



Variação do nitrogênio e fósforo em solo fertirrigado com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura (doi:10.4136/ambi-agua.106)

José Antonio Rodrigues de Souza¹; Débora Astoni Moreira²; Paulo Afonso Ferreira³; Antonio Teixeira de Matos⁴

Departamento de Engenharia Agrícola - UFV
E-mail: {¹jarstec, ²deboraastoni}@yahoo.com.br; {³paf, ⁴atmatos}@ufv.br

RESUMO

No presente trabalho, objetivou-se avaliar a variação da concentração de nitrogênio e fósforo em solos fertirrigados com efluente do tratamento preliminar da água residuária da suinocultura. Tomateiros da variedade Fanny TY foram cultivados em lisímetro de drenagem sob ambiente protegido e fertirrigados com diferentes doses de água residuária da suinocultura filtrada (ARSF) com e sem complementação da adubação da adubação. Os resultados permitiram concluir que: incrementos de ARSF resultaram em aumento na absorção do fósforo pela cultura; em comparação com as condições iniciais, houve acréscimo na concentração de fósforo disponível, sobretudo nas camadas superficiais; e a adição de ARSF resultou em incrementos na concentração do nitrogênio nas camadas superficiais, enquanto a adubação química resultou em maior deslocamento no perfil do solo.

Palavras-chave: alteração química; fertirrigação; água residuária.

Variation of nitrogen and phosphorus in soil fertirrigated with effluent of primary treatment of wastewater from swine

ABSTRACT

This study had the objective of evaluating the variation of nitrogen and phosphorus in soil fertirrigated with effluent of primary treatment of wastewater from swine. Tomatoes of the variety Fanny TY were cultivated in lysimeters of drainage under protected environment and fertirrigated with filtered wastewater from swine (FWS) at different doses with and without application of additional fertilizer. The results showed that: increments in the FWS doses resulted in more abortion of phosphorus; in comparison to the initial conditions, there was increase in the concentration of available phosphorus, specially in the superficial layers; FWS addition resulted in increments in the nitrogen concentration in the superficial layers, while the chemical application of fertilizer resulted in larger displacement in the soil profile.

Keywords: chemical alterations; fertirrigation; wastewater.

1. INTRODUÇÃO

Até a década de 70, os dejetos de suínos não constituíam maiores problemas para os criadores, pois a concentração de animais na propriedade era pequena e os solos tinham capacidade de absorvê-los. No entanto, com a intensificação da produção, para atender a demanda da população por carne suína, a maioria dos produtores passou a adotar o regime de confinamento e, como consequência, aumentou-se o volume de dejetos produzidos por unidade de área, os quais, na maior parte, passaram a ser lançados em curso de água, sem

tratamento prévio, transformando-se em fonte poluidora dos mananciais e fator de risco para a saúde animal e humana.

A capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies de animais. A demanda bioquímica de oxigênio de dejetos de suíno nas fases de gestação e lactação, com peso vivo médio de 196 kg, varia de 170 a 380g dia⁻¹, e a humana oscila de 45 a 75g dia⁻¹ (Perdomo e Lima, 1998).

Cientes da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias nas coleções de água e diante da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente, os suinocultores buscam soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou aproveitar os resíduos.

Embora sejam constatadas vantagens do uso de dejetos de suínos como fertilizante do solo e existam trabalhos que visam conhecer os efeitos químicos da disposição no solo, a maioria não se baseia em critérios agronômicos para o cálculo da lâmina a ser aplicada. Considerando-se que a planta tem participação fundamental na viabilidade técnica e sustentabilidade do sistema de tratamento, objetivou-se, neste trabalho, avaliar as alterações nas concentrações de nitrogênio e fósforo em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cultivado com tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação lisimétrica da Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de setembro de 2007 a maio de 2008.

Foram utilizados 21 lisímetros de drenagem sob ambiente protegido, os quais foram preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico previamente seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 0,004 m de malha, corrigido quanto à acidez, com adição de calcário dolomítico, e homogeneizado, até formação de perfil de 0,60 m. Na Tabela 1, estão apresentadas as características físicas e químicas do solo utilizado no preenchimento dos lisímetros.

Nesses lisímetros foram transplantadas, após formação de quatro folhas definitivas, mudas de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill), híbrido Fanny TY, em covas de 0,15 m de profundidades, no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, totalizando quatro plantas por lisímetro.

Os tomateiros foram conduzidos com haste única, sem poda apical, sem a retirada do primeiro racimo, mantendo-se apenas seis racimos por planta, sendo tutoradas verticalmente com fitilho, iniciando-se o amarrio 10 dias após o transplantio (DAT), conforme recomendado por Guimarães (2004).

Os tratamentos foram constituídos de testemunha (T1-irrigação e adubação recomendada para o tomateiro) e fertirrigação com água residuária da suinocultura fornecendo 100, 150 e 200% da dose de nitrogênio recomendada para o tomateiro sem complementação da adubação (T2, T3 e T4) e com complementação da adubação (T5, T6 e T7), com três repetições.

Tabela 1. Resultados das análises físicas e químicas do solo utilizado no preenchimento dos lisímetros.

Característica	Valor	Característica	Valor
Classe textural	Muito Argilosa	Argila (%)	75
Areia grossa (%)	10	Massa específica do solo (kg dm ⁻³)	0,98
Areia fina (%)	10	Massa específica das partículas (kg dm ⁻³)	2,64
Silte (%)	5	Porosidade total (dm ³ dm ⁻³)	0,63
pH	7,01	H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^d	0,80
P (mg dm ⁻³) ^a	0,90	SB (cmol _c dm ⁻³)	2,64
K (mg dm ⁻³) ^a	9,00	t (cmol _c dm ⁻³)	2,64
Na (mg DM ⁻³) ^a	5,50	T (cmol _c dm ⁻³)	3,44
P-rem (MG dm ⁻³) ^e	11,80	V (%)	76,72
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	2,02	m (%)	0,00
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	0,57	ISNa (%)	0,91
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	0,00	CO (dag kg ⁻¹) ^b	0,52
N _T (mg kg ⁻¹) ^f	817,00	MO (dag kg ⁻¹) ^b	0,90

a - método Mehlich-1; b - método Walkley & Black; c - Método KCl 1 mol L⁻¹; d - método Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹; e - concentração de fósforo em equilíbrio após agitar durante 1h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mmol L⁻¹, contendo 60 mg L⁻¹ de P, na relação 1:10; f - método do ácido salicílico.

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico, em água 1:2,5; P - fósforo disponível; K - potássio trocável; Na - sódio trocável; P-rem - fósforo remanescente; Ca²⁺ - cálcio trocável; Mg²⁺ -magnésio trocável; Al³⁺ - acidez trocável; H+Al - acidez potencial; SB - soma de bases; t -capacidade de troca catiônica efetiva; T - capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - índice de saturação por bases; m - índice de saturação por alumínio; ISNa - índice de saturação por sódio; MO - matéria orgânica, N_T - Nitrogênio total.

As fertirrigações foram realizadas com água residuária da suinocultura (ARS) proveniente do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia da UFV, a qual era conduzida para um tanque de tratamento com tempo de detenção hidráulico médio de 339 h, cujo efluente era submetido a uma sequência de filtragem, passando por duas telas de aço inox de 10 mesh e uma de 25 mesh. A água residuária da suinocultura filtrada (ARSF) era bombeada para o reservatório de água residuária da estação lisimétrica, para serem utilizadas na fertirrigação.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da ARSF, resultantes de avaliações quinzenais, durante o período experimental.

Para o cálculo das lâminas de ARSF, tomou-se o nitrogênio como nutriente referencial, cujas lâminas, necessárias à aplicação das diferentes porcentagens de nitrogênio, foram calculadas por meio da Equação 1, recomendada pela EPA (1981).

$$L_w = \frac{C_p (PR - ET) + 10 U}{(1 - f) C_n - C_p} \quad [1]$$

em que,

L_w = lâmina de aplicação anual, (cm ano⁻¹);

C_p = concentração de nitrogênio na água de percolação, (mg L⁻¹);

PR = precipitação local, (cm ano⁻¹);

ET = evapotranspiração da cultura no local, (cm ano⁻¹);

U = absorção de nitrogênio pela cultura, (kg ha⁻¹ ano⁻¹);

C_n = concentração de nitrogênio na água residuária, (mg L⁻¹); e

f = fração do nitrogênio que é removido por desnitrificação e volatilização, (adimensional).

Nesse método, considerou-se C_p como 10 mg L^{-1} (Brasil, 2005 e COPAM/CERH, 2008), PR-ET nulo (manejo em casa de vegetação e reposição da evapotranspiração), U igual a 400 Kg ha^{-1} (tomateiro cultivado em casa de vegetação, tutorado verticalmente, conforme CFSEMG, 1999), f igual a 20% (Matos, 2007) e C_n obtida em avaliações quinzenais.

A adubação química complementar foi calculada, subtraindo-se dos valores de P e K recomendados por CFSEMG (1999), a quantidade aportada desses nutrientes advindos das diferentes lâminas de ARS aplicadas. Dessa forma, foram adicionados 261,10; 229,80 e 181,4 g cova^{-1} de super-simples e, 49,70; 40, 90 e 32,70 g cova^{-1} de cloreto de potássio, aos solos dos tratamentos 5, 6 e 7, respectivamente. Nos solos submetidos ao tratamento testemunha foram adicionados 100 g cova^{-1} de sulfato de amônio, 375 g cova^{-1} de super-simples e 69 g cova^{-1} de cloreto de potássio.

Tabela 2. Valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da ARSF utilizada na fertirrigação.

Características	Valores	Características	Valores
pH	7,43	K_T (mg L^{-1})	162
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	3.403	Na (mg L^{-1})	40
N_T (mg L^{-1})	480	COT (dag kg^{-1})	0,12
$N\text{-NO}_3^-$ (mg L^{-1})	0,44	MO (dag kg^{-1})	0,20
$N\text{-NH}_4^+$ (mg L^{-1})	0,30	Ca + Mg ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	4,40
Cl (mg L^{-1})	181,40	DBO (mg L^{-1})	89
Alcalinidade (mg L^{-1} de CaCO_3)	1954	DQO (mg L^{-1})	370
P_T (mg L^{-1})	139	RAP ($(\text{mmolL}^{-1})^{-1/2}$)	2,81
ST (mg L^{-1})	1067	RAS ($(\text{mmolL}^{-1})^{-1/2}$)	1,18
SST (mg L^{-1})	126	CT (NMP/100 mL)	$1,34 \times 10^6$
SVT (mg L^{-1})	381	CF (NMP/100 mL)	$4,1 \times 10^5$

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; N_T - nitrogênio total; $N\text{-NO}_3^-$ - nitrogênio na forma nítrica; $N\text{-NH}_4^+$ - nitrogênio na forma amoniacal; Cl - cloreto; P_T - fósforo total; ST - sólidos totais; SST - sólidos em suspensão totais; SVT - sólidos voláteis totais; K_T - potássio total; Na - sódio; COT - carbono orgânico total; MO - matéria orgânica; Ca+Mg - cálcio mais magnésio; DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DQO - demanda química de oxigênio; RAP - razão de adsorção de potássio; RAS - Razão de adsorção de sódio; CT - coliformes totais; CF - coliformes termotolerantes; NMP - número mais provável.

As variáveis meteorológicas, necessárias à determinação da demanda evapotranspirométrica, foram obtidas por meio de estação automática da marca Davis, instaladas dentro da casa de vegetação. A reposição da demanda evapotranspirométrica do tomateiro foi determinada considerando-se a evapotranspiração da cultura (ETc), obtida a partir da multiplicação da evapotranspiração de referência (ET0) pelos coeficientes de cultivo (Kc) do tomateiro sugeridos por Moreira (2002), a porcentagem de área sombreada, o coeficiente de localização proposto por Keller e Bliesner (1990) e a eficiência do sistema de aplicação.

As aplicações da água de irrigação e da fertirrigação foram realizadas por gotejamento, por meio de mangueiras de polietileno de 0,016 m de diâmetro, cujos emissores eram integrados no espaçamento de 0,50 m (um emissor por planta) e apresentavam vazão de $1,90 \text{ L h}^{-1}$ para pressão de serviço de 10 MPa.

As fertirrigações foram realizadas repondo-se 100, 150 e 200% da ETc diária para os tratamentos que recebiam, respectivamente, 100, 150 e 200% do nitrogênio por meio de lâminas de ARSF, disponibilizando-se, assim, os nutrientes na época mais necessária às plantas.

A fertirrigação foi iniciada após transplantio das mudas por meio de aplicações diárias de lâminas de ARS, as quais foram finalizadas aos 68 dias após transplantio (DAT), quando

totalizaram 114,29; 171,43 e 228,58 mm, correspondentes a 100%, 150% e 200% do nitrogênio requerido pela cultura, calculadas pela Equação 1, sendo, após esse período, aplicada apenas água, repondo-se a demanda evapotranspirométrica do tomateiro. Desse modo, conforme observado por Batista (2007), ao se evitar a passagem de água limpa nas linhas de polietileno durante o período de aplicação de ARS, reduz-se a formação de biofilme e o consequente entupimento das gotejadores.

Na Tabela 3, estão apresentadas as características químicas da água utilizada na irrigação das culturas.

Tabela 3. Características químicas da água de irrigação.

pH	CE	DQO	N _T	K _T	Na	Cl	Alc	Ca+Mg	RAS	RAP
	μS cm ⁻¹	-----		mg L ⁻¹	-----		mg L ⁻¹ de CaCO ₃	mmolL ⁻¹	(mmolL ⁻¹) ^{-1/2}	
7,44	70,40	9,80	3,47	2,63	3,83	1,00	26,00	0,58	0,31	0,13

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; DQO - demanda química de oxigênio, N_T - nitrogênio total; K_T - potássio total; Na - sódio; Cl - cloreto; Alc - alcalinidade total, Ca+Mg - cálcio mais magnésio, RAS - relação de adsorção de sódio; RAP - relação de adsorção de potássio.

Por ocasião do transplantio (0 DAT), metade (60 DAT) e final (120 DAT) do ciclo do tomateiro, amostras de solo foram coletadas, com auxílio de um trado tipo holandês, a uma distância de 0,10 m do caule de uma planta, em cada lisímetro, nas faixas de profundidades 0,18-0,22; 0,38-0,42 e 0,56-0,60 m. Essas amostras foram identificadas e enviadas aos Laboratórios de Fertilidade do Solo e Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos da UFV, para análises, segundo metodologias descritas em EMBRAPA (1997), da CEes, do fósforo (P) e nitrogênio total.

O experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos, nas subparcelas as profundidades no solo e nas subsubparcelas os tempos de avaliações, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de médias e análise de regressão. Na análise de variância, empregou-se o teste F em até 5% de probabilidade. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As equações de regressão foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão, aplicando-se o teste t em até 15%, no coeficiente de determinação e no processo em estudo. As análises estatísticas foram realizadas, empregando-se o software SAEG 7.1 (Ribeiro Júnior, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Finalizadas as aplicações das lâminas de ARS, aos 68 DAT, foram aplicadas lâminas de água de irrigação que totalizaram 97 mm, enquanto a ET_c do período foi de 211,62 mm. Verificou-se que, mesmo aplicando-se 200% da ET_c diária, as lâminas diárias aplicadas não foram suficientes para produzir efluentes nos lisímetros, garantindo que todo ARSF estava disponível às plantas.

Na Figura 1, está apresentada a variação do fósforo disponível com a profundidade e o tempo, nos solos submetidos aos diferentes tratamentos. Pode-se observar que a concentração de fósforo apresentou relação linear negativa com a profundidade e quadrático com o tempo, a exceção dos solos submetidos aos tratamentos 1, 2 e 5, cuja relação foi linear positiva. Observa-se, ainda, que em comparação com as condições iniciais, houve acréscimo na concentração de fósforo disponível, sobretudo nas camadas superficiais.

Segundo Scaloppi e Baptistella (1986) e Ceretta et al. (2005), baixas concentrações de fósforo disponível nas camadas inferiores devem-se à baixa mobilidade desse nutriente no solo, sendo, provavelmente, este adsorvido pelas partículas do solo, absorvido pelas plantas e

o restante precipitado. Para Tomé Jr (1997), o teor de fósforo disponível tende, normalmente, a diminuir com a profundidade, acompanhando o teor de matéria orgânica do solo.

A aplicação de lâminas diárias de ARSF no período correspondente do transplântio até 68 DAT e sua supressão após esse período foi, provavelmente, responsável pelo efeito quadrático no tempo, enquanto o comportamento linear positivo, observado nos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, pode ter sido consequência dos sintomas de viroses apresentados pelos tomateiros cultivados nesses solos, que prejudicaram seu desenvolvimento e produção e, conseqüentemente, menor absorção desse nutriente.

Chateaubriand (1988), estudando os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de ARS em solo cultivado com milho, e King et al. (1985), Motavalli e Miles (2002), Ceretta et al. (2003), Queiroz et al. (2004), Oliveira (2006) e Berwanger (2006), em solos cultivados com forrageiras, também observaram acréscimos na concentração de fósforo disponível nas camadas superficiais, obtendo maiores valores, quando se aplicaram as maiores lâminas.

Ao final do período experimental, na profundidade de 0,10 m, foram observadas reduções nas concentrações de fósforo disponível em relação à testemunha, tendo sido obtidas reduções de 10,85; 30,98; 17,05; 54,20 e 59,20% nos solos submetidos aos tratamentos 2, 3, 4, 6 e 7, respectivamente, e acréscimo de 25,63% nos solos submetidos ao tratamento 5. Assim, à exceção dos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, em virtude dos sintomas de doenças, observou-se que maiores lâminas de ARSF proporcionaram incrementos na absorção do fósforo pela cultura, que foram intensificadas pelo balanceamento dos nutrientes com a complementação da adubação.

Em relação às classes de interpretação da disponibilidade de fósforo sugerida por CFSEMG (1999), antes do período experimental, o solo de todas as parcelas experimentais apresentavam muito baixa disponibilidade de fósforo e, após esse período, na profundidade 0,10 m, os solos apresentaram baixa (tratamentos 6 e 7), média (tratamento 3), boa (tratamentos 1, 2 e 4) e muito boa (tratamento 5) disponibilidade de fósforo.

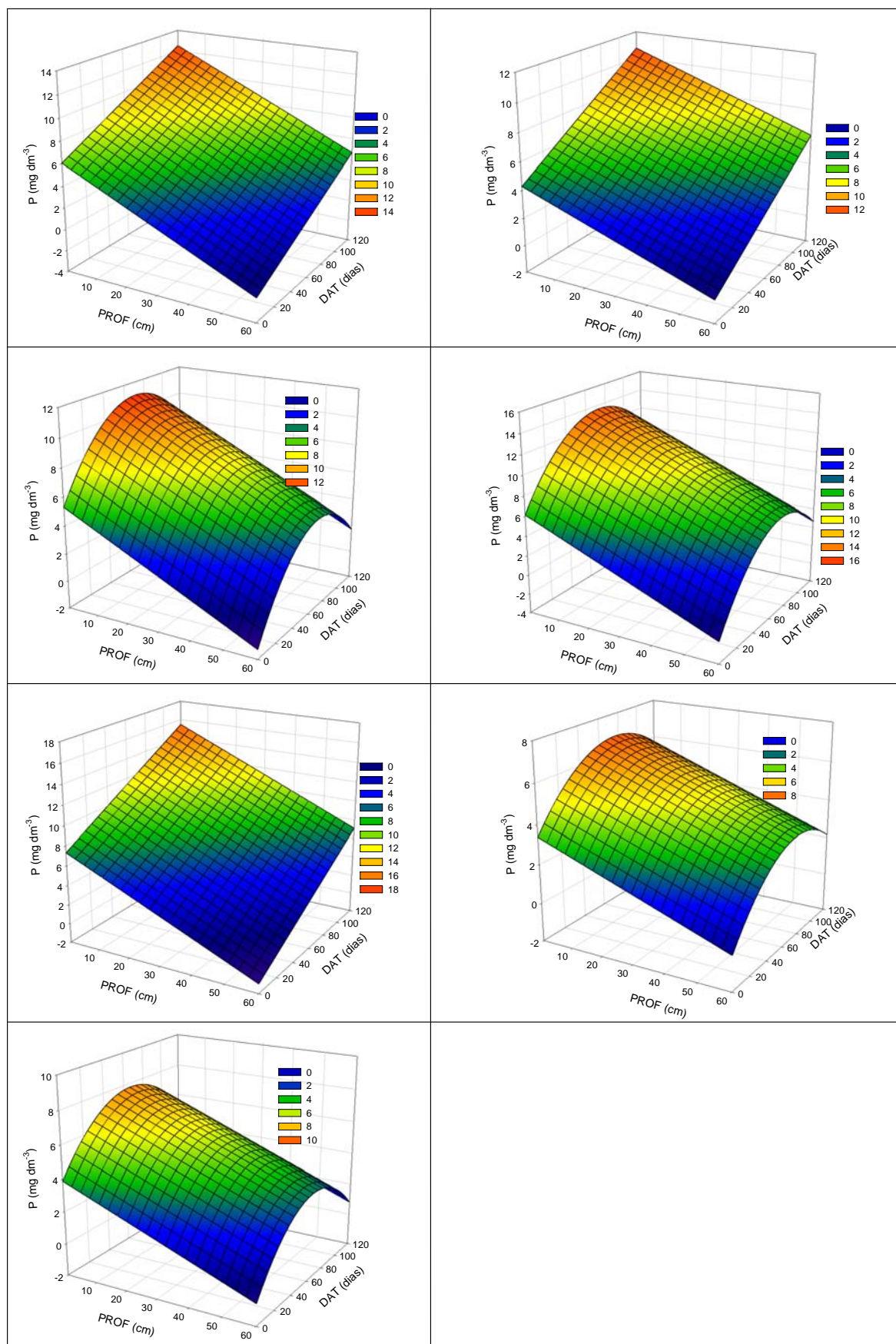


Figura 1. Variação na concentração de P disponível no perfil do solo, em função da profundidade (PROF) e dias após o transplante (DAT), nos solos submetidos aos tratamentos 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E), 6 (F) e 7(G).

Na Figura 2, está apresentada a variação da concentração de nitrogênio total com a profundidade do solo e o tempo. Pode se observar que, nos solos dos tratamentos que receberam aplicação de ARSF, a concentração de nitrogênio apresentou relação linear negativa com a profundidade e quadrática com o tempo, à exceção dos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, cuja relação foi linear positiva. Já, para o solo submetido ao tratamento 1, observou-se relação quadrática com a profundidade e linear positiva com o tempo.

A predominância da forma orgânica do nitrogênio (99%), adicionado aos tratamentos por meio da aplicação de ARSF, foi, provavelmente, responsável pelo aumento na concentração deste nutriente nas camadas superficiais, enquanto o efeito quadrático no tempo pode estar relacionado com a aplicação ARSF até 68 DAT e sua supressão após esse período.

O comportamento linear positivo no tempo, observados nos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, provavelmente estão relacionados com os sintomas de virose apresentados pelos tomateiros cultivados nesses lisímetros, que resultaram em menor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, menores crescimentos, produção de matéria seca, menor concentração do nutriente nos frutos e menores produções.

Nos solos submetidos ao tratamento 1, a adição de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio, sabidamente de grande mobilidade no solo, a calagem realizada e a aplicação de lâminas de irrigação, podem ter sido responsáveis pelo efeito quadrático observado com a profundidade no perfil do solo, favorecendo o deslocamento do NH_4^+ e NO_3^- . A variação no tempo deve-se, provavelmente, à aplicação parcelada do nitrogênio, conforme recomendações para a cultura do tomate sugeridas por CFSEMG (1999).

Ceretta et al. (2003), analisando alterações devido à aplicação de ARS em solo cultivado com pastagem natural e, Dal Bosco et al. (2008), aplicando ARS em solo agricultável, por oito anos consecutivos, também observaram baixa mobilidade do nitrogênio no perfil do solo, obtendo maiores valores nas camadas superficiais, incrementadas com adição de ARS.

Pode-se observar, ainda, que os valores máximos da concentração de nitrogênio no solo, no solo receptores de ARSF, ocorreram nas camadas superiores, após aplicação da totalidade das lâminas, exceção ocorreu no caso dos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, nos quais os valores máximos ocorreram no final do período experimental. Nos solos submetidos ao tratamento 1, o valor máximo também ocorreu ao final do período experimental, porém, nas camadas inferiores, indicando maior propensão à contaminação do lençol freático.

No final do período experimental, verificou-se que, em relação às condições iniciais, na profundidade de 0,10 m, ocorreram incrementos na concentração de nitrogênio de 11,00; 36,17; 13,83; 26,00; 27,21; 4,41 e 9,77%, nos solos submetidos aos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente. Assim, pode-se observar que, à exceção dos solos submetidos aos tratamentos 2 e 5, maiores lâminas de ARSF proporcionaram maiores incrementos na concentração de nitrogênio no solo, sendo menores os valores quando realizada a adubação complementar que, devido ao balanceamento dos nutrientes, favoreceram maior absorção pela cultura.

Segundo Lopes (1998), um dos problemas na adubação das culturas é o uso não balanceado do nitrogênio e do potássio, o que compromete, sobremaneira, a produção agrícola.

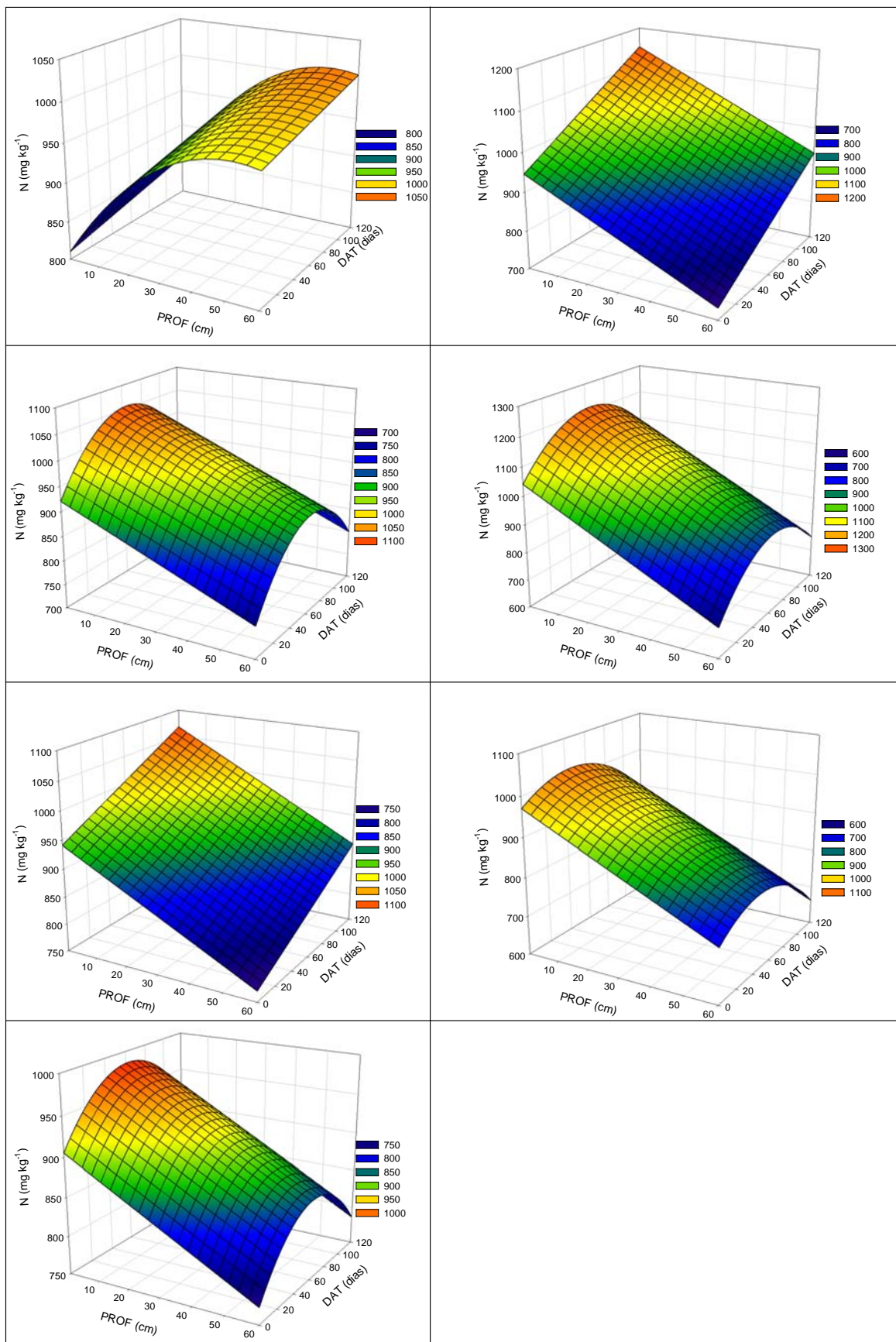


Figura 2. Variação na concentração de N no perfil, em função da profundidade (PROF) e dias após o transplante (DAT), nos solos submetidos aos tratamentos 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E), 6 (F) e 7(G).

4. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento e de acordo com os resultados, concluiu-se que: (a) em comparação com as condições iniciais, houve acréscimo na concentração de fósforo disponível, sobretudo nas camadas superficiais. Incrementos nas lâminas de água residuária da suinocultura filtrada (ARSF) resultaram em aumento na absorção do fósforo pela cultura, que foi intensificado com adequado balanceamento dos nutrientes proporcionado pela complementação da adubação química; (b) a adição de ARSF resultou em incrementos na concentração do nitrogênio nas camadas superficiais, enquanto a adubação química resultou em maior deslocamento no perfil do solo; (c) maiores absorções do nitrogênio ocorreram quando foi feito o balanceamento dos nutrientes, pela complementação da adubação, no solo.

5. REFERÊNCIAS

- BATISTA, R. O. **Desempenho de sistema de irrigação por gotejamento utilizado na aplicação de água residuária de suinocultura**. 2007. 146f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria, SC. 2006. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>>. Acesso em: 04 out. 2008.
- CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; HERBES, M. G.; MOREIRA, I. C. L.; BERWANGER, A. L. Dejetos líquidos de suínos: I – perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1296-1304, 2005.
- CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, L. A. R. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.) Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.
- CHATEAUBRIAND, A. D. **Efeito de dejetos de suínos, aplicados na irrigação por sulco, na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 1988. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Variação do nitrogênio e fósforo em solo fertirrigado com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 111-122, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.106)

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL/CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – COPAM/CERH (2008). **Deliberação Normativa nº 01 de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e da outras providências. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

DAL BOSCO, T. C.; SAMPAIO, S. C.; IOST, C.; SILVA, L. N.; CARNELLOSI, C. F.; EBERT, D. C.; SCHREINER, J. S. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola – estudo de caso. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 139-144, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 247p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Process design manual – land treatment of municipal wastewater**. Washington, D.C.: Department of the Interior, 1981. 625p.

GUIMARÃES, M. A. **Influência da poda apical e da posição do cacho do tomateiro no crescimento da planta e na qualidade dos frutos**. 2004. 93f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.

KING, L. D. et al. Swine lagoon effluent applied to ‘Coastal’ Bermudagrass: II. Effects on soil. **Journal of Environmental Quality**, v. 14, n.1, p. 14-21, 1985.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1998.

MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 142 p. (Caderno didático, 38).

MONTAVALLI, P. P.; MILES, R. J. Soil phosphorus fractions alter 111 years of animal manure and fertilizer applications. **Biologic Fertility Soils**, v. 36, p. 35-42, 2002.

MOREIRA, H. M. **Desempenho de métodos de manejo de irrigação para a cultura do tomateiro cultivado em campo e em casa de vegetação**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

OLIVEIRA, W. **Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da *Brachiária Decumbens* e Grama Estrela *Cynodom Plectostachyum***. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1998. p. 209-235.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Variação do nitrogênio e fósforo em solo fertirrigado com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 111-122, 2009. ([doi:10.4136/ambi-agua.106](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.106))

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, 2004.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SCALOPI, E. J.; BAPTISTELA, J. R. Considerações sobre aplicação de efluentes ao solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: ABID, 1986. p.1049-1066.

TOMÉ JR, J. B. **Manual para a interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.