

# ADUBAÇÃO, CALAGEM, DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE ARROZ E FEIJÃO EM SOLO NIVELADO<sup>1</sup>

JOSÉ FRANCISCO VALENTE MORAES<sup>2</sup> e JOSÉ FLAVIO DYNIA<sup>3</sup>

**RESUMO** - O efeito de nivelamento do terreno e de tratamentos com calagem e adubação na disponibilidade de nutrientes e na produção de arroz irrigado e feijoeiro foi avaliado em um solo Podzólico, na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), em Goianira, Goiás. O nivelamento do terreno criou um gradiente de fertilidade que influenciou a produção das duas culturas. Independentemente dos tratamentos, a produção de ambas culturas aumentou linearmente das faixas que tiveram o solo da camada superficial removido, para as faixas que não sofreram corte e receberam o solo retirado daquelas. Dos tratamentos realizados, calagem, adubação com NPK e adubação com Zn, apenas a adubação com NPK causou aumentos significativos na produção do arroz, mas somente na cultivar BR IRGA-409. A produção do feijoeiro não foi afetada pelos tratamentos. Os teores de ferro e manganês extraiáveis do solo ao final do experimento foram mais altos do que os teores iniciais. O aumento na disponibilidade desses nutrientes foi maior nas faixas com conteúdo maior de matéria orgânica (faixas onde a terra foi acumulada). Toxidez de ferro foi observada nas plantas de arroz da cultivar BR IRGA-409, principalmente nas faixas com mais matéria orgânica.

Termos para indexação: macronutriente, micronutriente, deficiência nutricional, toxidez de ferro.

## FERTILIZATION, LIMING, NUTRIENT AVAILABILITY, AND RICE AND BEAN YIELD IN A LEVELLED SOIL

**ABSTRACT** - The effects on nutrient availability and rice and bush bean yield, of soil levelling and limestone and fertilizer treatments were evaluated in a Podzolic soil at the Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), in Goianira, State of Goiás. The levelling of the soil created a fertility gradient that influenced the yield of both crops. Regardless of treatment, the yields increased linearly from the less fertile plots, (those which had the top soil removed by levelling), to the more fertile ones, at lower heights, in which the top soil was relocated. Among the factors making up the treatments (combinations of limestone, NPK fertilization, and Zn fertilization), only NPK fertilization significantly increased rice yield, and only for the BR IRGA-409 cultivar. Bean yield was not affected by any treatment. In all plots the final contents of extractable soil iron and manganese, measured after the completion of the experiment, were higher than the initial ones, the greater values occurring in the plots with higher organic matter. Iron toxicity was observed in the rice cultivar BR IRGA-409, mainly in these plots.

Index terms: macronutrient, micronutrient, nutritional deficiency, iron toxicity.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 27 de março de 1998.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goianira, GO.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP. E-mail: dynia@cpma.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O nivelamento dos solos para a construção de terraços em nível, ou terraços patamares, com a finalidade de cultivar arroz irrigado por inundação e espécies de sequeiro, apesar de ser uma prática cara pode ser economicamente viável desde que a im-

plantação dos terraços seja precedida de rigoroso estudo das condições gerais da propriedade, e que sejam utilizadas técnicas avançadas de produção que propiciem altas produtividades das culturas. Na fase de nivelamento do terreno, a simples remoção da camada superficial das partes mais altas e sua deposição nas partes mais baixas podem gerar um gradiente de fertilidade e causar o crescimento desuniforme e irregular das plantas, afetando a produtividade.

Os solos do cerrado caracterizam-se por serem profundos e porosos (Lopes, 1983), características que os tornam difíceis de serem inundados, a não ser com grande consumo de água, provocando grande perda de nutrientes por lixiviação.

Na cultura do arroz irrigado, a redução que se verifica nos solos após a inundação propicia a elevação das concentrações de Fe e Mn solúveis (Moraes & Freire, 1974; Moraes & Dynia, 1992), levando a problemas de toxidez desses elementos, tanto no arroz como nas culturas seguintes, uma vez sensíveis ao excesso deles na solução do solo (Moraes & Dynia, 1992). Além disso, a inundação e a consequente redução do solo resultam em aumento das perdas de nutrientes como Ca, Mg, K e Na por lixiviação, o que está associado ao deslocamento dos cátions do complexo de troca para a solução do solo, pelo ferro reduzido (Moraes & Dynia, 1992). Esses autores determinaram mais de 60% de saturação com Fe em um solo gley pouco húmico, após a inundação. A ocorrência de toxidez de ferro no arroz irrigado por inundação tem sido associada à interferência na absorção de outros nutrientes, principalmente Ca, Mg, K, P e Zn, pelas plantas (Gomes et al., 1985).

No caso de terraços, nas áreas que tiveram a camada superficial mais fértil removida, seria de se esperar efeito maior do excesso de ferro na absorção de nutrientes e no crescimento do arroz. A correção do solo com calcário e a aplicação de fertilizantes, de outra parte, deveriam amenizar não só a deficiência de nutrientes nessas áreas, mas também o efeito tóxico do Fe e do Mn.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do nivelamento do solo e de tratamentos com calagem, adubação com NPK e adubação com zinco, na produção de arroz irrigado e feijoeiro, em um

solo Podzólico. Avaliou-se também o efeito desses fatores na disponibilidade e absorção dos nutrientes pelas plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um solo Podzólico da Fazenda Palmital, da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), localizada em Goianira, Goiás. A área escolhida localiza-se próximo a uma várzea, tendo sido cultivada por vários anos com arroz de sequeiro, feijoeiro, soja e pastagem, e recebido calcário e fertilizantes.

Antes da instalação do experimento, o solo foi nivelado com a remoção da camada de terra superficial da parte alta e sua deposição na parte baixa do terreno. A profundidade de corte na parte mais alta foi de 15-20 cm.

Levando-se em consideração que na camada superficial de 0-15 cm dos solos estão concentrados matéria orgânica e nutrientes (Lopes, 1983), e que a declividade era uniforme, o nivelamento do terreno criou um gradiente de fertilidade que aumentava das áreas originalmente mais altas para as mais baixas. Igualmente, a profundidade da camada fértil do solo aumentava na mesma direção.

Para avaliar o gradiente de fertilidade criado com o nivelamento do terreno, a área foi dividida em quatro faixas paralelas, perpendiculares ao movimento da terra, designadas faixa 1 a originalmente mais alta e faixa 4 a mais baixa. De cada faixa, foi coletada uma amostra de solo composta de 15 subamostras, na profundidade de 0-20 cm, para análise química.

O experimento foi constituído de um fatorial completo  $2^2$  (0 e 75% da necessidade de calcário para pH=6,5, e duas doses de fertilizante: 0 e 400 kg/ha da fórmula 5-30-15, designadas níveis 0 e 1, respectivamente), mais um tratamento adicional com os níveis maiores de calcário e fertilizante. Todos os tratamentos, à exceção do adicional, receberam adubação com 20 kg/ha de sulfato de zinco. Cada faixa do terreno foi considerada como um bloco, e os tratamentos foram distribuídos ao acaso dentro dos blocos. No caso do arroz, como foram duas as cultivares usadas, o delineamento foi considerado como blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

Os tratamentos foram aplicados em parcelas de 15 m<sup>2</sup> (6,0 m x 2,5 m). Antes de se aplicar os tratamentos, e com o objetivo de estimular a atividade microbiana do solo, todas as parcelas foram tratadas com o equivalente a 1.200 kg de palhada de arroz, 320 kg de açúcar mascavo, 40 kg de N (sulfato de amônio) e 18.500 L de chorume de curral por hectare, incorporados com grade. O calcário

também foi incorporado ao solo, ao passo que os fertilizantes foram aplicados no sulco de plantio.

No cultivo de arroz, as cultivares BR IRGA-409 e CICA-8 foram semeadas em linhas, distanciadas de 25 cm, com 80 sementes por metro.

O arroz foi semeado no dia 16 de novembro de 1988, e a área inundada 34 dias após. Para evitar a contaminação dos tratamentos, cada parcela foi irrigada e drenada individualmente. Em 2 de fevereiro de 1989 aplicou-se uma adubação em cobertura com 40 kg/ha de N (uréia) e 40 kg/ha de  $K_2O$  (cloreto de potássio), em todos os tratamentos, com o objetivo de caracterizar a deficiência de fósforo, principalmente na faixa 1, com menor fertilidade.

O arroz foi colhido em duas épocas, em razão dos ciclos diferentes das duas cultivares. A cv. BR IRGA-409 foi colhida em 30 de março e a cv. CICA-8 em 20 de abril de 1989. Para estimar a produção foram colhidas seis linhas de 1,5 m de cada cultivar, em cada parcela.

Após a colheita do arroz, o solo foi preparado e deixado arejar, para promover a reoxidação dos compostos reduzidos. Em 31 de maio foi semeado o feijão, linhagem LM 30030, tendo-se seguido o mesmo delineamento experimental. Nos tratamentos com fertilizante, as parcelas foram adubadas com 200 kg/ha da fórmula 5-30-15. No cultivo do feijoeiro as parcelas testemunhas também receberam a adubação de base, que foi aplicada no sulco de plantio. Trinta e quatro dias após a semeadura foi feita adubação em cobertura com 40 kg/ha de N (uréia), exceto em dois tratamentos: testemunha; e nível 0 de fertilizante e nível 1 de calcário.

O ciclo do feijoeiro foi alongado em virtude das temperaturas médias muito baixas que se verificaram no período do inverno, retardando a germinação das sementes e

o desenvolvimento das plantas. A colheita foi feita no dia 25 de setembro de 1989, e a produção de grãos foi avaliada em uma área de 7,5 m<sup>2</sup> por parcela.

Depois da colheita do feijoeiro, foi coletada uma amostra de solo de cada parcela, na profundidade de 0-20 cm. Cada amostra foi composta de 10 subamostras.

Nas amostras de solo foram determinados o pH e os teores de matéria orgânica, Al, P, K, Ca+Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, seguindo-se os métodos descritos em Embrapa (1979).

Amostras da parte aérea do arroz coletadas no início da floração foram analisadas para a determinação dos teores de macros e micronutrientes. Empregou-se a digestão úmida de 200 mg de amostra com 4 mL da mistura (2:1) de  $HNO_3$  e  $HClO_4$  (Moraes & Rabelo, 1986). O P foi determinado colorimetricamente pelo método do vanadato-molibdato, o potássio por fotometria de chama, e Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, após digestão de 200 mg das amostras com 3 mL de  $H_2SO_4$  em presença de 1,1 g de mistura de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de potássio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gradiente de fertilidade criado pelo nivelamento do solo influenciou a produção do arroz. Houve efeito linear significativo ( $p < 0,05$ ) das faixas, que representam o gradiente de fertilidade, com a produção de grãos aumentando da faixa 1 para a faixa 4 (Tabela 1). Na faixa 1, de menor fertilidade, na au-

TABELA 1. Produção de grãos de arroz (g/9 m) das cultivares BR IRGA-409 (BR) e CICA-8 (CI) por faixa de fertilidade do solo e por tratamento.

Faixa	Tratamento <sup>1</sup>										Média <sup>2</sup>
	1		2		3		4		5		
	BR	CI	BR	CI	BR	CI	BR	CI	BR	CI	
1	0	0	0	0	1100	780	1455	750	1180	860	612,5b
2	625	780	680	785	1280	805	1455	820	1570	895	969,5ab
3	720	1060	1050	895	1400	1165	1790	990	1730	1110	1191,0a
4	1160	1230	1705	1265	1600	1340	1580	1110	1065	1290	1342,5a
Média											
BR	626		859		1345		1570		1386		1157a
CI		768		736		1022		937		1038	900b

<sup>1</sup> (1) = nível 0 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg  $ZnSO_4$ /ha; (2) = nível 1 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg  $ZnSO_4$ /ha; (3) = nível 0 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg  $ZnSO_4$ /ha; (4) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg  $ZnSO_4$ /ha; (5) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 0  $ZnSO_4$ .

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ausência de adubação com NPK, as plantas das duas cultivares não floresceram e não produziram grãos. Houve também efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação tratamento x cultivar. O desdobramento dessa interação indicou que a adubação causou aumento significativo da produção da cultivar BR IRGA-409, mas não afetou a produção da CICA-8. A média de produção da cultivar BR IRGA-409 (1157 g/9 m) foi superior à da CICA-8 (900 g/9 m). Os efeitos isolados da calagem, da associação calagem x adubação com NPK e da adubação com zinco não foram significativos.

A produção do feijoeiro mostrou a mesma tendência da produção de arroz (Tabela 2). Houve au-

mento linear significativo ( $p < 0,05$ ) da produção de grãos no sentido da faixa 1 (643 g/7,5 m<sup>2</sup>) para a faixa 4 (2004 g/7,5 m<sup>2</sup>). Não houve diferença estatística entre os tratamentos, e os efeitos isolados da adubação com NPK, da calagem, da adubação com Zn e da interação adubação com NPK x calagem não foram significativos.

Os resultados das análises inicial e final do solo fornecem indicações sobre o efeito do nivelamento, dos tratamentos, da inundação do solo durante o cultivo do arroz, e do cultivo do feijoeiro, sobre o pH e a disponibilidade dos nutrientes no solo (Tabela 3). A análise inicial do solo mostra que, considerando-se os teores de matéria orgânica e dos nu-

TABELA 2. Produção de grãos do feijoeiro (g/7,5 m<sup>2</sup>) por faixa de fertilidade do solo e por tratamento.

Faixa	Tratamento <sup>1</sup>					Média <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
1	565	780	710	370	790	643c
2	1150	1230	1370	1140	990	1176b
3	1390	1930	1630	2020	1770	1748a
4	2060	1920	1840	2360	1840	2004a
Média <sup>2</sup>	1291a	1465a	1388a	1472a	1348a	

<sup>1</sup> (1) = nível 0 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (2) = nível 1 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (3) = nível 0 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (4) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (5) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 0 ZnSO<sub>4</sub>.

<sup>2</sup> Na coluna e na linha, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3. Análise do solo antes da instalação do experimento (inicial) e após o cultivo do feijoeiro (final).

Faixa	pH (1:2,5)	M.O. (g/kg)	Ca+Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Al	P, K, Cu, Fe, Mn, Zn (mg/dm <sup>3</sup> )					
					P	K	Cu	Fe	Mn	Zn
Inicial										
1	5,5	8	2,3	0,2	0,4	76	4,3	135	51	0,3
2	5,5	10	2,6	0,3	1,3	135	4,8	153	70	0,5
3	5,2	15	2,8	0,2	4,1	166	5,0	221	82	1,3
4	5,3	16	3,2	0,2	6,9	233	4,8	233	75	2,0
Final <sup>1</sup>										
1	5,6	-	5,6	0,3	0,8	63	4,4	162	61	0,6
2	5,7	-	6,5	0,3	1,5	81	5,4	264	82	0,7
3	5,7	-	6,5	0,3	3,2	70	5,9	396	117	1,3
4	5,7	-	7,1	0,4	6,4	72	6,3	566	136	2,5

<sup>1</sup> Resultados referentes às parcelas dos tratamentos com adubo.

trientes, o nivelamento do terreno criou um gradiente acentuado na fertilidade do solo. Esta foi drasticamente reduzida na faixa 1, que teve a camada superficial removida, parcialmente reduzida na faixa 2, e aumentou nas faixas 3 e 4, onde ocorreu acúmulo de matéria orgânica e nutrientes devido à deposição do solo removido das faixas 1 e 2. Deve-se considerar ainda que a deposição de terra nas faixas 3 e 4 resultou no aumento da espessura da camada superficial mais fértil dessas faixas, ou seja, o melhoramento da fertilidade do solo ocorreu também em profundidade. Assim, enquanto na faixa 1 os teores de matéria orgânica e dos nutrientes P, K e Zn mantinham-se baixos em todo o perfil, na faixa 4 os teores de matéria orgânica e dos nutrientes mantinham-se altos até profundidades maiores que 30 cm. Portanto, a quantidade total de nutrientes disponível para as plantas era bem maior na faixa 4 e diminuía em direção à faixa 1, o que explica o aumento linear da produção do arroz e do feijoeiro, da faixa 1 para a faixa 4.

Em valores médios, por faixa, observaram-se aumentos no pH e nos teores de Ca+Mg trocáveis. O aumento dos teores disponíveis desses dois cátions pode ser atribuído à aplicação do calcário e também ao deslocamento deles pelo Fe, durante o período em que o solo permaneceu inundado. Após a drenagem e a conseqüente reoxidação do ferro, tende a ocorrer readsorção do Ca e Mg, mas os teores desses cátions em solução mantêm-se mais altos do que os originais (Moraes & Dynia, 1992).

O K disponível diminuiu em todos os tratamentos. Parte do K foi, naturalmente, absorvida pelos cultivos de arroz e de feijoeiro e retirada da área com a colheita. Outra parte deve ter sido perdida por lixiviação pois, à semelhança do Ca e do Mg, o K é deslocado do complexo de troca para a solução do solo pelo Fe, quando o solo é inundado, podendo ser lavado com a água de percolação (Moraes & Freire, 1974; Moraes, 1991).

Ocorreu ligeira redução na disponibilidade do P, nas faixas 2, 3 e 4, mesmo tendo sido aplicados 78 kg/ha de P durante os cultivos. Como o arroz absorve cerca de 20-25 kg de P/ha (Fageria et al., 1995) e o feijoeiro 17-20 kg de P/ha (Oliveira & Thung, 1988) e considerando que a disponibilidade do P no solo aumenta com a inundação, seria

esperado um aumento do P disponível nas parcelas adubadas. No entanto, Moraes & Dynia (1992) observaram que após a drenagem de um solo gley pouco húmico cultivado com arroz irrigado, a disponibilidade do P diminuiu, atingindo níveis inferiores aos observados antes da inundação. A reoxidação do solo após a drenagem aumenta a fixação do P e diminui a sua disponibilidade para espécies de sequeiro cultivadas em sucessão ao arroz. O P fixado torna-se disponível para o arroz quando o solo é inundado novamente (Moraes & Freire, 1974).

Os teores de Fe extraível aumentaram em todas as faixas (Tabela 3). Durante o cultivo do arroz irrigado por inundação, o aumento da solubilidade desse nutriente ocorre em virtude da redução do solo, na ausência de oxigênio (Ponnamperuma, 1972). O Fe extraível do solo aumentou de 135 para 162 mg/dm<sup>3</sup> na faixa 1, e de 233 para 566 mg/dm<sup>3</sup> na faixa 4, correspondendo a aumentos de 20% e 140%, respectivamente. Também os teores de Mn extraível aumentaram com a inundação do solo durante o cultivo do arroz. À semelhança do Fe, o aumento foi maior nas faixas com os teores mais altos de matéria orgânica e nutrientes (Tabela 3). Tais condições favorecem a atividade microbiana (Alexander, 1977) e, portanto, a redução desses elementos no solo.

Sendo a redução um processo reversível, a drenagem e o conseqüente arejamento do solo levam à reoxidação do solo, e os teores de Fe e Mn solúveis tendem a voltar aos níveis originais. A reoxidação do solo, entretanto, não é instantânea, dependendo da velocidade da drenagem e da intensidade da aeração do solo (Moraes & Dynia, 1992). Portanto, os teores de Fe<sup>2+</sup> e do Mn<sup>2+</sup> solúveis podem permanecer, por certo tempo, em níveis elevados e tóxicos para espécies de sequeiro cultivadas em sucessão ao arroz.

Em geral, os teores de Cu e Zn disponíveis no solo após o cultivo do arroz e do feijoeiro foram mais altos do que os teores iniciais (Tabela 3). Trabalhando com um solo gley pouco húmico, Moraes & Dynia (1992) observaram que a disponibilidade do Cu diminuiu durante a inundação, mas voltou a aumentar após a drenagem e o arejamento do solo. No entanto, ao contrário dos resultados obtidos no presente trabalho, esses autores constataram que a

disponibilidade de Zn tendeu a aumentar durante a inundação e a diminuir após a drenagem.

Nas faixas 1 e 2, nas parcelas testemunha e nas corrigidas com calcário, as plantas de arroz das duas cultivares mostravam sintomas generalizados de deficiência de macronutrientes, principalmente P. A aplicação de N e K em cobertura não eliminou os sintomas, indicando a deficiência de P como a mais limitante, inclusive não havendo produção de grãos nas referidas faixas nesses tratamentos. Os sintomas de deficiência diminuíam no sentido da faixa 1 para a faixa 4.

Sintomas de deficiência de Zn foram observados nas plantas das duas cultivares no tratamento 2 da faixa 4, porém com menor intensidade na cv. CICA-8, e sintomas de toxidez de Fe foram observados apenas nas plantas da cv. BR IRGA-409. A deficiência de Zn, principalmente na cultivar BR IRGA-409, nas parcelas da faixa 4 não pode ser explicada com base nos resultados de análise do solo (Tabela 3), pois teores adequados de Zn disponível foram determinados nessa faixa, de maior fertilidade.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise da parte aérea do arroz nas faixas 1 e 4, de menor e maior fertilidade, respectivamente, nos diferentes tratamentos. As concentrações de P, K e Zn nas plantas foram, em geral, maiores na faixa 4 e nos tratamentos com adubação.

A concentração do N nas plantas da faixa 1 apresentou valores maiores do que nas plantas da faixa 4, provavelmente por causa do efeito de diluição do elemento nas plantas desta faixa.

Os teores de Ca nas plantas da faixa 4 foram menores do que nas plantas da faixa 1, independentemente dos tratamentos, e os teores de magnésio foram praticamente iguais nas plantas das duas faixas. Na faixa 1, os teores de cálcio das plantas foram maiores nos tratamentos que incluíram calagem. Na faixa 4, mais fértil, praticamente não houve diferença entre os teores de Ca das plantas dos tratamentos com e sem calagem o que se deveu, provavelmente, ao efeito de diluição ocasionado pelo maior crescimento das plantas.

TABELA 4. Concentração de nutrientes na parte aérea do arroz das faixas 1 e 4, nos diversos tratamentos.

Tratamento <sup>1</sup>	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g/kg)				(mg/kg)				
	Faixa 1								
(1)	9,5	1,1	17	2,3	1,0	3,0	185	510	26
(2)	14,0	0,8	14	3,6	1,2	5,0	220	505	29
(3)	13,7	1,9	23	2,4	1,6	3,5	155	-	32
(4)	15,2	2,0	24	2,9	1,6	4,0	190	920	34
(5)	10,0	1,4	19	2,6	1,4	4,0	100	945	22
	Faixa 4								
(1)	7,4	2,6	30	1,8	1,2	3,0	105	465	31
(2)	8,8	2,7	32	1,8	1,2	2,5	85	440	35
(3)	8,6	2,8	31	1,9	1,3	2,5	95	720	30
(4)	9,1	2,7	31	2,0	1,2	2,5	100	540	31
(5)	8,0	3,0	28	2,1	1,2	2,0	120	385	32

<sup>1</sup> (1) = nível 0 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (2) = nível 1 de calcário, nível 0 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (3) = nível 0 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (4) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 20 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha; (5) = nível 1 de calcário, nível 1 de fertilizante, 0 ZnSO<sub>4</sub>.

### CONCLUSÕES

1. O gradiente de fertilidade criado pelo nivelamento do solo influencia as produções do arroz e do feijoeiro, que aumentam linearmente da faixa com solo da camada superficial removido para a faixa onde foi depositado.

2. A adubação com NPK aumenta a produção da cultivar BR IRGA-409 de arroz.

3. Não há efeito da calagem e do Zn sobre a produção do arroz e do feijoeiro.

4. Os teores de Fe, Mn e Cu disponíveis após os dois cultivos são maiores do que os teores iniciais.

### AGRADECIMENTO

O segundo autor presta homenagem ao finado Dr. José Francisco Valente Moraes, exemplo de vida para todos aqueles que com ele conviveram; agradece ao Dr. Francisco José P. Zimmermann, pela análise estatística dos dados.

### REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 467p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- FAGERIA, N.K.; FERREIRA, E.; PRABHU, A.S.; BARBOSA FILHO, M.P.; FILIPPI, M.C. Seja o doutor do seu arroz. *Arquivo do Agrônomo*, Piracicaba, n.9, p.1-20, jun. 1995.
- GOMES, A. da S.; VAHL, L.C.; PAULETO, E.A.; PORTO, V.H. da F.; GONZALES, B.D. Manejo de água em arroz irrigado. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Fundamentos para a cultura do arroz irrigado*. Campinas, 1985. p.251-276.
- LOPES, A.S. *Solos sob Cerrado: características, propriedades e manejo*. Piracicaba: Instituto Internacional da Potassa, 1983. 162p.
- MORAES, J.F.V. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.26, n.1, p.85-97, 1991.
- MORAES, J.F.V.; DYNIA, J.F. Alterações nas características químicas e físico-químicas de um solo Gley Pouco Húmico sob inundação e após a drenagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.223-235, 1992.
- MORAES, J.F.V.; FREIRE, C.J. da S. Variação do pH, da condutividade elétrica e da disponibilidade dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em quatro solos submetidos à inundação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.9, p.35-43, 1974.
- MORAES, J.F.V.; RABELO, N.A. A simple plant tissue digestion method. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1986. 12p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 12).
- OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.175-212.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.24, p.29-96, 1972.