

EFEITOS DA FERTIRRIGAÇÃO COM CHORUME BOVINO SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE SOLOS

JOEDNA SILVA CRUZ¹; JOSÉ CRISPINIANO FEITOSA FILHO²; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE³; SEBASTINA MAELY SARAIVA DAS CHAGAS SOUSA¹, HEWERTON PABLO DA FONSECA FEITOSA⁴, JOSÉ MARIA PINTO⁵

Trabalho escrito para apresentação no I Congresso Brasileiro de Fertirrigação no período de 10 a 14 de novembro de 2003 em João Pessoa-PB

RESUMO: O experimento foi conduzido no Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB com objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de chorume bovino em diferentes proporções em água: 0:1; 1:5; 1:4; 1:3 e 1:2 correspondentes aos percentuais de 0; 17; 20; 25 e 33% de chorume respectivamente, sobre características físicas e químicas de dois solos: um de textura argilosa e outro de textura arenosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 com três repetições. Para cada tratamento a aplicação da solução foi feita imediatamente após o volume de 5kg de solo terem sido acondicionados em sacos de polietileno preto com 30cm de altura e 20cm de diâmetro e aos dez e vinte dias após a primeira aplicação. Os efeitos do chorume foram mais expressivos sobre a retenção de água pelo solo, densidade do solo, soma de bases, capacidade de troca catiônica do solo mais argiloso em relação ao solo mais arenoso. A aplicação do chorume não contribuiu no aumento da condutividade elétrica a ponto de tornar os solos salinos.

Palavra chave: Fertirrigação orgânica, chorume bovino, salinidade.

EFFECTS OF FERTIGATION WITH BOVINE CHORUME ON PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS

ABSTRACT: The experiment was led in the Department of Soils and Rural Engineering of the Center of Agrarian Sciences of the Federal University of Paraíba, Areia-PB with objective of evaluating the effects of the application of bovine chorume in different proportions in water: 0:1; 1:5; 1:4; 1:3 and 1:2 corresponding the percentile of 0; 17; 20; 25 and 33% of chorume respectively, on physical characteristics and chemistries of two soils: one of loamy texture and another of sandy texture. The experimental was casualizado entirely in factorial outline 5 x 2 with three repetitions. For each treatment the application of the solution was made immediately after the volume of 5kg of soil they have conditioned in sacks of black polyethylene with 30cm of height and 20cm of diameter and ten and twenty days after the first application. The effects of chorume were more expressive about the retention of water for the soil, density of the soil, sum of bases, capacity of change catiônica of loamiest soil in relation to sandiest soil. The application of chorume didn't contribute in increase of electric conductivity to the point of to turn the saline soils.

Keyword: Organic fertigation, bovine chorume, salinity.

1. Aluna do Curso de Graduação em Agronomia do CCA/UFPB;

2. Professor Doutor do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, CEP: 58.397-000. E-mail: jfeitosa@cca.ufpb.br

3. Prof. Dr. do DSER do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB;

4. Aluno de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e de Química da UFPB, João Pessoa-PB.

5. Pesquisador Doutor da Embrapa Simiário, Petrolina-PE.

INTRODUÇÃO

A adubação orgânica feita com adubos de diferentes fontes preconiza não somente melhorar a fertilidade dos solos como também, suas propriedades físicas. Nos solos arenosos ela melhora a estrutura das partículas aumentando o poder de retenção de água e nos solos argilosos estimula a granulometria, melhorando a aeração que é importante no desenvolvimento das raízes (Petrobrás, 1986).

Os esterco animais, do ponto de vista biológico, possuem alta população de microrganismos e, quando fresco, é rico em bactérias que vivem no aparelho digestivo do animal. Com a fermentação há multiplicação acelerada destes microrganismos ao ponto de predominarem sobre os fungos e actinomicetos e posteriormente, a população reduz em favor destes últimos (Kiehl, 1985).

Numa exploração pecuária confinada e semi-intensiva o rebanho passa a maior parte ou todo o dia em ambientes fechados. Os dejetos como fezes, urinas e restos alimentares são depositados e vão se acumulando gradativamente, preocupando ambientalistas pela possibilidade de poluição ambiental se não forem utilizados e armazenados corretamente.

O chorume, material líquido formado de mistura de água, esterco verde e urinas de diferentes animais, é fonte altamente importante de matéria orgânica. Quando aplicada em quantidade e formas adequadas também contribui para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas dos solos, com custo reduzido para o produtor. Na exploração de animais confinados a produção diária de chorume é significativa pois parte dos alimentos contendo minerais consumidos pelos animais são expelidos em fezes e urina.

Na utilização de adubos orgânicos na forma líquida é importante saber a relação água e sólidos da solução em torno de 1:1 a 2:1 (Oliveira Filho et al., 1987). A utilização do esterco bovino fresco na forma líquida aplicado ao solo proporciona aumento na velocidade da infiltração da água devido a matéria orgânica melhorar às propriedades físicas do solo resultando como consequência, na maior produtividade como constaram Cavalcante & Lucena (1997) e Galbiatti et al. (1991).

Embora muitas pesquisas tenham sido feitas com produtos orgânicos com esterco de diferentes animais bem curtidos, poucas informações se têm com relação aos chorumes. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de chorume oriundo do esterco bovino verde sobre propriedades físicas e químicas de solos de textura argilosa e arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, no período de agosto a setembro de 2002. Como substratos foram utilizados dois solos. Um mais argiloso foi procedente da Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), localizada no Município de Alagoinha-PB e classificado como Nitossolo Vermelho. O segundo solo, mais arenoso foi procedente do Sítio Macaquinhos no Município de Remígio-PB e classificado como Neossolo Quartzarênico. Nas Tabelas 1 e 2 estão dados das características físicas e químicas destes solos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições e utilizando o esquema fatorial 5×2 correspondentes a cinco proporções de chorume bovino aplicados em dois tipos de solo sendo um de textura mais argilosa e outro mais arenosa aplicadas nos seguintes tratamentos: T_1 = apenas água (testemunha), T_2 = 1 parte de chorume para cinco partes de água); T_3 = 1 parte de chorume para quatro partes de água; T_4 = 1 parte de chorume para três partes de água e T_5 = 1 parte de chorume para duas partes de água, conforme dados apresentados na Tabela 3. As proporções de esterco verdes de cada tratamento foram de 0;17; 20; 25 e 33%, respectivamente.

Os solos após passados em peneira de 2mm de malha foram pesados cinco quilos para cada tratamento com três repetições e acondicionados em sacos de polietileno preto com 30cm de altura e 20cm de diâmetro. Em seguida, as soluções de chorume foram aplicadas imediatamente após o envasamento dos materiais. Aos dez e vinte dias depois iniciado o ensaio foi aplicando meio litro da solução por tratamento e por vez. Aos dez dias após a última aplicação amostras de solo foram retiradas de cada unidade experimental a profundidade de 0-15cm para avaliar as características físicas e químicas em relação aos valores obtidos antes da instalação do experimento. As análises físicas corresponderam aos valores da umidade do solo aos potenciais matriciais de água do solo, admitida como capacidade de campo, à tensão de -0,01 MPa e -1,5MPa adotadas como capacidade de campo e ponto de murcha respectivamente.

Na caracterização química do solo quantificaram-se os teores de Ca, Mg, K, Na, P e H + Al, valores de pH e de matéria orgânica. O potássio e o sódio foram extraídos com a solução de duplo ácido (H_2SO_4 0,0125 M e HCl 0,05 M) e determinado em Fotômetro de chama com filtro de comprimento de onda apropriado a cada elemento. As concentrações de H + Al foram obtidas através da extração com Acetato de Cálcio (0,5 M), titulado com NaOH 0,0125 M. Os valores de Ca e Mg foram determinados pela extração com KCl e titulação com EDTA 0,0125 M. A determinação da matéria orgânica

foi feita pelo Método do carbono orgânico com oxidação do KCl a 0,4 N e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N, conforme metodologia sugerida pela (Embrapa, 1997) e adotada pelo Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Para medir a condutividade elétrica foram preparadas pastas de saturação e determinada com um condutivímetro digital. Os resultados foram analisados pelo teste “F” e a comparação entre as médias feita pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade e por regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 estão os dados das características físicas e químicas do substrato.

Tabela 1. Características físicas da amostra de solo obtida na profundidade de 20cm antes da instalação dos tratamentos.

Características	Solo mais argiloso	Solo mais arenoso
Argila(g kg ⁻¹)	311,00	20,00
Silte (g kg ⁻¹)	182,00	48,00
Areia (g kg ⁻¹)	507,00	932,00
Da (kg dm ⁻³)	1,25	1,44
Água disponível (g kg ⁻¹)	219,00	46,00
CC (g kg ⁻¹)	367,00	58,00
Pm (g kg ⁻¹)	148,00	12,00

Obs: Da=Densidade aparente, CC=Umidade à tensão de -0,010 MPa, Pm=umidade à tensão de -1,500 MPa.

Tabela 2. Características químicas da amostra de solo obtida na profundidade de 20cm antes da aplicação dos tratamentos.

Variável	Solo mais argiloso (a)	Solo mais arenoso (b)
pH em água	5,93	5,80
P (mg dm ⁻³)	1,00	7,00
Al ⁴³ + H ⁴ (cmol _c dm ⁻³)	7,81	1,16
H ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,62	0,81
Ca ²⁺ .(cmol _c dm ⁻³)	3,39	0,30
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,81	0,90
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,13	0,15
Na ⁴ (cmol _c dm ⁻³)	Traços	0,15
S (cmol _c dm ⁻³)	5,33	1,50
CTC (cmol _c dm ⁻³)	13,14	2,66
V(%)	41	56
MO (g dm ⁻³)	12,80	5,00

Avaliando-se os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, verifica-se que a aplicação de chorume exerceu efeito significativo sobre os conteúdos de água retida pelos solos às tensões de -0,010 e -1,500 MPa, teor de água útil ou disponível e a densidade dos diferentes solos. Constata-se também, efeitos significativos sobre as características químicas entre elas o pH, Ca, Mg, P, K, Matéria Orgânica, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, condutividade elétrica do extrato de saturação e conteúdo de sódio solúvel em água. Numa avaliação geral, as doses de chorume interferiram sobre os atributos físicos estudados nos diferentes solos. Registrou-se efeitos significativos da interação tipo de solo versus doses de chorume sobre a umidade à tensão de -1,500 MPa, o teor de água disponível e a densidade do solo.

Tabela 3. Conteúdo de água, pH, Ca e Mg nos dois tipos de solo em função dos diferentes tratamentos.

Trat.	Umidade (g de H ₂ O/kg de solo)		pH		Ca		Mg	
	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
T1	277,7 A	76,7 B	6,3 B	6,7 A	5,02 A	0,45 B	2,1 A	0,3 B
T2	359,3 A	51,0 B	7,1 A	7,2 A	5,62 A	0,55 B	2,0 A	0,5 B
T3	249,7 A	51,3 B	6,5 B	7,0 A	5,23 A	0,48 B	1,8 A	0,6 B
T4	243,0 A	51,0 B	6,6 B	7,1 A	5,38 A	0,55 B	1,8 A	0,6 B
T5	246,0 A	51,0 B	6,4 B	7,5 A	5,48 A	0,35 B	2,6 A	0,8 B

Obs: Solo 1= Solo mais argiloso e Solo 2: Solo mais arenoso.

Tabela 4. Teores de potássio, fósforo e matéria orgânica em função das proporções de chorume nos dois solos.

Trat.	K (mgdm ⁻³)		P (cmol _c dm ⁻³)		MO (gdm ⁻³)	
	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
T1	1,8A	3,0A	0,1B	0,3A	20,5A	1,8B
T2	2,4B	23,0A	0,4A	0,3A	21,2A	1,8B
T3	2,4B	28,8A	0,4A	0,3A	20,5A	4,1B
T4	2,8B	29,8A	0,3A	0,3A	20,4A	3,5B
T5	2,6B	28,8A	0,1B	0,3A	20,3A	2,0B

Obs: Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si por Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; Solo 1 = Mais argiloso; Solo 2 = Mais arenoso

Quanto as características químicas, as doses de chorume apresentaram efeitos estatisticamente positivos sobre o pH, teores de Mg, P, K, M.O, Soma de bases e saturação de bases. A interação tipo de solo versus doses de chorume exerceu efeitos significativos sobre os valores de pH, magnésio, fósforo, potássio, matéria orgânica, soma de bases, capacidade de troca de cátions e saturação por bases. Exceto para os dados da densidade aparente do solo, verifica-se superioridade estatística dos valores da umidade à tensão de -0,010, -1,500 Mpa no solo mais argiloso em relação ao solo mais arenoso (Tabela 3). Conforme dados apresentados na (Tabela 4,) exceto, no solo mais argiloso do Tratamento T1, a aplicação de chorume reduziu a retenção de água ao nível

de capacidade de campo (tensão de $-0,010$ MPa). Por outro lado, constata-se aumento no conteúdo de água retida pelos respectivos solos, quando submetidos a menor tensão, isto é, $-1,500$ MPa, com exceção ao solo mais argiloso nos Tratamentos T4 e T5. No que se refere à água disponível, o comportamento (Tabela 3) foi semelhante aos valores da umidade correspondente à capacidade de campo. Constata-se que o incremento das doses de chorume resultou, na maioria dos tratamentos, em diminuição da disponibilidade da água nos solos.

No que se refere à densidade do solo, verificou-se inversão de significância entre os solos em relação a demais variáveis físicas da Tabela 3. No solo mais arenoso foi registrado que o fornecimento do chorume, independente da proporção, reduziu a densidade de $1,6$ para até $1,4$ g cm^{-3} . Esta situação não possibilita afirmar ainda melhoria efetiva da estrutura do solo, uma vez que o período de observação foi de apenas trinta dias. No solo mais argiloso, basicamente não registrou-se variação da densidade com o aumento percentual do esterco verde na mistura que originou o chorume.

Comparativamente, aos valores originais indicados na Tabela 4, percebeu-se que as diferentes proporções de chorume contribuíram para a diminuição da densidade do solo mais argiloso pois sendo de $1,25$ ela foi diminuída para até $0,9$ g cm^{-3} ; entretanto não interferiram sobre a densidade do solo arenoso, a qual manteve-se entre $1,4$ e $1,5$ g cm^{-3} . Ao admitir que a aeração aumenta com a redução da densidade do solo nota-se que os efeitos, (Brady, 1983; Gomes, 1986), no reduzido período de observação, foram mais expressivos no solo mais argiloso. Esta afirmativa está fundamentada nos menores valores de umidade em relação ao solo antes da aplicação dos tratamentos. O aumento do percentual de esterco bovino verde no chorume provocou elevação do pH dos solos. Pelos resultados (Tabela 4) confirma-se superioridade estatística do solo mais arenoso em relação ao mais argiloso. A superioridade do pH do solo mais arenoso (Solo 2) comparada ao mais argiloso (Solo 1) é devida em maior parte, aos seus mais baixos valores de hidrogênio trocável, apesar de seus menores conteúdos de cálcio e magnésio, respectivamente.

Quanto aos solos antes da aplicação dos tratamentos as doses de chorume com percentuais de esterco verde de bovino variando de 17 a 33% provocaram aumento do pH do solo argiloso de $5,93$ (Tabela 5) para até $7,1$ (Tabela 6) e do solo arenoso de $5,8$ (Tabela 5) para até $7,5$ (Tabela 6). O chorume também resultou em aumento marcante da concentração de cálcio de ambos os solos. No solo argiloso o elemento aumentou de $3,39$ (Tabela 5) para até $5,62$ $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ (Tabela 6). No solo arenoso os teores do referido elemento conforme as referidas Tabelas aumentaram de $0,30$ para até $0,55$ $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. Dentre os elementos, o Mg foi menos influenciado pela aplicação do chorume aos solos.

Apesar da redução dos teores de Mg e CTC em relação aos dados do solo mais arenoso antes do experimento o chorume contribuiu para melhoria física de ambos os solos e química, do solo mais argiloso. Possivelmente, as variáveis apresentariam comportamento mais expressivo caso o período de observação tivesse sido mais largo.

Tabela 5. Valores da soma de bases, capacidade de troca catiônica e fósforo e matéria orgânica em função da proporções de chorume nos dois solos.

Trat.	Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		Capacidade de troca catiônica ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		Saturação de bases (%)	
	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
T1	7,5A	1,5B	9,2A	2,0B	81,5A	75,0A
T2	7,6A	1,2B	9,2A	2,1B	82,6A	57,0A
T3	8,0A	1,9B	9,2A	2,2B	86,9A	86,0A
T4	8,8A	1,5B	9,9A	1,9B	88,9A	79,0A
T5	7,7 A	0,9B	9,1A	1,4B	84,6A	64,0A

Obs: Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si por Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; Solo 1 = Mais argiloso; Solo 2 = Mais arenoso, CTC = capacidade de troca de cátions.

Tabela 6. Variáveis químicas: Sódio e CE dos solos tratados com diferentes proporções de chorume.

Trat.	Valores de Na (mgdm^{-3})		Valores de saturação de bases ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	
	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
T1	0,22A	0,007B	1,4A	1,5A
T2	0,31A	0,007B	1,0A	0,6A
T3	0,23A	0,007B	1,3A	1,0A
T4	0,22A	0,007B	1,5A	1,6A
T5	0,27A	0,16B	2,9A	2,9A

Obs: Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si por Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Solo 1 = Mais argiloso; Solo 2 = Mais arenoso.

CONCLUSÕES

A melhoria física e química no período de observação foram mais significativa no solo mais argiloso;

A aplicação do chorume bovino não elevou expressivamente a concentração salina de nenhum dos dois solos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p. 235 – 239, 1997.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. ed: Freitas Bastos, 1983, 647p.

CANTARELA, H.; ABREU, C. A. de; BERTON, R. S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES, 1992, Botucatu-SP. **Anais**. Faculdade de Ciências Agronômicas, p. 63 - 122.

CAVALCANTE, L. F.; LUCENA, E. R. Fosfogesso e biofertilizante bovino num solo salino-sódico sobre germinação, crescimento e produção de matéria seca de vigna (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Rev. Tecnologia e Ciência**. João Pessoa, vol.1, 1987.

DORAN, J. W.; PAKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F. & STEWART, B. A.; eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, 1994. (Special publication, 35).

EMBRAPA. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, 80). Documentos, 27. 1993, 188p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro da Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA/SOLOS, 1999.

GALBIATTI, J. A.; BENINCASA, M.; LUCAS JÚNIOR, L. De.; LUI, J. J. **Efeitos de incorporação de efluente de biodigestor sobre alguns parâmetros de sistema solo-água-planta em milho**. Científica. São Paulo: v. 19 p. 105 - 118,1991.

GOMES, P. **Adubos e adubações**. ed: Nobel. 1986, 187 p.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In:

FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Adubação verde no Brasil**. Campinas:

1984. p. 232-267.

JORGE, J.A. Matéria orgânica. In: MONIZ, A. O. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo, USP, 1972. p. 169-178.

JORGE, J.A. **Solo: Manejo e Adubação**. 2a ed. São Paulo: Nobel 1983.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. ed. Ceres, 1985, 492p.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. Boletim Técnico. n. 1, Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1980, 61p.

MELO, F. A. F., BRASIL SOBRINHO, M. O. O.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. 1., COBRANETO, A.; KIEHL, E. J. **Fertilidade do solo**. Piracicaba: Nobel, 1984. 400p.

OLIVEIRA FILHO, J.M de, CARVALHO, M.A de., GUEDES, G.A.A. Matéria orgânica do solo. **Informe Agropecuário**. Minas Cenaz: EPAMIG. v. 13, n.147, 1987, p.22-24.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Normas e técnicas de cultivo. Campinas - SP. Editora Grafimagem, 2000, 11 Op.

PETROBRÁS. **Projeto preservação do solo: adubação orgânica**. Rio de Janeiro: Profértil, Fascículo 8. 1986, 8p.

RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos**.

Washington: USDA, 1954. 172P. (Manual de Agricultura. n 60).

RICHARDS, L. A. Physical condition of water in soil 1. In: Black, C. A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, p. 128 - 152, 1965 (Agronomy, 9).

SANTOS, J.Q. **Fertilizantes: Fundamentos e aspectos práticos de sua aplicação**. Lisboa, ed. Euroagro. 1983, 246p.

SANTOS, J. B. dos. **Estudo das relações nitrogênio, potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. Areia - UFPB/CCA, 2001, 88 p. II.

TOSCANO, B. L. M. **Propriedades do solo e propriedades do milho em função da adubação verde**. Areia - PB: UFPB/CCA, 2001. 46 p. il.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1993. 343p.