

MANEJO DOS SOLOS DOS CERRADOS

I. PRODUÇÃO DE FEIJÃO, TRIGO E ARROZ EM CULTIVOS SUCESSIVOS EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO¹

JOSÉ FRANCISCO VALENTE MORAES²

RESUMO - Um experimento foi instalado em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) de Goianira, GO, para estudar a influência da calagem, correção com fosfato, adubação verde, e micronutrientes na produção de arroz, feijão e trigo, em um sistema de agricultura intensiva com três cultivos anuais. Nos três primeiros cultivos constatou-se o efeito do adubo verde na produção de arroz; e o efeito da calagem na produção de trigo e de feijão. A produção de feijão também foi influenciada pela adubação verde. A mistura de micronutrientes + S somente teve efeito significativo no primeiro cultivo do feijoeiro. Os três cultivos de trigo também foram influenciados pelos micronutrientes + S, mas a diferença média em produtividade foi menor que 10%. Após o quarto cultivo, as produtividades em todos os tratamentos não diferiram estatisticamente e mostram a importância da incorporação dos resíduos orgânicos e adubação de manutenção na produtividade de feijão, trigo e arroz.

Termos para indexação: calagem, adubação verde, correção com fosfato, micronutrientes.

MANAGEMENT OF CERRADO SOILS

I. PRODUCTION OF BEAN, WHEAT AND RICE IN A DARK-RED LATOSOL

ABSTRACT - An experiment has been carried out in a dystrophic dark-red latosol (oxisol) of Goianira, GO, Brazil, to study the effect of lime, corrective phosphate fertilization, green manure and micronutrients on the yield of bean, wheat and rice in an intensive agriculture system with three crops per year. In the first three crops the effect of green manure on the yield of rice and the effect of lime on the yield of bean and wheat were determined. The bean yield was also influenced by the green manure. The mixture of micronutrients + S increased the yield of bean in the first crop. All three crops of wheat were influenced by micronutrients + S but the increase in yield was less than 10%. In the fourth and following crops the yield of all treatments was not statistically different. This shows the importance of plant residues incorporation and maintenance fertilization on the growth and yield of bean, wheat and rice.

Index terms: lime, green fertilizer manure, corrective phosphate fertilization, micronutrients.

INTRODUÇÃO

A introdução de uma agricultura intensiva com dois e até três cultivos anuais exige espécies e cultivares de ciclo curto e solos férteis ou convenientemente fertilizados.

Os solos dos trópicos úmidos, dado o elevado grau de intemperismo a que foram sub-

metidos, apresentam baixa reserva de minerais primários de fácil decomposição, capazes de suprir nutrientes às plantas. Sua fração argila é constituída principalmente de caolinita, gibsitita, goetita e óxidos de ferro e de alumínio (Pratt et al. 1969, Lopes 1977, Moraes 1982). O crescimento das raízes das plantas cultivadas nesses solos é limitado a uns poucos centímetros superficiais mais férteis, em decorrência da reciclagem dos nutrientes. O confinamento das raízes das plantas à camada superficial reduz o volume de solo explorado e a quantidade de água utilizável, limita o uso do

¹ Aceito para publicação em 10 de outubro de 1989.

² Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

solo ao período de maior precipitação, e aumenta os riscos de estiagens (Luchiari Júnior et al. 1985).

do de maior precipitação, e aumenta os riscos de estiagens (Luchiari Júnior et al. 1985).

O aumento da fertilidade do solo implica o uso de corretivos, fertilizantes e matéria orgânica para aumentar o pH do solo, a disponibilidade dos nutrientes, a capacidade de retenção de água, e diminuir a fixação do P (Raij 1981, Goedert & Sousa 1984, Igue & Pavan 1984).

A calagem, ao aumentar o pH dos solos, aumenta o excesso de cargas negativas (Raij & Peech 1972, Sposito 1982) e diminui a lixiviação dos cátions pela água das chuvas. A deficiência de micronutrientes, principalmente de Zn, tem sido atribuída a maior adsorção destes nos solos corrigidos (Bingham et al. 1964, Shuman 1975 e 1977, Davies & Leckie 1978) e foi postulado que deficiências de micronutrientes (exceto Mo) não são muito frequentes nos solos alcalinos como nos solos ácidos que tenham sido corrigidos (Kalbazi et al. 1978).

A aplicação de fosfatos tem sido caracterizada como fator importante na redução de deficiências de micronutrientes nos solos. Stanton & Burger (1970), Benjamin & Bloom (1981) e Moraes (1982) observaram aumento expressivo na adsorção de micronutrientes nos solos adubados com fosfato.

A adubação orgânica é uma alternativa importante para o melhoramento da fertilidade dos solos, mas a sua utilização é bastante limitada. O mais comum é a queima dos restos das culturas, principalmente nas regiões menos

desenvolvidas. Os compostos orgânicos, ao serem adsorvidos à superfície dos colóides minerais do solo, agem como uma barreira à adsorção dos ions. Em condições naturais, deve ocorrer certo equilíbrio entre a quantidade de matéria orgânica adicionada ao solo e a decomposta anualmente. O uso do solo acelera a decomposição da matéria orgânica e geralmente diminui a quantidade adicionada anualmente (Igue & Pavan 1984).

Neste estudo são apresentados os efeitos da calagem, da correção com fosfatos, da adubação verde e da aplicação de micronutrientes na produção de arroz, feijão e trigo em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd), dentro de um programa de agricultura intensiva com três cultivos anuais, durante três anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento estava localizado num Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF - em Goianira, GO, cujas características são mostradas na Tabela 1. A análise das amostras coletadas antes da instalação do experimento nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm é apresentada na Tabela 2.

Os tratamentos básicos foram um fatorial completo 24 em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas principais contiveram os tratamentos com e sem adubo verde e, com e sem micronutrientes, em fatorial 2². Nas subparcelas foram estudados a calagem e a correção com fosfato, com e sem aplicação, também arranjadas em fatorial 2². As subparcelas de 100 m² (10 m x 10 m) estavam separadas por caminhos de 1 m, e os blocos, por caminhos de 2 m.

TABELA 1. Algumas características do Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd).

Horizonte	Profund.	pH (1:1.5)		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T	V%	P
		(água)	(KC11N)										
A ₁	0-15	4,6	4,1	1,1	0,1	0,13	0,02	1,4	0,5	9,8	11,7	12	< 1
A ₃	15-35	4,8	4,5	0,3		0,05	0,02	0,4	0,1	6,0	6,5	6	< 1
B ₁	35-70	5,0	5,1	0,3		0,02	0,02	0,3	0	3,7	4,0	8	< 1
B ₂₁	70-115	5,5	5,3	0,3		0,02	0,01	0,3	0	3,4	3,7	6	< 1
B ₂₂	115-180	5,6	5,5	0,2		0,01	0,02	0,2	0	3,2	3,4	6	< 1
B ₂₃	180-270	6,0	5,9	0,1		0,02	0,02	0,1	0	1,8	1,9	5	< 1

Fonte: EMBRAPA (1975)

TABELA 2. Análise inicial do solo da área do experimento.

Profundidade (cm)	pH (1:2.5)		Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Al ³⁺	P	K	M.O.
	(água)	(KCl 1N)	(meq/100 g)		(ppm)		(%)
0-20	4,8	4,1	0,7	0,6	2,1	53	1,9
20-40	4,7	4,2	0,4	0,4	0,5	28	1,6

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ = extrator Mehlich

P, K = KCl 1N

M.O. = Walkley and Black.

A necessidade de calcário (PRNT = 100%) foi estimada pela fórmula $NC = Al \times 2 + [2 - (Ca + Mg)]$, e na correção com fosfato foram usados 320 kg de P₂O₅/ha, de uma mistura (1:1) de superfosfato triplo, e fosfato de Araxá.

As parcelas com micronutrientes + S receberam uma mistura de 9 kg de Zn, 4 kg de Cu, 2 kg de Mn, 0,2 kg de Co e 1,2 kg de B por ha, nas formas de ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄, MnSO₄, CoSiO₄ e borax, respectivamente. O calcário (Ca), a mistura de fosfato (C) e a mistura de micronutrientes (micro) foram aplicados antes do primeiro plantio, em outubro de 1982. Neste primeiro plantio, as parcelas com adubo verde foram cultivadas com guandu anão (*Cajanus cajan*, L.), que foi incorporado ao solo no início da floração. As parcelas sem adubo verde foram cultivadas com arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Le Bonnet.

Antes de cada cultivo, todas as parcelas receberam uma adubação de manutenção (M) com 300 kg/ha de fórmula 5-30-15, aplicados no sulco. A adubação em cobertura com N foi feita na quantidade recomendada para cada espécie vegetal. Nas parcelas com micronutrientes + S foi usado sulfato de amônio e nas sem micronutrientes, a uréia.

Foram realizados três cultivos anuais (feijão, trigo e arroz) entre outubro de 1982 e outubro de 1985, tendo-se completado nove cultivos. Em outubro de 1984 (sétimo cultivo), foram incluídos tratamentos adicionais que consistiram de parcelas testemunhas (T) e parcelas adubadas com metade da adubação de manutenção (1/2 D), sem os tratamentos básicos.

As cultivares de feijão usadas foram a Aysó (segundo cultivo, 1983), Rio Tibaji (quinto cultivo, 1984) e linhagem CNF 4956 (oitavo cultivo, 1985); todos os cultivos de trigo foram feitos com a cultivar alondra (terceiro, sexto e nono cultivos); e nos plan-

tios de arroz usou-se a CV. IRAT 112. Os tratamentos culturais para cada cultivo consistiram no preparo profundo do solo (± 30 cm) com arado de aiveca, gradagem e plantio com semeadeira-adubadeira, em linha, seguindo-se as recomendações para cada espécie vegetal. O controle das ervas daninhas, pragas e doenças foram fixados antes de cada cultivo. Sempre que necessário, foi feita irrigação complementar por aspersão nos cultivos do arroz e do feijoeiro; o trigo, cultivado no período de maio/junho a setembro/outubro, sempre dependeu da irrigação como fonte de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria verde do guandu-anão que foi incorporada como adubo verde variou entre 16,90 t/ha nas parcelas que receberam somente a adubação de manutenção (M) e 21,88 t/ha nas corrigidas com calcário e fosfatos (MCCa). O efeito da correção com fosfato e da calagem sobre a produção de matéria verde de guandu (Tabela 3) foi altamente significativo ($P < 0.001$). Também foi significativo o efeito de interação calagem x fosfato, mas não houve efeito da mistura de micronutrientes + S.

No primeiro cultivo de arroz, a incidência de brusone do pescoço (*Pyricularia oryzae*) em níveis de até 100% reduziu substancialmente a produtividade, que, em algumas parcelas foi de apenas 100 kg/ha. Por isso, os resultados do primeiro cultivo de arroz não foi considerado neste estudo.

TABELA 3. Produção de matéria verde de guandú-anão (*Cajanus cajan* L.) aos 120 dias da semeadura (t/ha).

Correção com fosfato	Níveis de calcário	
	0	1
0	16,90 (M)	19,80 (MCA)
1	17,94 (MC)	21,88 (MCCA)*

*M = manutenção; Ca = calagem; C = correção com fosfato.
P < 0,001.

Feijoeiro

O feijoeiro respondeu significativamente (P < 0,001) à adubação verde, à calagem e a mistura de micronutrientes + S no cultivo de 1983 (cultivo nº 2), como mostram os dados da Tabela 4.

Nesse ano, as produções médias das parcelas com adubo verde foram cerca de 45% maiores do que nas parcelas sem adubo verde. De acordo com os dados originais nas parcelas

TABELA 4. Produção de feijão (kg/ha) em função dos tratamentos com adubo verde, micronutrientes, calcário e correção com fosfato. Médias de 32 parcelas.

Nível	Tratamentos			
	A. verde	Micron.	Calc.	Correção com P
	1983 - CV 8,3%			
0	1.235	1.420	1.399	1.523
1	1.797***	1.638***	1.652***	1.528
	1984 - CV 6,5%			
0	1.737	1.713	1.674	1.702
1	1.694	1.716	1.756***	1.727
	1985 - CV 11,3%			
0	1.238*	1.194	1.202	1.185
1	1.156	1.201	1.191	1.209

* Nível de significância a P < 0,05; ***P < 0,001

sem calcário, o adubo verde aumentou a produção de feijão de 1.099 kg/ha para 1.697 kg/ha, ou seja, houve um aumento de 54%. O efeito da calagem foi menos pronunciado, pois a produtividade do feijoeiro aumentou de 920 kg/ha para 1.400 kg/ha, cerca de 37%, nas parcelas sem adubo verde e sem micronutrientes + S, mas caiu para menos de 12% nas parcelas com adubo verde (1.720 kg/ha vs 1.918 kg/ha). Em 1984 (cultivo nº 5) somente houve resposta à calagem (P < 0,001), mas o aumento médio na produção de feijão foi de apenas 82 kg/ha ou 5%. No terceiro cultivo do feijoeiro (cultivo nº 8, 1985), observou-se apenas o efeito negativo do adubo verde (P < 0,05), que diminuiu a produtividade também em 82 kg/ha.

Não há explicação para o fato de o adubo verde, sete cultivos após a sua incorporação, ter diminuído a produtividade do feijoeiro, principalmente porque foi registrado o seu efeito positivo e altamente significativo no primeiro cultivo do feijoeiro (cultivo nº 2).

O efeito da mistura de micronutrientes + S na produtividade do feijoeiro foi maior nas parcelas com adubação de manutenção (M), onde alcançou 54% de aumento. Nestas parcelas, a produtividade passou de 890 kg/ha para 1.370 kg/ha, devido aos micronutrientes + S. Nas parcelas com manutenção, calcário e correção com fosfato (MCCA) sem micronutrientes + S, a produtividade do feijoeiro foi de 1.330 kg/ha, ao passo que com a adição de micronutrientes + S a produtividade foi de 1.540 kg/ha, com um aumento de 15%. Nos tratamentos com o adubo verde não houve efeito da mistura de micronutrientes + S sobre a produtividade do feijoeiro, mesmo tendo produzido 50% mais do que nas parcelas sem adubo verde.

Em 1984 e 1985, não houve efeito da mistura de micronutrientes + S na produtividade do feijoeiro.

Trigo

O trigo cultivado em 1983 (cultivo nº 3) respondeu positivamente ao adubo verde, à calagem e aos micronutrientes + S

($P < 0,001$) e, em menor escala, à correção com fosfatos ($P < 0,05$), como mostram os dados da Tabela 5. Em 1984 e 1985 houve resposta expressiva somente à calagem ($P < 0,001$) e, a um menor nível de significância, às misturas de micronutrientes + S. Mesmo assim, o aumento da produção de trigo devido à calagem foi de apenas 8% e 14% nos dois últimos cultivos, comparativamente ao aumento de 31% em 1983 (Tabela 5).

No cultivo de 1983, o trigo (cultivo nº 3) mostrou comportamento bem diferente do feijoeiro. O efeito principal foi da calagem e, somente respondeu ao adubo verde nas parcelas sem calcário, onde a produtividade passou de 1.400 kg/ha para 1.910 kg/ha, com um aumento médio de 35%. Nas parcelas com calcário, as produções foram equivalentes.

O efeito da adubação corretiva com fosfato somente teve algum significado nas parcelas sem calcário. As aplicações continuadas do fertilizante fosfatado de manutenção deve ter sido a causa de o trigo não ter respondido à correção com fosfatos, nos cultivos seguintes (cultivos nº 6 e 9). Observa-se, também, que

TABELA 5. Produção de trigo (kg/ha) em função dos tratamentos com adubo verde, micronutrientes, calcário e correção com fosfato. Médias de 32 parcelas.

Nível	Tratamentos			
	A. verde	Micron.	Calc.	Correção com P
1983 - CV 10,80				
0	1.904	1.922	1.747	1.978
1	2.134***	2.130***	2.299***	2.068*
1984 - CV 5,99				
0	3.655	3.528	3.455	3.566
1	3.557	3.667*	3.733***	3.624
1985 - CV 5,40				
0	3.080	3.000	2.865	3.081
1	3.062	3.146**	3.276***	3.060

* Nível de significância a $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

o adubo verde não teve efeito na produção dos dois últimos cultivos de trigo, o que deve ser atribuído à incorporação dos restos culturais, pois em 1983 o seu efeito foi significativo, mesmo com produtividade média menor.

O efeito da mistura de micronutrientes + S na produtividade do trigo foi maior nas parcelas com adubação de manutenção, com um aumento de 300 kg/ha ou 23%. No tratamento com manutenção, correção com fosfato e calagem, sem micronutrientes + S, a produtividade foi de 2.250 kg/ha, e alcançou 2.470 kg/ha com a mistura de micronutrientes + S, ou seja, um aumento de 9,8%. Em 1984 e 1985, o aumento da produtividade do trigo, em decorrência da mistura de micronutrientes + S, foi menor do que 5%, embora significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Arroz

O arroz somente respondeu ao adubo verde ($P < 0,001$), pois não se determinaram efeitos significativos dos outros tratamentos, mesmo nas parcelas sem adubo verde (Tabela 6). Em 1984, nas parcelas com adubação de manutenção, a produção de arroz foi de 2.472 kg/ha, enquanto que no mesmo tratamento mas com adubo verde a produção foi de 4.332 kg/ha, o que representa um aumento de mais de 75%. Nas parcelas com calcário e adubo verde, a produção de arroz foi de 4.160 kg/ha, 46% maior do que no tratamento com adubação de manutenção, cuja produtividade foi de 2.900 kg/ha.

Em 1985, o efeito do adubo verde, embora altamente significativo, foi de apenas 13%. A causa do efeito menor do adubo verde foi a diminuição geral da produtividade do arroz, devido a forte ataque de cupins (*Syntermes* spp.), que se intensificou ainda mais no cultivo de 1986 (dados não publicados).

O calcário mostrou efeito negativo ($P < 0,05$) no cultivo de arroz em 1985. Foi observado, nas parcelas com calcário, que as plantas cresciam menos, mostravam-se amareladas e não respondiam à adubação com N, sugerindo a deficiência de Fe. Os sintomas

TABELA 6. Produção de arroz (kg/ha) em função dos tratamentos com adubo verde, micronutrientes, calcário e correção com fosfato. Médias de 32 parcelas.

Nível	Tratamentos			
	A. verde	Micron.	Calc.	Correção com P
	1984 - CV 8,00%			
0	2.746	3.554	3.503	3.535
1	4.288***	3.529	3.580	3.547
	1985 - CV 9,28%			
0	1.988	2.079	2.194	2.122
1	2.248***	2.168	2.050*	2.122

Nível de significância a *P < 0,05; ***P < 0,001

eram mais fortes nas áreas onde o pH do solo era mais alto, em geral maior que 6,0. Nas parcelas com adubo verde não foram observados sintomas de deficiência de Fe, o que sugere que o aumento da disponibilidade de micronutrientes é um dos efeitos da matéria orgânica na produção do arroz de sequeiro.

O feijoeiro e o trigo crescem e produzem bem em solos corrigidos até valores de pH maiores que 6,5, o que indica terem maior habilidade do que o arroz em absorver e utilizar os micronutrientes do solo, nessa condição, pois é conhecido o efeito do aumento do pH do solo, pela calagem, em diminuir a disponibilidade dos micronutrientes (Kalbazi et al. 1978, Lindsay 1979).

Não houve influência da mistura de fosfato na disponibilidade dos micronutrientes do solo, medida pelo crescimento e produção do arroz. O uso continuado de 90 kg de P₂O₅/ha,

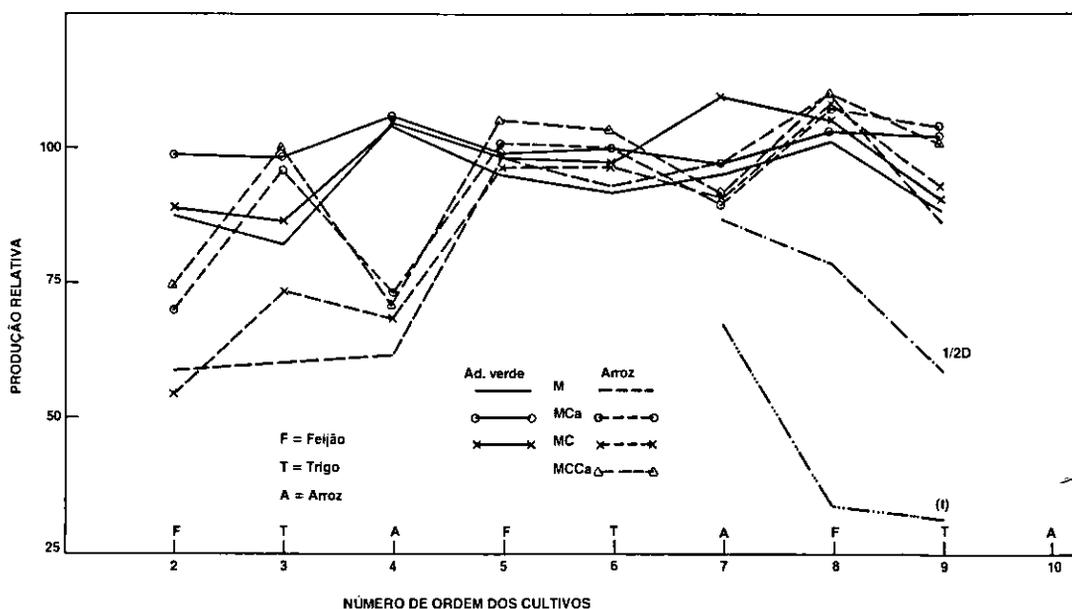


FIG. 1. Produção relativa de feijão, trigo e arroz em cultivos sucessivos após o cultivo inicial de guandú-anão (adubo verde) e arroz. M = manutenção; Ca = calagem; C = correção com fosfato; 1/2 D = metade da manutenção; T = testemunha. A produtividade do tratamento completo MCCa + adubo verde foi tomado como padrão = 100.

como adubação de manutenção, antes de cada cultivo, não intensificou a deficiência de micronutrientes. Moraes (1982) observou que a adsorção do Zn nos solos aumenta com a adubação fosfatada, mas o Zn adsorvido é disponível para as plantas.

Produção de feijão, arroz e trigo

Um panorama geral do efeito dos tratamentos na produção de feijão, trigo e arroz nos cultivos de número 2 a 9 é apresentado na Fig. 1. Os dados foram transformados em produção relativa, considerando-se o tratamento completo com manutenção, correção com fosfato, calagem (MCCa) e adubo verde como padrão (produtividade = 100).

Chama a atenção na Fig. 1 o efeito dos tratamentos sobre a produção de feijão, trigo e arroz nos cultivos 2, 3 e 4. A partir do quinto cultivo (Feijão), as produções foram muito semelhantes e próximas do tratamento padrão (MCCa + Adubo Verde). Nas parcelas adubadas com metade da manutenção (1/2 D), a produtividade caiu continuamente até cerca de 50% da obtida no tratamento padrão, no cultivo de trigo. Nas parcelas testemunhas (T), a diminuição da produtividade foi ainda mais acentuada, alcançando valores próximos a 30% da produtividade do feijão e do trigo no tratamento MCCa + Adubo Verde.

Os dados mostram que o uso continuado do solo, com aração profunda e adubação de manutenção com 300 kg da fórmula 5-30-15/ha, mais a adubação nitrogenada em cobertura, é suficiente para aumentar a produtividade do feijão, trigo e arroz aos níveis do tratamento com calagem, adubo verde e correção com fosfatos, após três ou quatro cultivos. Neste período, são aplicados 360 a 450 kg de P_2O_5 e 180 a 225 kg de K_2O /ha, mais os resíduos das colheitas.

Observa-se, na Fig. 1, que o feijoeiro, o trigo e o arroz comportaram-se de modo diferenciado em relação aos tratamentos, nos três primeiros cultivos, quando o efeito dos tratamentos foi maior. O trigo mostrou resposta principalmente à calagem, o feijoeiro à cala-

gem e ao adubo verde, enquanto que o arroz somente respondeu ao adubo verde.

CONCLUSÕES

1. O feijoeiro, o trigo e o arroz mostraram comportamento diferenciado em relação aos tratamentos. O arroz respondeu sempre positivamente à adubação verde, o trigo à calagem e micronutrientes + S, e o feijoeiro, à calagem e micronutrientes + S e à adubação verde nos primeiros anos. Em cada caso, os outros tratamentos não influenciaram a produção de grãos, ou mesmo foram negativos. Foi o que aconteceu com o arroz nas parcelas corrigidas com calcário, onde se observou menor crescimento das plantas e sintomas de deficiência de Fe.

2. A resposta do feijoeiro, do trigo e do arroz à calagem, à adubação verde, à correção com fosfato e à mistura de micronutrientes + S no início do experimento, é importante no estabelecimento de um programa de agricultura intensiva em solos de cerrado.

3. Foi observado que após quatro cultivos sucessivos a produtividade de feijão, trigo e arroz nas parcelas com adubação de manutenção foi igual à das parcelas com calcário, correção com fosfato e micronutrientes + S.

REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, M.M. & BLOOM, N.S. Effects of strong binding of anionic adsorbents on adsorption of trace metals on amorphous iron oxyhydroxide. In: TEWARI, P.H., ed. **Adsorption from aqueous solutions**. New York, Plenum, 1981. p.41-60.
- BINGHAM, F.T.; PAGE, A.L.; SIMS, J.R. Retention of Cu and Zn by H-montmorillonite. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 28:351-54, 1964.
- DAVIES, J.A. & LECKIE, J.O. Surface ionization and complexation at the oxide/water interface. II. Surface properties of amorphous iron oxyhydroxide and adsorption of metal ions. **Coll. Interface Sci.**, 67:90-107, 1978.

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Relatório de levantamento de solos da Fazenda Capivara**. s.l., 1975. 15p.
- GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, DF, 1984. **Anais...** Brasília) EMBRAPA-DEP, 1984. p.255-289. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- IGUE, K. & PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, DF, 1984. **Anais...** Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984. p.383-418. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- KALBAZI, M.; RACZ, G.J.; LOERVEN-RUDGERS, L.A. Mechanism of zinc adsorption by iron and aluminum oxides. **Soil Sci.**, **25**: 146-50, 1978.
- LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New York, Wiley-Interscience, 1979.
- LOPES, A.S. **Available water, phosphorus fixation and zinc levels in brazilian cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties**. Raleigh, N. Caroline State University, 1977. p.189. Tese Ph.D.
- LUCHIARI JÚNIOR, A.; RESENDE, M.; RITCHEY, K.D.; FREITAS JÚNIOR, E. de; SOUSA, P.I.M. de. Manejo do solo e aproveitamento de água. In: GOEDERT, W.J., ed. **Solos dos cerrados; tecnologia e estratégias de manejo**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC/Nobel, 1985. p.285-322.
- MORAES, J.F.V. **Effect of phosphate on zinc adsorption on aluminum and iron hydroxides and in soils**. California University of Riverside, 1982. 168p. Tese Ph.D.
- PRATT, P.F.; PETERSON, F.F.; HOLZHEY, C.S. Qualitative mineralogy and chemical properties of a few soils from São Paulo, Brazil. **Turrialba**, **19**:491-96, 1969.
- RAIJ, B. Van. **Avaliação da Fertilidade do Solo**. Piracicaba, Instituto da Potassa - Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.
- RAIJ, B. Van & PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, **36**:587-93, 1972.
- SHUMAN, L.M. Adsorption of zinc by Fe and Al hydroxides as influenced by aging and pH. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, **41**:703-6, 1977.
- SHUMAN, L.M. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, **39**:454-58, 1975.
- SPOSITO, G. The chemical forms of trace metals in soils. In: THORNTON, I., ed. **Applied environmental geochemistry**. London, Academic Press, 1982. p.123-67.
- STANTON, D.A. & BURGER, R. Du T. Studies on zinc in selected orange free state soils: V. Mechanisms for the reaction of zinc with iron and aluminum oxides. **Agrochemophysica**, **2**:65-76, 1970.