

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 36

Campinas, março de 1977

N.º 8

COMPOSIÇÃO QUÍMICA INORGÂNICA DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ (1)

P. R. FURLANI (2), O. C. BATAGLIA (2), A. M. C. FURLANI (2), *Seção de Química Analítica*, L. E. AZZINI (2), *Seção de Genética*, e N. C. SCHMIDT, *Estação Experimental de Pindamonhangaba, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Estudou-se a composição química inorgânica de amostras dos cultivares de arroz irrigado "IR 665-4-5-5", "IAC 435" e "IAC 120", procedentes do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. Após a determinação da concentração dos macro e micronutrientes, alumínio, sódio e silício em diversas partes morfológicamente distintas, avaliaram-se as quantidades de nutrientes extraídas pelas mesmas.

Dentre os elementos estudados, a extração pela parte aérea obedeceu a seguinte ordem decrescente: Si, K, N, Ca, P, Cl, S, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo.

Observou-se que com relação à concentração e extração dos elementos, os cultivares têm comportamento distinto.

1 — INTRODUÇÃO

O arroz constitui uma das principais fontes de alimento em todo o mundo e sua produtividade apresenta grande variabilidade regional, decorrente principalmente do sistema de cultivo empregado. A produtividade deste cereal na região do Vale do Paraíba é bastante inferior à de outras regiões do País, que utilizam o mesmo sistema de cultivo irrigado (1, 7).

Dentre os fatores responsáveis pelo baixo índice de produtividade do arroz nessa região, destacam-se os relacionados com os problemas nutricionais, que quase sempre são provenientes do uso inadequado e/ou insuficiente de fertilizantes.

Através do conhecimento da quantidade de nutrientes extraídos pelas diversas partes da planta, por

(1) Recebido para publicação em 15 de agosto de 1976.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

ocasião da colheita, é possível avaliar as exigências nutricionais e, conseqüentemente, determinar as quantidades mínimas de nutrientes que devem ser adicionadas ao solo para a manutenção de sua fertilidade.

São numerosas as pesquisas desenvolvidas em outros países referentes à absorção de nutrientes pelo arroz, notadamente no continente asiático, onde se concentra a maior produção do cereal. No Japão, país com alto índice de produtividade média, destacam-se os trabalhos efetuados por Ishizuka e Tanaka (14) e por Hagiwara e outros (13); na América do Norte, salientam-se os realizados por Basak (2) e por Sims e Place (18).

Na literatura nacional, aparentemente o único trabalho de expressão foi realizado por Gagantini e Blanco (11), que determinaram a extração dos macronutrientes, com exceção do enxofre, pelo cultivar "dourado-precoce", cultivado em vaso e em casa de vegetação.

A finalidade do presente trabalho foi avaliar a composição química de três cultivares de arroz irrigado, visando conhecer a produção de matéria seca, os teores e a distribuição dos treze nutrientes, do alumínio, do sódio e do silício nas diversas partes da planta no estágio de maturação dos grãos.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no Polder IV, município de Pindamonhangaba, SP, no ano agrícola de 1973/74, 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. Por ocasião da matura-

ção dos grãos foram coletadas amostras da parte aérea dos cultivares de arroz 'IR 665-4-5-5', 'IAC 435', e 'IAC 120', mediante corte rente ao solo. A área representativa de cada amostragem foi de 0,16 m², com nove repetições para cada cultivar.

O material fresco foi separado em suas diversas partes (folhas, colmos, grãos descascados e casca), lavado com água de torneira e água destilada, seco a 60-70°C, pesado e moído em moinho Thomas-Wiley, modelo ED-5 e passado através de peneira de malha de 2 mm.

Nas amostras assim preparadas, procederam-se as determinações dos teores totais de nitrogênio e de fósforo, pelo uso do Autoanalisador II Technicon, a partir de extratos obtido segundo Concon e Soltess (6), sendo o N avaliado pelo método do fenol-alcalino (12) e o P pelo método colorimétrico do ácido fosfovanado molibdíco amarelo (15); Ca e Mg pela técnica recomendada por Bataglia e Gallo (5); Mn, Fe e Zn segundo Gallo e outros (10); K e Al, de acordo com Perkin Elmer (17); Mo e S, pelos métodos descritos por Bataglia (3, 4); B, pelo método colorimétrico da curcumina (15); Cl, por titulação colorimétrica (8), e Si pelo método colorimétrico do "azul-de molibdênio" (9).

3 — RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

As variações das concentrações dos elementos dosados na matéria seca das diversas partes dos três cultivares de arroz são apresentadas no quadro 1. Por esses dados verifica-se a ocorrência de maiores concentrações de: a) Ca, B, Fe, Mn e Al, nas

QUADRO 1. — Concentrações médias dos elementos na matéria seca das diversas partes de três cultivares de arroz irrigado — Polder IV, Pindamonhangaba, SP, 1973/1974 (*)

Parte da planta e Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Al	Na	%	
																	ppm	
FOLHAS																		
IR 665-4-5-5	0,82a	0,05a	0,56a	0,62a	0,08a	0,07a	4,28b	1363b	12a	2,7a	169ab	83b	0,04a	54,1b	58a	226a		
IAC 435	0,72a	0,06ab	0,81b	0,63a	0,09ab	0,08a	3,79a	1719b	18a	2,6a	246a	80a	0,12a	17,6a	229a	109a		
IAC 120	0,76a	0,07b	0,48a	0,73b	0,10b	0,08a	4,23b	727a	21a	2,5a	255a	109a	0,14a	24,1b	190a	93a		
COLMOS																		
IR 665-4-5-5	0,64a	0,09a	2,87a	0,22c	0,06a	0,12a	2,63b	3590ab	12a	2,7a	169ab	83b	0,04a	54,1b	58a	226a		
IAC 435	0,62a	0,17b	2,72a	0,16a	0,05a	0,13a	2,22a	3742b	10a	2,5a	145a	27a	0,03a	42,8a	51a	296b		
IAC 120	0,69a	0,12a	2,67a	0,19b	0,05a	0,13a	2,42ab	3235a	10a	2,8a	197b	30a	0,03a	35,9a	44a	370c		
GRÃOS DESCASCADOS																		
IR 665-4-5-5	1,60b	0,30c	0,41a	0,06a	0,14b	0,17a	0,11ab	135a	4ab	6,4a	56b	22b	0,23b	24,1c	41a	57a		
IAC 435	1,30a	0,21a	0,38a	0,07a	0,10a	0,16a	0,12b	187c	3a	4,7a	28a	15a	0,12ab	18,2a	48a	59a		
IAC 120	1,38a	0,25b	0,43a	0,06a	0,10a	0,15a	0,10a	170b	5b	5,4a	31a	16a	0,07a	21,6b	48a	58a		
CASCA																		
IR 665-4-5-5	0,72a	0,12a	0,52a	0,15a	0,08a	0,11a	4,00a	264a	5a	7,8a	150b	69c	0,29a	23,6a	66b	63a		
IAC 435	0,78a	0,18b	0,59b	0,20b	0,11b	0,11a	5,07b	644b	6a	8,7a	125ab	36b	0,30a	29,0b	24a	67a		
IAC 120	0,67a	0,13a	0,53ab	0,19b	0,09a	0,11a	4,31ab	33a	6a	9,1a	102a	31a	0,21a	29,2b	31ab	73a		

(*) Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

folhas; b) K, Cl, Zn e Na, nos colmos; c) N, P, S e Mg, nos grãos descascados; d) Si, Cu e Mo, na casca. Observa-se também o efeito varietal na concentração dos constituintes inorgânicos dosados nas diversas partes, com exceção do nitrogênio, enxofre, cobre e alumínio.

Em função dos dados de produção de matéria seca e das concentrações dos elementos nas diversas partes dos três cultivares de arroz, determinou-se a quantidade dos elementos extraída por unidade de área, conforme se observa pelo quadro 2.

Através dos resultados constantes no quadro 2, pode-se estabelecer as seguintes ordens decrescentes de produção de matéria seca e extração de nutrientes:

- a) Matéria seca nas partes da planta: grão, colmo, folha e casca;
- b) Extração de nutrientes pela folha: Si, N, Ca, K, Cl, Mg, S, P, Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo;
- c) Extração de nutrientes pelo colmo: K, Si, N, Cl, Ca, P, S, Mg, Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo;
- d) Extração de nutrientes pelo grão descascado: N, K, P, S, Mg, Si, Ca, Cl, Zn, Fe, Mn, Cu, B, Mo;
- e) Extração de nutrientes pela casca do grão: Si, N, K, Ca, P, S, Mg, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo.

Verifica-se, também, que a extração diferencial de nutrientes, influenciada por efeito varietal, foi mais marcante nas folhas e colmos. O cultivar 'IR 665-4-5-5' extraiu menores quantidades de nutrientes pelas

folhas e colmos e semelhantes quantidades de nutrientes pelos grãos quando comparado com cultivares IAC. Em vista disso, pode-se afirmar que a exigência nutricional do cultivar IR é menor que a dos cultivares desenvolvidos pelo Instituto Agrônomico.

Observa-se, também, que os macronutrientes, com exceção do potássio e do cálcio, concentram-se nos grãos, enquanto que dos micronutrientes, apenas o cobre, zinco e molibdênio se localizam em maiores proporções nessa parte da planta. Em vista disso, os programas de adubação da cultura do arroz devem ser orientados no sentido de procurar repor esses nutrientes ao solo, principalmente magnésio, cobre, zinco e molibdênio, normalmente não constantes nas fórmulas de adubação do arroz.

Pode-se ainda, através dos resultados constantes no quadro 2, estabelecer para cada um dos cultivares as seguintes ordens decrescentes de extração de nutrientes pelas partes vegetativa e reprodutiva:

- a) 'IR 665-4-5-5': Si, K, N, Ca, Cl, S, P, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo (palha); N, Si, K, P, S, Mg, Ca, Cl, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo (grãos);
- b) 'IAC 435': Si, K, N, Ca, Cl, P, S, Mg, Mn, Zn, B, Cu, Mo (palha); Si, N, K, P, S, Mg, Cl, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo (grãos);
- c) 'IAC 120': Si, K, N, Ca, Cl, S, P, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo (palha); N, Si, K, P, S, Mg, Cl, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo (grãos).

Comparando a quantidade de N-P-K exportada pelos grãos, com a

QUADRO 2. — Quantidade dos elementos e de matéria seca contida nas diversas partes de três cultivares de arroz irrigado — Polder IV — Pindamonhangaba, SP, 1973/1974 (*)

Parte da planta e Cultivar	Matéria seca	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	g/ha	
																kg/ha	g/ha
FOLHAS																	
IR 665-4-5-5	1549a	12,7a	0,8a	8,7a	9,6a	1,2a	1,1a	66,3a	2,1a	24,8a	3,9a	435,3a	305,2b	0,3a	31,6a		
IAC 435	2093b	15,1a	1,1ab	16,9b	13,2b	1,9b	1,7b	79,3a	3,6b	37,7b	5,4b	514,2a	167,4a	0,2a	36,8ab		
IAC 120	1886ab	14,3a	1,3b	9,0a	13,8b	1,9b	1,5ab	79,8a	1,4a	39,6b	4,7ab	480,9a	205,6a	0,3a	45,4b		
COLMOS																	
IR 665-4-5-5	1622a	10,4a	1,5a	46,5a	3,6a	1,0a	1,9a	42,7a	5,8a	19,5a	4,4a	274,1a	134,6b	0,1a	87,8a		
IAC 435	3098c	19,2b	5,2c	84,3c	5,0b	1,5b	4,0c	68,8b	11,6b	31,0b	7,7b	449,2b	83,6a	0,1a	132,6b		
IAC 120	2305b	15,9b	2,9b	61,5b	4,4ab	1,1a	3,0b	55,8ab	7,5a	23,0ab	6,4ab	454,1b	69,1a	0,1a	82,7a		
GRÃOS DESCASCADOS																	
IR 665-4-5-5	3226a	51,6b	9,8b	13,2a	1,9a	4,5b	5,5a	3,5a	0,4a	12,9ab	20,6a	180,7b	71,0b	0,7b	132,3b		
IAC 435	3116a	40,4a	6,4a	11,8a	2,2a	3,1a	5,0a	3,7a	0,6b	9,3a	14,6a	87,1a	46,7a	0,4ab	149,3a		
IAC 120	3307a	45,6ab	8,3b	14,2a	2,0a	3,3a	5,0a	3,3a	0,6b	16,5b	17,9a	102,5a	52,9a	0,2a	158,7b		
CASCA																	
IR 665-4-5-5	1232a	8,9a	1,4a	6,4a	1,8a	1,0a	1,3a	49,3a	0,3a	6,2a	9,6a	184,9b	85,0b	0,4a	29,1a		
IAC 435	1039a	8,1a	1,8a	6,1a	2,1a	1,1a	1,1a	52,7a	0,7b	6,2a	9,0a	129,9ab	37,4a	0,3a	30,1a		
IAC 120	1073a	7,2a	1,4a	5,7a	3,0b	1,0a	1,2a	46,5a	0,3a	6,4a	9,8a	109,4a	33,3a	0,2a	31,3a		
TOTAL (Parte aérea)																	
IR 665-4-5-5	7629	83,6	13,6	74,8	17,0	7,7	9,8	161,8	8,7	63,3	38,6	1074,9	595,8	1,5	280,8		
IAC 435	9341	82,8	14,6	119,2	22,5	7,7	11,8	198,2	16,4	84,3	36,9	1180,4	335,1	1,0	348,8		
IAC 120	8571	83,0	13,7	90,5	23,2	7,3	10,6	185,4	9,7	85,7	38,8	1146,9	360,9	0,8	318,2		
Média	8513	83,1	13,9	94,9	20,8	7,6	10,8	183,9	11,6	77,7	38,1	1134,1	430,6	1,1	308,3		

(*) Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

adicionada por uma adubação na base de 60-26-25 kg de N, P e K por hectare, verifica-se que 90% do nitrogênio e 75% do potássio são removidos pela colheita dos grãos.

A relação entre N-P-K exportados pela parte aérea foi de 6:1:7, semelhante à apresentada por Malavolta (16), que é de aproximadamente 6:1:4.

4 — CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

a) As concentrações dos elementos nas diferentes partes da planta é variável em função do cultivar, com exceção do nitrogênio, enxofre e cobre;

b) Devido ao efeito varietal no acúmulo de matéria seca, os cultivares apresentam diferentes capacidades de extração de nutrientes;

c) Os grãos extraem maior quantidade de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, cobre, molibdênio e zinco do que as outras partes da planta.

MINERAL COMPOSITION OF THREE LOWLAND RICE CULTIVARS

SUMMARY

This paper reports the mineral composition of three rice cultivars ('IR 665-4-5-5', 'IAC 435', and 'IAC 120') from low land soil of the Paraíba Valley, State of São Paulo.

Sixteen elements were analyzed in dry samples from different parts of the plant (without roots) and the amounts removed from the soil by the plants were evaluated.

Different behaviour was observed among the cultivars in relation to the uptake of these elements, but in general the extraction obeyed the following decreasing order: Si, K, N, Ca, P, Cl, S, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo.

LITERATURA CITADA

1. ANUARIO ESTATÍSTICO DO ARROZ. Porto Alegre, IRGA, 1976. (V. 31).
2. BASAK, M. N. Nutrient uptake by rice plant and its effect on yield. *Agron. J.* 54:373-376, 1962.
3. BATAGLIA, O. C. A determinação do molibdênio por espectrofotometria de absorção atômica. Piracicaba. ESALQ, 1972. 86 fls. (Tese de doutoramento)
4. ——— A determinação indireta de enxofre em plantas por espectrofotometria de absorção atômica. *Ciência e Cultura* 28(6):672-675, 1976.
5. ——— & GALLO, J. R. Determinação de cálcio e magnésio em plantas por fotometria de chama de absorção. *Bragantia* 31:59-74, 1972.
6. CONCON, J. M. & SOLTESS, D. Rapid micro kjeldahl digestion of cereal grains and other biological materials. *Anal. Biochem.* 53(1):35-41, 1973.
7. FRATINI, J. A. Diagnóstico da situação arrozeira do Estado de São Paulo. Campinas, SA-CATI-DOT, 1975.
8. FURLANI, A. M. C. & GALLO, J. R. Determinação colorimétrica de cloreto em plantas, fazendo uso de um cloridômetro de leitura direta. *Ciência e Cultura* 24(3):250-253, 1972.

9. FURLANI, P. R. & GALLO, J. R. A determinação do silício em material vegetal. Suplemento de Ciência e Cultura 25(6):109, 1973.
10. GALLO, J. R.; BATAGLIA, O. C. & MIGUEL, P. T. N. A determinação do cobre, ferro, manganês e zinco num mesmo extrato de plantas, por fotometria de chama de absorção. *Bragantia* 30:65-77, 1971.
11. GARGANTI, H. & BLANCO, H. G. Absorção de nutrientes pela cultura do arroz. *Bragantia* 25:515-528, 1965.
12. GEHRKE, C. W., WALL, L. L. & ABSHEER, J. S. Automated nitrogen method for feeds. *J. AOAC* 56(5):1096-1105, 1973.
13. HAGIWARA, T.; NISHIHARA, N. & MITSUI, M. Nutrio-physiological studies on paddy rice in the southwestern part of Japan. *Fubuoka Pref. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 1958. 70 p.
14. ISHIZUKA, Y. & TANAKA, A. Biochemical studies on the life history of rice plants. I — Absorption and translocation of inorganic elements. *J. Sci. Soil and Manure, Japan* 23(1):23-28, 1952.
15. LOTT W. L.; McCLUNG, A. C.; VITA, R. & GALLO, J. R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961, 69 p. (Bol. 26)
16. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
17. PERKIN-ELMER. Revision of analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut, 1976.
18. SIMS, J. L. & PLACE, G. A. Growth and nutrient uptake of rice at different growth stages and nitrogen levels. *Agron. J.* 60:692-696, 1968.