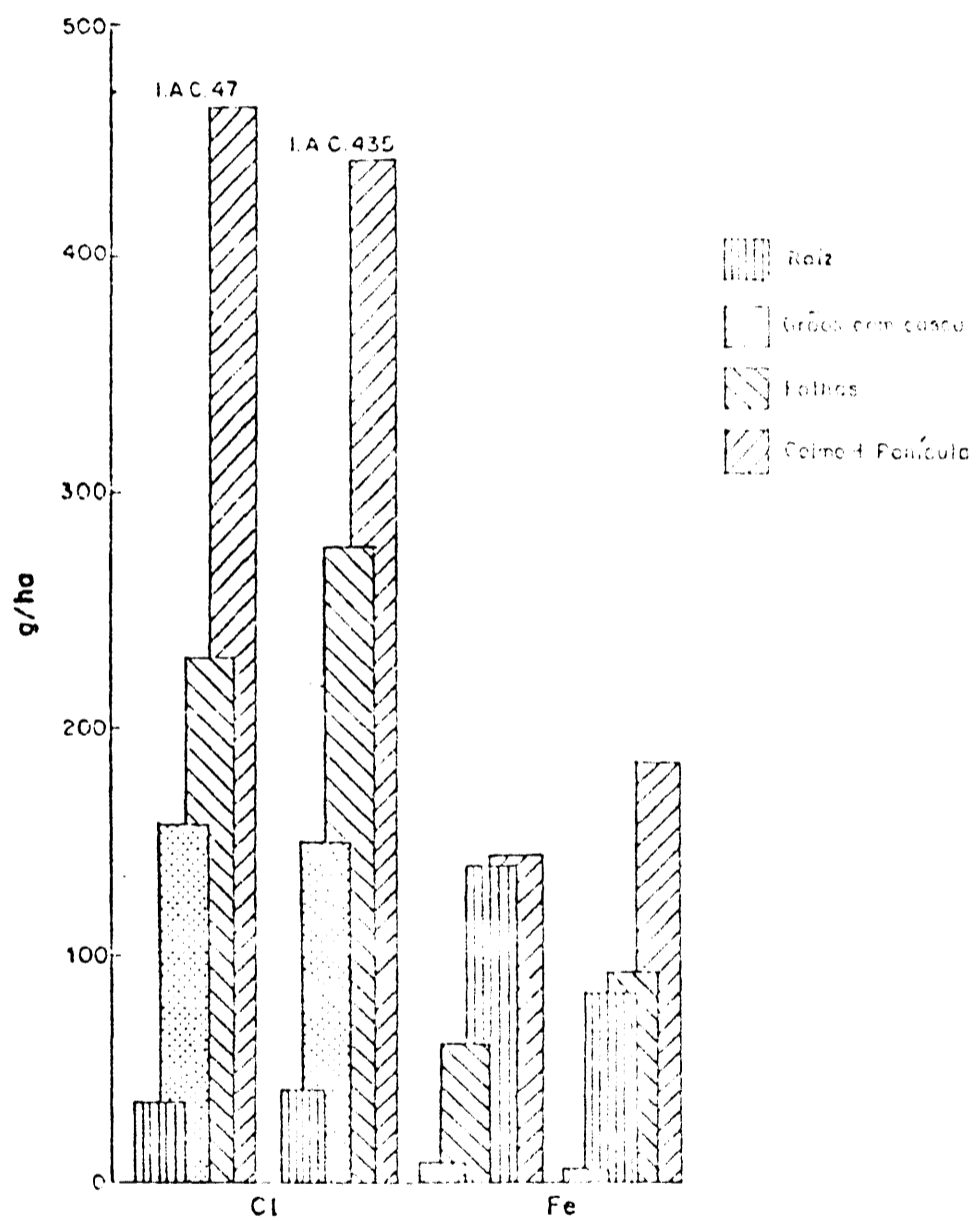


Figura 3 - Quantidades de cloro e ferro extraídas em g/ha pelos dois cultivares de arroz. População calculada em 250.000 plantas/ha.

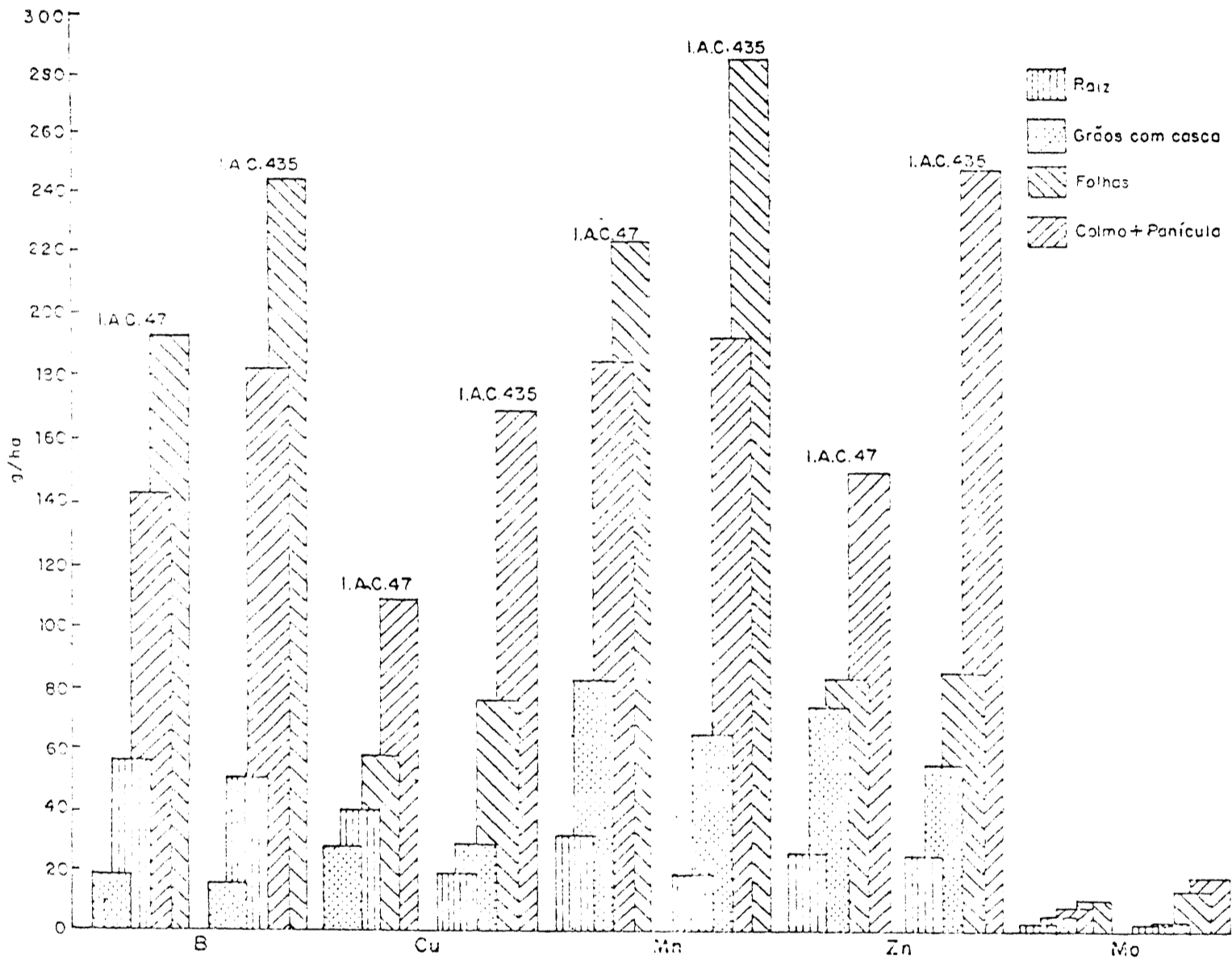


Figura 4 - Quantidades de boro, cobre, manganês, zinco e molibdênio extraídas em g/ha pelos dois cultivares de arroz. População calculada em 250.000 plantas/ha.

O cálcio apresenta-se pouco móvel no floema, sendo depositado nas folhas mais velhas (EPSTEIN, 1975), o que explica os dados obtidos, que também concordam com os de GARGANTINI & BLANCO (1965) e FURLANI *et alii* (1977).

A maior parte do magnésio e do enxofre absorvidos, segundo FURLANI *et alii* (1977), encontra-se nos grãos, diferindo portanto dos dados obtidos no presente ensaio.

Para os micronutrientes, Figuras 3 e 4, percebe-se que o cloro, cobre, ferro, molibdênio e zinco encontram-se em maior quantidade nos colmos + panículas, enquanto a maior parte do boro e manganês encontram-se nas folhas.

Para FURLANI *et alii* (1977), no cultivar IAC 435, a maior parte de boro, ferro e manganês absorvidos encontram-se nas folhas; a de cloro no colmo e a de cobre, molibdênio e zinco nos grãos descascados, diferindo em parte dos dados obtidos no presente ensaio.

## CONCLUSÕES

As exigências minerais comparadas dos cultivares IAC 47 e IAC 435 foram avaliadas analisando-se plantas cultivadas em solução nutritiva. As conclusões alcançadas são as seguintes:

Devido ao efeito varietal na produção de matéria seca, as quantidades extraídas pelos dois cultivares são diferentes; há semelhança, porém, quanto à ordem decrescente obedecida.

IAC 47      N > K > S > Ca > P > Mg

IAC 435    N > K > S > = Ca > Mg;

quanto aos micronutrientes, a ordem decrescente é a mesma para ambos cultivares;

Cl > Fe > Mn > Zn > Cu > Mo.

## SUMMARY

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF THE RICE PLANT,  
CULTIVARS IAC 47 AND IAC 435

Analysing the various organs of plants grown in nutrient solution until full maturity, an estimate was obtained of the mineral requirements of both cultivars, which is shown in Table 4. Differences found among cultivars were due primarily to yield level rather than to contents of elements per unity of dry matter.

Table 4 - Mineral requirements of two rice cultivars grown in nutrient solution

Element	Extraction (*)		Export (**)	
	IAC 47	IAC 47	IAC 435	IAC 435
N kg/ha	201	268	40	33
P	35	44	10	8
K	133	184	5	5
Ca	40	46	1	1
Mg	20	24	1	1
S	47	45	1	1
B g/ha	408	494	19	17
Cl	8907	9242	1590	1527
Cu	246	297	27	53
Fe	3566	3391	93	270
Mn	505	543	63	54
Mo	2	3	0,3	0,2
Zn	332	420	73	56

(\*) roots + culms + leaves + rachis + grain with hull = 11.344 kg/ha cv. IAC 47; 13.426 kg/ha, IAC 435.

(\*\*) grain with hull = 2,225 kg/ha, IAC 47; 1,722 kg/ha IAC 435.



## LITERATURA CITADA

- BASAK, M.N., 1962. Nutrient uptake by rice plant and its effect on yield. *Agronomy Jour.* 54(5): 373-376.
- CHANG, Te-Tsu; BARDENAS, E.A., 1965. The morphology and varietal characteristics of the rice plant. *International Rice Research Institute, Philippines, Technical Bulletin* nº 4, 3-17.
- DATA, S.K.; MAGNAYE, C.P.; MAGBANNA, J.T., 1969. Response of rice varieties to time of nitrogen application in the tropics. In: **Symposium on Optimization of Fertilizer Effect in Rice Cultivation**, Proceeding of a Symposium on Tropical Agriculture Research, Tokyo, 73-87.
- EPSTEIN, E., 1975. **Nutrição mineral das plantas. Princípios e Perspectivas.** Tradução e notas de E. Malavolta, Livro Técnico Científico, Rio de Janeiro, 341 p.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G., 1965. Absorção de nutrientes pela Cultura do Arroz. *Bragantia.* 24(38): 515-19.
- GILMOUR, J.T., 1977. Micronutrient status of the rice plant. II. Micronutrient uptake rate as function of time. *Plant and Soil* 46: 559-564.
- GILMOUR, J.T., 1977. Micronutrient status of the rice plant. I. Plant and soil solution concentration as a function of tissue *Plant and Soil* 46: 549-557.
- JONES, J.B., 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. In: **Micronutrients in Agriculture**, Proceeding Soil Science Society of America, U.S.A., 319-41.
- KARIM, A.Q.M.B.; VLAMIS, J., 1962. Micronutrient deficiency symptoms of rice grown in nutrient culture solutions. *Plant and Soil* 3: 340-60.
- LOCKARD, R.G.; BELAUX, J.C. & LIONGSON, E.A., 1972. Response of rice plants grown in three potted luzon Soils to

- additions of Boron, Sulfur and Zinc. *Agronomy Jour.* 64: 444-47.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL Sobr<sup>o</sup>, M.O. C., 1974. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*, Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 325-370.
- MALAVOLTA, E., 1978. *Manual de Química Agrícola. Nutrição de Plantas e fertilidade de Solo*, São Paulo, Editora Agronômica "CERES" Ltda.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A., 1978. *Principles of plant nutrition*, International Potash Institute, Berna, 591 p.
- REISENAUER, H.M., 1967. Availability assays for secondary and micronutrient anions In: *Soil Testing and Plant Analysis*, Symposium, Soil Science Society of America, U.S.A.
- SIMS, J.C.; PLACE, 1968. Growth and nutrient uptake of rice and different growth stages and nitrogen levels. *Agronomy Jour.* 60: 392-396.
- SOUZA, D.; HIROCE, R., 1970. Diagnose e tratamento preventivo no solo de deficiência de zinco em cultura de Arroz de Sequeiro em solos com pH abaixo de 7. *Bragantia* 29 (9): 91-103.
- VELASCO, J.R.; CABRERA, T.E.; VEGA, M.R.; RAMOS, F.T., 1955. Absorption of culture solutions by rice seedlings. *The Philippines Agriculturist* 34(2): 96-105.
- WAR, R.C.J.V.; WHITNEY, D.A.; WESTFALL, D.G., 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing small grain. In: *Soil Testing and Plant Analysis*, Soil Science Society of America, U.S.A., 324-348.