

DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS NO ARROZ IRRIGADO EM SUCESSÃO AO FEIJOEIRO EM SOLO DE VÁRZEA¹

WANDER EUSTÁQUIO DE BASTOS ANDRADE², AUGUSTO FERREIRA DE SOUZA³
e JANICE GUEDES DE CARVALHO⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar resposta do arroz (*Oryza sativa* L.), em sucessão ao feijoeiro, à calagem, e aos macro e micronutrientes. O experimento desenvolveu-se em casa de vegetação, com solo orgânico coletado na região norte fluminense. Os tratamentos, num total de 12 e aplicados apenas por ocasião do cultivo do feijoeiro, constituíram-se de: testemunha (solo natural), "completo" (N, P, K, cálcio, S, B, Co, Cu, Mo e Zn) e "completo" menos um nutriente de cada vez. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Após a colheita do feijoeiro, o solo permaneceu nos vasos até instalação do experimento com o arroz. Fez-se a adubação com N, P e K, quando pertinente, e avaliou-se o efeito dos tratamentos na produção da parte aérea da planta e na acumulação de nutrientes. Apenas a testemunha e os tratamentos nos quais se omitiu o N ou o K apresentaram decréscimos significativos na produção de matéria seca em comparação com o tratamento "completo", ou seja, 59, 49 e 38%, respectivamente. O acúmulo de nutrientes na parte aérea do arroz ocorreu na seguinte ordem: N>K>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, limitações nutricionais.

NUTRIENT DEFICIENCIES FOR THE IRRIGATED RICE IN SUCCESSION TO THE BEAN PLANT IN LOWLAND SOIL

ABSTRACT - This study aimed at evaluating the response in bean-rice rotation related to liming application and macro and micronutrients fertilization. This experiment was conducted in a greenhouse, in an organic soil from the Northern Fluminense region. The following treatments to bean plants were considered: control (natural soil), "complete" (N, P, K, limestone, S, B, Co, Cu, Mo, and Zn) and "complete" but one by one of the related nutrients. The experimental design was a randomized block with four replications. After the bean harvest, rice seeds were planted in the same previous soil used (pots), adding N, P and K according to recommendations. The effect of treatments was measured by dry matter production considering plant shoot and nutrient accumulation. Only the control treatment and the others without N or K showed a significant decrease in the dry matter production in comparison to the "complete" treatment, such as 59, 49 and 38% for the control treatment and the treatments without N and K, respectively. The nutrient accumulation by the aerial part of the rice occurred on the following arrangement: N>K>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B.

Index terms: *Oryza sativa*, nutrient limitations.

INTRODUÇÃO

A participação do Estado do Rio de Janeiro na produção nacional de arroz é pequena: o Estado contribui com apenas 1% do total produzido. No entanto, sua importância social nessa unidade da Federação é indiscutível. Cultivado em áreas tradicionais

¹ Aceito para publicação em 11 de novembro de 1997.

² Eng. Agr., Dr., PESAGRO-RIO / EEC, Avenida Francisco Lamego, 134, Bairro Guarus, CEP 28080-000 Campos, RJ.

³ Eng. Agr., Dr., Dep. de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

⁴ Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Ciência Solo, UFLA. Bolsista do CNPq.

nas pequenas e médias propriedades, envolve 4.200 produtores e agrega um contingente de mão-de-obra de, aproximadamente, 20.000 pessoas (Fernandes & Fernandes, 1986).

A partir da década de 80, surgiu uma nova fronteira agrícola, devido principalmente à incorporação das áreas de várzeas ao processo produtivo. A utilização dessas áreas, consideradas marginais, foi citada por Lamster (1980). Segundo este autor, para os Estados de Santa Catarina, Rio de Janeiro e Espírito Santo, existe uma só alternativa para a expansão econômica da fronteira agrícola: o uso racional das várzeas irrigáveis.

Após a introdução da cultura do arroz nas áreas de várzeas, diversos trabalhos procuraram desenvolver tecnologias que possibilitassem a exploração racional de outras culturas nessas áreas, viabilizando sua exploração mais intensiva e maior retorno econômico ao produtor. Uma destas culturas seria o feijão, em sucessão ao cultivo do arroz durante o inverno (Silva, 1980).

Segundo Fageria & Souza (1995), para conservar ou melhorar a fertilidade do solo, devem-se levar em consideração os seguintes aspectos: manutenção de resíduo orgânico, sucessão e rotação de culturas, fornecimento de nutrientes, e calagem.

Para Santos & Roman (1989), a rotação de culturas tem papel muito importante na reciclagem de nutrientes. Isto é particularmente mais importante nos climas tropicais e subtropicais, onde é intensa a lixiviação de cátions básicos, como o Ca, Mg e o K. Segundo esses autores, a reciclagem dos nutrientes é função das diferenças entre as espécies em relação à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades do solo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do calcário e dos macro e micronutrientes na produção da matéria seca e na composição química do arroz cultivado em sucessão ao feijoeiro, num solo orgânico de várzea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura da UFLA, em Lavras, MG, nos períodos de setembro a dezembro de 1994 (feijão) e dezembro de 1994 a junho de 1995 (arroz).

O solo utilizado pertence à classe de solo orgânico de várzea, e foi coletado (0-20 cm de profundidade) na Fazenda Saudade, município de Macaé, RJ, região norte-fluminense. Após secado ao ar, foi passado em peneira de 5 mm de malha para homogeneização, e colocado em vasos com capacidade para 3,6 kg de solo. O feijão (cv. Ouro Negro) foi semeado em 09/09/94 e colhido em 06/12/94. O solo permaneceu nos vasos até a semeadura do arroz (cv. Inca), ocorrida em 20/12/94.

Os tratamentos, em número de doze, eram assim constituídos: testemunha (solo natural), "completo" (N, P, K, Calagem, S, B, Co, Cu, Mo e Zn) e "completo" menos um nutriente de cada vez. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

A adubação para o feijoeiro foi a preconizada por El-Husny (1992) para experimentos em vasos em casa de vegetação, e foram feitas algumas adaptações. As doses dos nutrientes em mg/vaso, para os diversos tratamentos, quando pertinentes, foram de: 360 de N; 400 de P; 360 de K; 131 de S; 1,80 de B; 5,40 de Cu; 0,36 de Mo; 9,0 de Zn e 0,00027 de Co. As fontes de nutrientes foram sais p.a. (nitrato de amônio, fosfato de cálcio monobásico, cloreto de potássio, sulfato de potássio, sulfato de amônio, ácido bórico, cloreto cuproso, ácido molíbdico, cloreto de zinco e cloreto de cobalto). O calcário foi misturado ao solo seco, e, a seguir, procedeu-se ao enchimento dos vasos, com essa mistura. Logo após, adicionou-se, em cada vaso, água desmineralizada até completar 80% do volume total de poros (VTP). Após estas etapas iniciais, os vasos foram mantidos em condições de casa de vegetação, sem irrigação, até o seu secamento (cerca de dez dias após a irrigação inicial). O solo foi então novamente retirado dos vasos, e o P incorporado. A partir daí, a irrigação foi diária, e manteve-se a umidade a 80% do VTP por mais 20 dias. Os demais nutrientes foram aplicados via solução nutritiva, após o estabelecimento das plântulas e do desbaste. Utilizou-se calcário calcinado (40% CaO, 15% MgO e PRNT de 92%), cuja dose foi determinada pelo método da neutralização do Al (Andrade et al., 1992), para a cultura do feijoeiro.

Após o cultivo do feijoeiro, semeou-se arroz com o objetivo de verificar o efeito dos tratamentos em sistema de sucessão. Antes da semeadura do arroz foram retiradas amostras de solo de cada tratamento para análise (Tabela 1).

A cultivar de arroz utilizada foi a INCA, conforme recomendação de Amorim Neto et al. (1986, 1988). Foram semeadas dez sementes/vaso em solo previamente umedecido, deixando-se três plantas/vaso após o desbaste. Após estas etapas iniciais, foram aplicados (mg/vaso),

TABELA 1. Análise química da amostra de solo retirada após o cultivo do feijão e antes do cultivo do arroz¹.

Características	Completo ²	Testem.	- Calc.	- P	- N	- K	- S	- B	- Co	- Cu	- Mo	- Zn
pH em água	4,3 AcE	4,0 AcE	4,0 AcE	4,4 AcE	4,4 AcE	4,3 AcE	4,4 AcE	4,4 AcE	4,3 AcE	4,4 AcE	4,4 AcE	4,4 AcE
P (mg/dm ³)	44 A	34 A	56 A	35 A	50 A	48 A	48 A	42 A	50 A	50 A	46 A	56 A
K (mg/dm ³)	42 M	34 M	41 M	55 M	34 M	33 M	28 B	28 B	31 M	39 M	31 M	51 M
Ca (mmol/dm ³)	52 A	22 M	32 M	54 A	47 A	50 A	53 A	52 A	58 A	49 A	49 A	60 A
Mg (mmol/dm ³)	18 A	10 M	13 A	22 A	22 A	20 A	17 A	24 A	22 A	18 A	29 A	7 M
Al (mmol/dm ³)	12 A	25 A	23 A	12 A	11 A	13 A	13 A	11 A	11 A	12 A	11 A	13 A
H + Al (mmol/dm ³)	153 A	205 A	205 A	166 A	153 A	153 A	153 A	153 A	137 A	166 A	153 A	166 A
Na (mmol/dm ³)	2 M	1 M	2 M	2 M	2 M	2 M	2 M	2 M	2 M	2 M	2 M	1 M
S (mmol/dm ³)	73 A	34 M	48 M	79 A	72 A	72 A	73 A	79 A	83 A	70 A	81 A	70 A
t (mmol/dm ³)	85 A	59 M	71 A	91 A	83 A	85 A	86 A	90 A	94 A	82 A	92 A	83 A
T (mmol/dm ³)	226 A	239 A	253 A	245 A	225 A	225 A	226 A	237 A	220 A	223 A	247 A	236 A
m (%)	14 B	42 A	32 M	13 B	13 B	15 B	15 B	12 B	12 B	15 B	16 B	16 B
V (%)	32 B	14 MB	19 MB	32 B	32 B	32 B	32 B	34 B	38 B	31 B	33 B	30 B
Carbono (%)	10,8 A	10,8 A	10,8 A	13,0 A	13,0 A	13,0 A	13,0 A	13,0 A	13,0 A	19,0 A	13,0 A	13,0 A
Mat. Org. (%)	18,6 A	18,6 A	18,6 A	22,3 A	22,3 A	22,3 A	22,3 A	22,3 A	22,3 A	32,8 A	22,3 A	22,3 A
Zinco (mg/dm ³)	5,05	5,38	4,89	5,71	6,20	6,50	5,09	5,98	5,19	5,57	5,70	1,52
Cobre (mg/dm ³)	0,59	0,63	0,65	0,83	0,68	0,67	1,32	0,75	0,49	0,67	1,04	1,09
Ferro (mg/dm ³)	650,91	697,91	812,84	808,58	774,49	757,15	722,02	808,03	799,07	790,64	782,89	842,46
Manganês (mg/dm ³)	18,18	17,71	25,43	22,05	17,06	18,76	23,73	23,85	22,45	20,40	21,29	23,07
Enxofre (mg/dm ³)	81,93	75,50	99,16	144,51	149,21	86,52	81,93	84,18	244,85	110,76	88,90	96,48
Boro (mg/dm ³)	0,31	0,35	0,35	0,47	0,43	0,55	0,35	0,35	0,51	0,35	0,43	0,47

¹ Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do DCS/UFLA; AcE (acididez elevada); A (alto); M (médio); B (baixo) e MB (muito baixo). ² Avaliação realizada de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

quando pertinente, os seguintes nutrientes: 720 de N, 400 de P e 720 de K, via solução. Por ocasião da diferenciação do primórdio floral, foram aplicados, em cobertura 180 mg de N e 180 mg de K por vaso, com exceção do tratamento testemunha e naqueles nos quais estes nutrientes foram omitidos. As fontes utilizadas também foram produtos p.a. (uréia, ácido fosfórico e cloreto de potássio).

Durante os 15 dias que se seguiram ao desbaste, os vasos foram mantidos com 80% do espaço poroso total preenchido pela água (desmineralizada), mediante irrigações diárias. A partir desse período, o solo foi saturado, até a manutenção de uma lâmina d'água constante de $4 \pm 0,5$ cm, conforme método adotado por Pereira (1985).

Das três plantas de cada vaso, uma foi colhida por ocasião da floração, ou seja, a que primeiro emitiu panícula. As demais foram levadas até a maturação dos grãos. Na colheita, as plantas foram cortadas rente ao solo, e a parte aérea secada em estufa a 60°C até peso constante.

Por ocasião da maturação dos grãos, foram determinados o número de perfilhos e de panículas por planta, a altura da planta, a matéria seca da parte aérea, e as quantidades acumuladas de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Mn e Cu na parte aérea. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, conforme Pimentel-Gomes (1984). As amostras da parte aérea foram submetidas à digestão nítrico-perclórica em bloco digestor. No extrato, determinaram-se os teores de Ca, Mg, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; o de K, por fotometria de chama; o de P por colorimetria; o de S, por turbidimetria, e o de N, pelo método micro Kjeldahl. Na determinação do B, a digestão das amostras foi feita por via seca (incineração), e o seu conteúdo foi avaliado pela técnica da curcumina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não são apresentados dados de produção de grãos, devido à elevada taxa de chochamento, cuja ocorrência foi atribuída a altas temperaturas observadas na diferenciação do primórdio floral (superior a 42°C em três dias seguidos e por período superior a duas horas), período considerado crítico por Andrade (1991), em que temperaturas superiores a 38°C são prejudiciais.

Na literatura consultada não foram encontrados trabalhos relacionados à sucessão feijão x arroz em solos de várzeas, o que dificultou a discussão dos dados ora obtidos.

A análise química do solo, realizada após o cultivo do feijoeiro (Tabela 1), revelou que a acidez permaneceu elevada; o P, com altos teores em todos os tratamentos; o K, com teores médios, exceto naqueles nos quais o S e o B foram omitidos, tratamentos em que os teores foram baixos; o Ca foi alto em todos os tratamentos, exceto na testemunha e no tratamento que não recebeu calcário, em que os teores foram médios; o Mg teve teor médio na testemunha e no tratamento sem Zn, e alto nos demais; a porcentagem de saturação por bases (V%) foi baixa em todos os tratamentos, exceto na testemunha e no tratamento que não recebeu calcário, em que foram muito baixos; o teor de matéria orgânica permaneceu sempre alto, independentemente dos tratamentos. Quanto ao Zn, Cu e Mn, os seus teores estão acima dos níveis críticos. Os teores de B foram inferiores ao seu nível crítico (Lopes & Carvalho, 1988) na testemunha, no tratamento completo e nos tratamentos nos quais não se aplicou calcário, S, B e Cu.

Pelos dados da Tabela 2, verifica-se que os únicos tratamentos que apresentaram decréscimos sig-

nificativos no acúmulo de matéria seca pela parte aérea do arroz em relação ao tratamento "completo" foram a testemunha (59%), e aqueles nos quais não se aplicou o N (49%) e o K (38%). Tais decréscimos podem ser atribuídos, em parte, ao menor número de perfilhos e de panículas por plantas quando da omissão de N, e à menor altura de planta quando se omitiu o K.

Em outros trabalhos realizados em solos de várzea, tanto o N (Blanco et al., 1964; Leite et al., 1970; Paula et al., 1990) como o K (Blanco et al., 1964; Paula et al., 1990) foram limitantes na produção de matéria seca pelo arroz.

O tratamento sem P não diferiu do "completo" em relação ao acúmulo de matéria seca pela parte aérea do arroz, o que está em discordância com os resultados obtidos por Novais et al. (1972), em que o P foi o nutriente que mais limitou a produção de grãos pelo arroz em solos de várzeas de Minas Gerais. O tratamento sem P também não diferiu do "completo", em relação ao número de perfilhos e de panículas por planta e altura da planta. A não-resposta ao P se deve ao seu teor inicial no solo - considerado alto, conforme Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (1989) -, e, provavelmente,

TABELA 2. Número de perfilhos e de panículas por planta, altura de planta (cm) e acúmulo de matéria seca (g/vaso) na parte aérea do arroz, colhido na maturação dos grãos, 1995. UFLA, Lavras, MG, 1996¹.

Tratamentos	Número perfilhos	Número panículas	Altura planta	Matéria seca	Matéria seca relativa ²
Completo	11,75 bc	11,75 ab	76,70 a	84,63 a	100
Testemunha	7,50 cd	7,50 bc	60,60 bc	34,96 b	41
- N	6,88 d	6,75 c	68,63 ab	43,43 b	51
- P	12,25 abc	12,00 ab	73,53 a	82,83 a	98
- K	13,88 ab	13,63 a	56,13 c	52,88 b	62
- S	12,50 ab	12,13 ab	73,47 a	80,46 a	95
- Calcário	16,88 a	16,13 a	69,30 a	88,86 a	105
- B	14,00 ab	13,88 a	69,07 a	87,07 a	103
- Cu	13,75 ab	13,75 a	72,45 a	88,54 a	105
- Zn	14,25 ab	13,75 a	71,85 a	87,28 a	103
- Mo	14,50 ab	13,88 a	73,44 a	94,26 a	111
- Co	13,63 ab	13,25 a	71,20 a	91,72 a	108
CV (%)	15,12	15,35	4,87	11,16	-

¹ Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Considerando-se o acúmulo de matéria seca no tratamento completo igual a 100.

ao aumento de sua disponibilidade em função da inundação do solo.

Não houve efeito da calagem e do tratamento sem S no acúmulo de matéria seca pelo arroz. Os efeitos da aplicação do calcário em solos explorados com a cultura do arroz inundado não são ainda conclusivos, pois há desde respostas positivas (Guilherme, 1990) até resultados negativos (Pereira, 1985). A falta de resposta ao calcário nessa cultura depende da elevação natural do pH nos solos inundados (Moraes & Freire, 1974). Entretanto, Pedrosa (1985) sugere aplicar uma tonelada de calcário dolomítico por hectare quando a soma de Ca + Mg acusar menos de 50 mmol_c.dm⁻³, para suprir a planta destes nutrientes. Pela Tabela 1, verifica-se que somente os tratamentos testemunha e aquele que não recebeu calcário apresentaram menos de 50 mmol_c.dm⁻³ de Ca + Mg, o que justificaria a utilização do calcário neste caso. A ausência de resposta ao S está também relacionada ao fato de seus teores iniciais no solo estarem acima do seu nível crítico (Tabela 1).

Não foram também obtidas respostas aos micronutrientes, o que concorda com os dados obtidos por Leite et al. (1970). Utilizando também a técnica da diagnose por subtração, Paula et al. (1990) verificaram que a omissão de Zn e Cu da adubação contribuíram para reduzir a produção de matéria seca da parte aérea do arroz em solo Glei Húmico de Minas Gerais. A não-resposta aos micronutrientes verificados no presente trabalho talvez se deva ao fato de seus teores no solo (Tabela 1) estarem acima dos respectivos níveis críticos. Com relação ao B, apesar de os teores iniciais no solo estarem abaixo do nível crítico em alguns tratamentos, não houve respostas quando ele foi omitido da adubação.

Na Tabela 3 são apresentadas as quantidades de nutrientes acumulados na parte aérea da planta. Além da testemunha, somente na omissão do N é que o acúmulo de nutrientes (exceto K, B e Mn) foi significativamente menor em comparação com o tratamento "completo", o que justifica a redução drástica do acúmulo de matéria seca pela parte aérea do arroz (Tabela 2). Entretanto, os resultados obtidos na omissão do K não explicam a redução do acúmulo de matéria seca, já que ocorreram diferenças significativas em relação ao "completo" somente no acúmulo do P e do K.

TABELA 3. Quantidade de nutrientes na parte aérea do arroz colhido na maturação dos grãos, cv. Inca, em solo orgânico em sucessão ao feijoeiro, 1995, UFLA, Lavras (MG), 1996¹.

Tratamentos	Macronutrientes (mg/vaso)						Micronutrientes (µg/vaso)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn	
Completo	989,7 a	225,7 ab	546,4 ab	319,1 ab	185,8 ab	121,6 d	38,30 b	312,3 bc	499,6 bc	9204 ab	7150 ab	
Testemunha	437,3 b	92,2 e	139,0 c	108,5 d	80,8 d	69,8 e	15,16 c	64,5 c	164,8 e	3985 c	2657 c	
- N	455,1 b	131,1 de	408,5 abc	142,4 cd	91,9 cd	69,6 e	15,12 c	131,7 c	190,1 de	5434 bc	2957 c	
- P	983,4 a	162,6 bcd	477,3 ab	252,5 bcd	125,5 bcd	122,1 cd	35,70 b	148,5 c	387,7 cd	5824 bc	6034 bc	
- K	745,8 ab	159,9 cd	137,5 c	196,8 bcd	147,8 abcd	132,0 bcd	25,12 bc	209,7 c	368,4 cde	6086 bc	5930 bc	
- S	1044,5 a	204,5 abc	445,8 ab	313,6 ab	173,9 abc	138,5 bcd	39,58 b	172,8 c	469,9 bc	7816 abc	7314 ab	
- Calcário	1017,2 a	246,7 a	609,8 a	298,5 abc	130,7 bcd	168,0 abcd	84,25 a	319,3 bc	648,4 ab	10172 ab	10368 a	
- B	1044,8 a	216,6 abc	515,5 ab	346,3 ab	176,2 abc	139,5 bcd	38,98 b	203,3 c	542,5 abc	8280 abc	8367 ab	
- Cu	1037,7 a	219,7 abc	443,1 ab	348,1 ab	167,9 abcd	168,9 abcd	34,37 b	715,7 ab	455,8 bc	9459 ab	8402 ab	
- Zn	877,4 ab	248,0 a	610,4 a	450,2 a	227,5 a	200,1 a	44,88 b	894,2 a	551,5 abc	12296 a	7747 ab	
- Mo	1055,1 a	223,8 abc	287,9 bc	292,2 abc	151,1 abcd	193,1 a	40,99 b	1160,9 a	722,8 a	7862 abc	10733 a	
- Co	1098,9 a	233,8 a	402,0 abc	319,8 ab	157,0 abcd	174,1 ab	35,50 b	233,8 c	549,1 abc	8380 abc	8381 ab	
CV (%)	23,33	13,36	26,37	22,85	23,37	13,42	12,74	24,36	18,28	26,44	20,71	

¹ Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A exemplo do observado na produção de matéria seca, o tratamento sem P também não diferiu do tratamento "completo" quanto ao acúmulo de nutrientes. O resultado obtido no acúmulo de Zn no tratamento sem P e no tratamento "completo" está em discordância com os de Lopez G. & Malavolta (1974) e Fageria & Zimmermann (1979), em que a deficiência de Zn foi associada a altos níveis de P disponível no solo.

A omissão do calcário e dos micronutrientes Cu, Zn, Mo e Co tiveram efeito significativo nas quantidades de alguns nutrientes absorvidos pelo arroz em relação ao tratamento "completo" (Tabela 3), sem, contudo, afetar a produção de matéria seca (Tabela 2). Assim, a omissão do calcário afetou a absorção do Fe; a do Cu e a do Co, a absorção do S; a do Zn afetou a absorção do S e do B; e, a omissão do Mo, a absorção do S, B e Cu.

Quanto à absorção de macronutrientes pelo arroz, Gargantini & Blanco (1965) verificaram que eles se dispõem na seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, Mg e P. Em linhas gerais, os resultados obtidos (Tabela 3) são concordantes, tendo-se observado maior absorção de P em relação ao Mg. O S foi o macronutriente menos absorvido. Quanto aos micronutrientes, a ordem decrescente de exigência, segundo Barbosa Filho (1987), é de Fe, Mn, Zn, B e Cu. Os resultados obtidos foram semelhantes, com exceção do Cu que foi mais absorvido do que o B.

CONCLUSÕES

1. Os nutrientes N e K são deficientes para a cultura do arroz: há redução acentuada no acúmulo de matéria seca na parte aérea quando eles são omitidos da adubação.

2. Mesmo em cultivo em sucessão ao feijoeiro, a matéria seca na parte aérea do arroz não é afetada pela omissão do P, S, calcário e dos micronutrientes.

3. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes pela parte aérea do arroz é: N>K>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B.

REFERÊNCIAS

- AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, A.B. de; ANDRADE, W.E. de B.; PEREIRA, R.P.; SILVA, V.R. da. *Recomendação de culturas de arroz para as várzeas úmidas e irrigadas da Região Norte Fluminense e Baixadas Litorâneas*. Niterói: PESAGRO-RIO, 1986. 4p. (PESAGRO-RIO. Comunicado técnico, 172).
- AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, A.B. de; ANDRADE, W.E. de B.; PEREIRA, R.P. *Novas cultivares de arroz irrigado*. Niterói: PESAGRO-RIO, 1988. n.p. (PESAGRO-RIO. Série Documentos, 10).
- ANDRADE, A.X. A produção do arroz e a influência dos fatores climáticas. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.44, n.397, p.3-4, jul./ago. 1991.
- ANDRADE, M.J.B. de; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P. *Recomendações para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais*. Lavras: UFLA, Coordenadoria de Extensão, 1992. 12p. (UFLA. Circular, 6).
- BARBOSA FILHO, M.P. *Nutrição e adubação do arroz, sequeiro e irrigado*. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 129p. (POTAFOS. Boletim técnico, 9).
- BLANCO, H.G.; WUTKE, A.C.P.; AMARAL, A.Z. do; IGUE, K.; VERDADE, F.C. Fertilidade de alguns solos de várzeas do Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, v.23, n.6, p.55-62, fev. 1964.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 4. Aproximação. Lavras, 1989. 159p.
- EL-HUSNY, J.C. *Limitações nutricionais para a cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em um solo do Norte de Minas Gerais*. Lavras: UFLA, 1992. 151p. Dissertação de Mestrado.
- FAGERIA, N.K.; SOUZA, N.P. de. Respostas das culturas de arroz e feijão em sucessão a adubação em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.3, p.359-368, mar. 1995.
- FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz-de-sequeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.30, n.2, p.88-92, 1979.
- FERNANDES, S.G.; FERNANDES, J.C. *Diagnóstico da cultura do arroz no Norte Fluminense*. Niterói: PESAGRO-RIO, 1986. 16p. (PESAGRO-RIO. Série Documentos, 1).

- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do arroz. *Bragantia*, Campinas, v.24, n.38, p.515-528, set. 1965.
- GUILHERME, L.R.G. Calagem e inundação em solos de várzea cultivados com arroz: alterações em pH, nitrogênio, fósforo e enxofre. Lavras: UFLA, 1990. 112p. Dissertação de Mestrado.
- LAMSTER, E.C. Programa nacional de aproveitamento racional de várzeas. Provárzeas Nacional. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.65, p.3-8, maio 1980.
- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S.; IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micronutrientes em cultura de arroz irrigado no Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, v.29, n.25, p.273-285, ago. 1970.
- LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C.M.; LANTMANN, A. *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa-CNPSo / IAPAR / SBCS, 1988. p.133-178.
- LOPEZ G., O.E.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre as relações entre zinco e fósforo na nutrição da planta. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.31, p.467-483, 1974.
- MORAES, J.F.V.; FREIRE, C.J.S. Variação do pH, da condutividade elétrica e da disponibilidade dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em quatro solos submetidos a inundação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia*, Rio de Janeiro v.9, p.35-43, 1974.
- NOVAIS, R.F. de; BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V.; FAJARDO, C.M.; AMARAL, F.A.L. Níveis ótimos de NPK na adubação de arroz irrigado em solos de várzeas da Zona da Mata, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.19, n.101, p.63-77, jan./fev. 1972.
- PAULA, M.B. de; CARVALHO, J.G. de; SOARES, A.A.; NOGUEIRA, F.D. Avaliação da fertilidade de um solo de várzea (glei húmico) para a cultura do arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.571-577, abr. 1990.
- PEREIRA, L.F. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo e zinco no crescimento e nutrição do trigo (*Triticum aestivum* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.) em dois solos de várzeas do Estado de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1985. 135p. Dissertação de Mestrado.
- PEDROSO, B.A. Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares. Porto Alegre: Sagra, 1985. 175p.
- PIMENTEL-GOMES, F. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.
- SANTOS, H.P. dos; ROMAN, E.S. Rotação de culturas. XIV. Efeito de culturas de inverno e de verão na disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica do solo, no período agrícola de 1980 a 1986. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.3, p.303-310, 1989.
- SILVA, C.C. da. Feijão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.65, p.50-54, maio 1980.