

NOTA

LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS PARA A CULTURA DO ARROZ IRRIGADO EM SOLO ORGÂNICO DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE⁽¹⁾

W.E. de B. ANDRADE⁽²⁾, A.F. de SOUZA⁽³⁾ & J.G. de CARVALHO⁽⁴⁾

RESUMO

As limitações nutricionais de um solo orgânico para a cultura do arroz irrigado por inundação, cv. Inca, foram identificadas em casa de vegetação em Lavras (MG) de dezembro/94 a junho/95. Coletou-se o material do solo utilizado na região Norte Fluminense, constituindo os tratamentos de testemunha (solo natural), completo (N, P, K, calcário, S, B, Co, Cu, Mo e Zn), e completo menos um nutriente de cada vez. Os resultados permitem concluir que a omissão de N e K reduziu a produção de matéria seca pela parte aérea do arroz, quando colhida na maturação dos grãos, em 28 e 24%, respectivamente, em relação ao completo. Não se observou decréscimo na matéria seca (maturação), quando houve omissão de fósforo, calcário, enxofre e micronutrientes da adubação. Na ausência de N, K e Zn, o acúmulo desses nutrientes na parte aérea das plantas de arroz foi inferior ao do tratamento completo.

Termos de indexação: limitações nutricionais, várzea, solo orgânico, *Oryza sativa*.

SUMMARY: *NUTRITIONAL LIMITATIONS OF RICE CROP IN AN ORGANIC SOIL OF NORTHERN FLUMINENSE REGION*

The nutritional limitations of an organic soil supporting a lowland rice crop, cv. Inca, were identified in a greenhouse experiment in Lavras, State of Minas Gerais, from December 1994, to June, 1995. Soil samples were collected in Northern Fluminense region. Treatments consisted of control (natural soil), complete (N, P, K, limestone, S, B, Co, Cu, Mo, and Zn) and complete lacking one of these nutrients at a time. At the grain maturation time, the treatments lacking N and K showed a shoot dry matter decrease of 28 and 24%, respectively, compared to the complete treatment. No decrease was observed in the absence of P, S, limestone and micronutrients. The absence of N, K and Zn resulted in a lower accumulation of these nutrients in shoot dry matter when compared to the complete treatment.

Index terms: nutritional constraint, lowland, organic soil, *Oryza sativa*.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em dezembro de 1995 e aprovado em maio de 1997.

⁽²⁾ Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador da PESAGRO-RIO/EEC. Avenida Francisco Lamego, 134. Bairro Guarus. CEP 28080-000 Campos (RJ).

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (DAG/UFLA). Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG).

⁽⁴⁾ Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo (DCS/UFLA). Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Apesar da importância das áreas de várzea, existem poucas informações em termos de capacidade desses solos em suprir nutrientes para as culturas e permitir alta produtividade (Abreu & Lopes, 1987). Experimentos com a cultura do arroz irrigado em tais solos de São Paulo e Minas Gerais mostraram que nitrogênio, fósforo e potássio têm limitado a produção frequentemente (Blanco et al., 1964; Leite et al., 1970a,b; Novais et al., 1972; Pereira, 1985; Guilherme, 1990; Paula et al., 1990; Bastos, 1993; Mesquita, 1993).

As respostas a N ocorreram mesmo com o teor médio de matéria orgânica do solo acima do considerado alto (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989). Abreu & Lopes (1987) e Paula et al. (1990), em solos glei húmico e orgânico de Minas Gerais, concluíram que o teor de matéria orgânica é um parâmetro inadequado de previsão de resposta das culturas de milho e arroz à adubação nitrogenada. As respostas a fósforo e a potássio também ocorreram, apesar de os teores iniciais no solo estarem acima dos valores considerados altos pela citada Comissão. Já para os micronutrientes, os dados experimentais obtidos em solos de várzeas são poucos, o que não permite uma análise mais apurada de seus efeitos na nutrição mineral do arroz. Entretanto, segundo Paula et al. (1990), a omissão de Zn e Cu contribuiu para reduzir a produção de arroz em solo glei húmico. Com relação à calagem, os estudos envolvendo solos cultivados com arroz irrigado por inundação não são conclusivos, em função do aumento do pH pelas reações de redução que ocorrem, sendo relatados tanto resultados positivos (Guilherme, 1990) quanto negativos (Pereira, 1985).

Por esses resultados, verifica-se a variabilidade das características químicas que interferem na obtenção de maior produtividade nas várzeas, sugerindo, para cada tipo de solo, estudos específicos que viabilizem sua utilização. O presente experimento teve por objetivo avaliar a fertilidade de um solo orgânico, empregando a técnica do elemento faltante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (DAG/UFLA), em vasos com 5 kg de solo, por meio da técnica da diagnose por subtração (Sanchez, 1976).

Foi utilizado um solo orgânico⁽⁵⁾ de Macaé (RJ), sendo as amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm. As características determinadas foram as seguintes: pH (1:2,5); P (43 mg dm⁻³); K (117 mg dm⁻³); Ca (27 mmol_c dm⁻³); Mg (16 mmol_c dm⁻³); Al (27 mmol_c dm⁻³); Na (1,0 mmol_c dm⁻³); H + Al (186 mmol_c dm⁻³); MO (213,0 g kg⁻¹); S (154,54 mg dm⁻³);

B (0,20 mg dm⁻³); Cu (1,59 mg dm⁻³); Fe (357,39 mg dm⁻³); Zn (4,34 mg dm⁻³); Mn (26,93 mg dm⁻³); argila (480 g kg⁻¹); areia (80 g kg⁻¹); silte (440 g kg⁻¹); dp (1,78 g cm⁻³) e ds (0,56 g cm⁻³). Na caracterização química, foram determinados pH em água, P, K, Ca, Mg e Al, conforme descrito em Vettori (1969), com modificações da EMBRAPA (1979), e o H + Al segundo Raji et al. (1987). O B foi estabelecido pelo método da água quente e no extrato, de acordo com o método de curcumina (Jackson, 1970). Fe, Mn, Cu e Zn foram determinados no extrato de Mehlich 1 por espectrofotometria de absorção atômica; a matéria orgânica, segundo Raji et al. (1987), e os teores de SO₄²⁻, segundo Blanchar et al. (1965). O solo coletado foi seco ao ar e passado em peneira com malha de cinco milímetros para homogeneização.

Os tratamentos consistiram em testemunha (solo natural), completo (N, P, K, calagem, S, B, Co, Cu, Mo e Zn) e completo menos um nutriente de cada vez, totalizando doze tratamentos. O delineamento foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Para a adubação de plantio, seguiu-se recomendação de Malavolta & Muraoka (1985) e El-Husny (1992), com algumas adaptações (Quadro 1). O fósforo e o calcário foram previamente incorporados ao solo (30 dias), sendo os demais nutrientes aplicados via solução nutritiva, após o desbaste. Na calagem, utilizou-se calcário calcinado (40% de CaO, 15% de MgO e PRNT de 92%), com dose determinada pelo método de neutralização do alumínio. A umidade do solo foi mantida a 80% do volume total de poros, empregando-se água desmineralizada, durante 15 dias após o desbaste; a partir daí, o solo foi saturado, mantendo-se uma lâmina d'água de 4 ± 0,5 cm. A planta teste foi o arroz, cv. Inca, sendo semeadas, em 27/12/94, dez sementes por vaso. Após o desbaste, foram mantidas três plantas por vaso, sendo uma colhida na floração e as demais, levadas até à maturação dos grãos. A adubação de cobertura foi feita na diferenciação do primórdio floral. Na colheita, as plantas foram cortadas rente ao solo e a parte aérea levada a secar em estufa a 60°C até peso constante.

Quadro 1. Doses e fontes de nutrientes aplicados em solo orgânico contido em vasos com capacidade para 5 kg

Nutriente	Adubação de plantio	Fonte
	mg kg ⁻¹ de solo	
N	200	Uréia
P	111	Ácido fosfórico
K	200	Cloreto de potássio
S	36	Sulfato de potássio
	-	Sulfato de amônio
B	0,5	Ácido bórico
Cu	1,5	Cloreto cuproso
Mo	0,1	Ácido molíbdico
Zn	2,5	Cloreto de zinco
Co	7,6.10 ⁻⁵	Cloreto de cobalto
	Adubação de cobertura	
N	50	Uréia
K	50	Cloreto de potássio

⁽⁵⁾ Prof. Newton Curi. Comunicação pessoal, 1995.

Foram feitas análises para as características obtidas na maturação do grão, a saber: número de perfilhos e de panículas/planta, altura de planta, matéria seca da parte aérea e quantidade acumulada de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Mn e Cu na parte aérea. As médias dos tratamentos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5%, conforme Pimentel Gomes (1984). As concentrações de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nos extratos foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; a de K, por fotometria de chama; a de P, por colorimetria usando vanadato-molibdato; a de S, por turbidimetria; a de N, pelo método microKjeldahl, sendo o B extraído por via seca (incineração).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pretendia-se conduzir o arroz até à maturação do grão, quando poderia ser quantificado o efeito dos diferentes tratamentos na produção final. Entretanto, houve grande chochamento de grãos, atribuído à elevada temperatura na casa de vegetação, superior a 42°C em três dias seguidos e por período superior a duas horas, observada na diferenciação dos primórdios florais. Segundo Andrade (1991), temperaturas superiores a 38°C são consideradas prejudiciais nessa fase. Como não foi possível a colheita dos grãos, na fase final, determinou-se a matéria seca total da parte aérea. Segundo Paula et al. (1990), mediante os resultados de produção de matéria seca da parte aérea das plantas de arroz, é possível ter uma indicação dos elementos deficientes e a importância relativa dessa deficiência.

Pelo quadro 2, verifica-se que os maiores decréscimos de produção de matéria seca da parte aérea ocorreram na testemunha (38%), seguida da

omissão do N (28%) e do K (24%). Os demais tratamentos não diferiram, significativamente, do completo. Com a omissão do N, a redução foi devida, em parte, ao menor número de perfilhos/planta e, na omissão do K, à menor altura de plantas. Não se observaram diferenças significativas entre esses tratamentos e o completo, em relação ao número de panículas/planta. Os resultados concordam, em parte, com os obtidos por outros autores (Blanco et al., 1964; Leite et al., 1970ab; Novais et al., 1972; Paula et al., 1990), quanto à importância do nitrogênio e do potássio na produção do arroz em várzea. Blanco et al. (1964), avaliando a fertilidade de alguns solos de várzea do Vale do Paraíba para a cultura do arroz, encontraram respostas na produção de grãos ao N, seguido do P e do K. Resultados semelhantes foram obtidos por Paula et al. (1990) em solo glei húmico de Minas Gerais, em que a omissão de N, P e K reduziu a produção de matéria seca pelo arroz. Por outro lado, estudando solos de várzea em dez locais da Zona da Mata de Minas Gerais, Novais et al. (1972) verificaram ser o fósforo o maior limitante da produção de grãos. Leite et al. (1970ab) observaram, em vários locais do Vale do Paraíba, aumentos significativos de produção de grãos devidos, principalmente, a N.

Para os micronutrientes, os resultados concordam com os encontrados por Leite et al. (1970b), que também não observaram respostas da cultura do arroz irrigado em solos de várzea paulista. Entretanto, Paula et al. (1990) observaram que a ausência de Zn e Cu contribuiu para reduzir a matéria seca do arroz em solo glei húmico de Lambari (MG).

No quadro 3 encontra-se a quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea da planta. Na ausência de N, foi significativamente menor sua acumulação, quando comparada à do tratamento completo, o que também justifica a redução na

Quadro 2. Número de perfilhos e de panículas por planta, altura de planta e acúmulo de matéria seca na parte aérea do arroz, colhido na maturação dos grãos

Tratamentos	Número de perfilhos	Número de panículas	Altura da planta (cm)	Matéria seca (g)	Matéria seca relativa ⁽¹⁾ (%)
Completo	26,88a	24,50ab	85,80ab	172,01a	100
Testemunha	22,88ab	21,13ab	76,40c	106,59d	62
-N	18,50 b	17,63b	82,00abc	123,43cd	72
-P	25,13ab	23,75ab	88,60a	173,35a	101
-K	27,75a	26,00a	80,50bc	131,16bcd	76
-S	23,38ab	22,38ab	87,00ab	157,83abc	92
-Calcário	28,88a	27,75a	83,45abc	153,58abc	89
-B	24,88ab	22,75ab	86,45ab	155,30abc	90
-Cu	26,25a	24,13ab	88,28a	167,89ab	98
-Zn	28,13a	26,13a	88,70a	177,51a	103
-Mo	27,38a	25,60a	88,20a	177,42a	103
-Co	27,25a	26,00a	86,23ab	176,25a	102
C.V. (%)	12,14	11,84	3,35	9,64	-

⁽¹⁾ Considerando-se o acúmulo de matéria seca no tratamento completo igual a 100.

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

Quadro 3. Quantidade de nutrientes na parte aérea do arroz colhido na maturação dos grãos

Tratamento	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Fe	B	Cu
	mg/duas plantas								- µg/duas plantas -		
Completo	1715a	385,6a	989a	793abcd	520,6a	435,5cd	25,6a	16,4a	67,7bc	1830ab	1104a
Testemunha	1082bc	236,5b	372c	449e	303,2d	385,8cd	18,6ab	8,4c	58,8bc	1463ab	501c
-N	1019c	325,8ab	651bc	551de	316,0cd	362,6d	16,8b	9,3bc	50,3c	1233b	655bc
-P	1619ab	289,4ab	1064a	851abc	497,5ab	505,9cd	22,8ab	13,5ab	69,8bc	2370a	1008a
-K	1537abc	354,8a	371c	602cde	528,1a	534,0cd	18,8ab	12,2abc	60,3bc	1461ab	818ab
-S	1674a	413,7a	973a	772bcd	504,8ab	495,8cd	22,3ab	13,5ab	83,5b	1580ab	938ab
-Calcário	1553abc	328,0ab	913ab	681cde	361,5bcd	568,obc	23,6ab	13,1abc	116,5a	1817ab	859ab
-B	1522abc	383,9a	1059a	840abc	552,8	529,2cd	26,2a	11,1bc	64,7bc	1033b	915ab
-Cu	1858a	350,7ab	884ab	939ab	460,4abc	761,9a	19,5ab	8,4c	50,33c	1761ab	967a
-Zn	1914a	361,7a	817ab	832abc	434,1abcc	796,9a	20,2ab	9,4bc	66,7bc	1348ab	1046a
-Mo	1731a	354,3a	818ab	813abc	492,7ab	769,0a	19,7ab	10,3bc	66,3bc	1462ab	1040a
-Co	1756a	342,2ab	934ab	1030a	502,8ab	740,8ab	20,4ab	10,3bc	64,2bc	1715ab	989a
C.V. (%)	14,92	7,48	13,87	13,15	12,95	13,57	16,49	16,75	18,18	27,89	13,67

Valores seguidos pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem, significativamente, entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

produção de matéria seca pela parte aérea do arroz naquele tratamento.

Na omissão do P, não houve diferenças significativas no acúmulo de nutrientes em relação ao completo, inclusive de zinco. Vários trabalhos na literatura, como os desenvolvidos por Lopez G. & Malavolta (1974) e Fageria & Zimmermann (1979), mostraram que a deficiência de Zn pode estar associada a altos níveis de P disponíveis no solo, podendo também ser induzida pela aplicação de adubos fosfatados.

No tratamento em que se omitiu o K, seu acúmulo foi significativamente menor do que o completo. As relações K/Ca e K/Mg foram 2,0 e 2,7 vezes menores, respectivamente, quando comparadas às do tratamento completo.

Deve-se ainda ressaltar a importância do calcário como fonte, principalmente, de Mg nesse solo, já que, com sua omissão, o acúmulo de Mg pela parte aérea do arroz foi significativamente, inferior ao do tratamento completo.

Nos tratamentos em que se omitiram os micronutrientes só foram observados resultados sensíveis com o Zn, cuja ausência concorreu para diminuir, significativamente, o acúmulo em relação ao tratamento completo.

CONCLUSÕES

1. A omissão de N e K reduziu a produção de matéria seca da parte aérea do arroz, indicando a necessidade do uso de fertilizantes contendo esses nutrientes no solo orgânico de Macaé (RJ).

2. Não houve decréscimo na produção de matéria seca pela ausência de P, S, B, Zn, Cu, Mo e Co, indicando que suas disponibilidades no solo utilizado foram adequadas.

3. Não houve redução na produção de matéria seca pela omissão da calagem.

4. Na ausência de N, K e Zn, seu acúmulo na parte aérea das plantas de arroz foi significativamente inferior ao do tratamento completo.

LITERATURA CITADA

- ABREU, C.A. de & LOPES, A.S. Identificação de deficiências de macronutrientes em três solos de várzeas de Minas Gerais. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22:1215-1224, 1987.
- ANDRADE, A.X. A produção do arroz e a influência dos fatores climáticos. *Lav. Arroz*, Porto Alegre, 44:(397)3-4, 1991.
- BASTOS, F.J. de M. Efeito do ferro, gesso agrícola e calcário na produção de arroz (*Oryza sativa* L.) em solos de várzea inundados. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1993. 90p. (Dissertação de Mestrado)
- BLANCHARD, R.W.; REHM, G. & CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. *S. Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 29:71-72, 1965.
- BLANCO, H.G.; WUTKE, A.C.P.; AMARAL, A.Z. do; IGUE, K. & VERDADE, F.C. Fertilidade de alguns solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, 23:55-62, 1964.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, Napy Ltda. 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, Universidade Federal de Lavras, 1992. 151p. (Dissertação de Mestrado)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1979.

- FAGERIA, N.K. & ZIMMERMANN, F.J.P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz-de-sequeiro. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 3:88-92, 1979.
- GUILHERME, L.R.G. Calagem e inundação em solos de várzeas cultivadas com arroz: alterações em pH, nitrogênio, fósforo e enxofre. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1990. 112p. (Dissertação de Mestrado)
- JACKSON, M.L. Análise química de suelos. 2ª ed. Barcelona, Ed. Omega, 1970. 662p.
- LEITE, N.; GARGANTINI, H. & HUNGRIA, L.S. Efeitos das adubações nitrogenadas e fosfatada em cultura de arroz, em condições de várzea irrigada. Bragantia, Campinas, 29:115-125, 1970a.
- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S. & IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micronutrientes em cultura de arroz irrigada no Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 29:273-285, 1970b.
- LOPEZ G., O.E. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre as relações entre zinco e fósforo na nutrição da planta. Anais da ESALQ, Piracicaba, 31:467-483, 1974.
- MALAVOLTA, E. & MURAOKA, T. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo; métodos de vegetação - diagnose por subtração, em vasos. Piracicaba, CENA - USP, 1985. 7p.
- MESQUITA, H.A. de. Efeito do gesso e do calcário em solo aluvial cultivado com arroz (*Oryza sativa* L.). Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1993. 81p. (Dissertação de Mestrado)
- 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 várzea da Zona da Mata, Minas Gerais. Rev. Ceres, Viçosa, 19:63-77, 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. Pesq. agropec. bras., Brasília, 25:571-577, 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, Universidade Federal de Lavras, 1985. 135p. (Dissertação de Mestrado)
- PIMENTEL GOMES, F. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160p.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Cargill, 1987. 170p.
- SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, J. Wiley, 1976. 618p.