

MINERALIZAÇÃO DE ENXOFRE E BORO DE ESTERCOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE E DO TEMPO DE INCORPORAÇÃO SOB IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO

Graciene de Souza SILVA (1); Janiclécia Santos LIMA (2); Silvana Barbosa do NASCIMENTO (3) Maria do Socorro Conceição de FREITAS (4) Cícero Antônio de Sousa ARAÚJO (4)

- (1) Técnica do Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano- IF Sertão –PE, gracy_n10@hotmail.com;
- (2) Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Fruticultura Irrigada do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano- IF Sertão –PE, jani_ubenje@hotmail.com;
- (3) Estudante do Curso de Agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano- IF Sertão –PE, silvanna-barbosa@hotmail.com ;
- (4) Professores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano- IF Sertão –PE, maisfreitas@ig.com.br; cicero.araujo@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO:

Os esterco podem ser utilizados como fonte de nutrientes nos agrossistemas. Este trabalho foi conduzido no campo experimental do IF - Sertão Pernambucano, Petrolina, com objetivo de estudar a mineralização de enxofre e de boro em esterco, quando incorporados a diferentes profundidades, ao longo do tempo. Os tratamentos resultantes da combinação de dois esterco (caprino e bovino) com quatro profundidades (0 – 10; 10 – 20; 20 – 30 e 30 – 40 cm), e com cinco tempos de incorporação (30; 60; 90; 120 e 210 dias), foram dispostos em blocos casualizados, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de 20 g de esterco seco à estufa a 65° C, por 48 horas, e acondicionadas em sacolas de náilon. Ao término de cada tratamento, as sacolas foram coletadas, o esterco foi recolhido seco à estufa à 65° C e analisado. O esterco bovino apresentou o maior teor de S e quantidade mineralizada de B e S. O teor e a quantidade mineralizada de B e S variaram com a profundidade de incorporação, sendo que as menores médias de teores e as maiores quantidades mineralizadas desses elementos ocorreram nas camadas superficiais. Verificou-se que no esterco caprino o teor de S aumenta nos primeiros 120 dias, período em que se inicia a mineralização, no esterco bovino a mineralização de S ocorre nos primeiros 120 dias; o teor de B no esterco bovino aumentou nos primeiros 120 dias e a quantidade mineralizada foi crescente durante todo o intervalo experimental. Não houve modelo ajustado ao tempo para o teor e a quantidade mineralizada de B no esterco caprino.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes; manejo ecológico; adubação orgânica.

1 INTRODUÇÃO

A Fruticultura Irrigada tem possibilitado expressivo desenvolvimento econômico na região do Vale do São Francisco, agregando crescimento a outros setores ligados direto ou indiretamente à sua cadeia produtiva. Contudo a adoção de práticas de manejo convencional ao longo dos anos, como aplicações de fertilizantes, uso irracional da irrigação e mecanização intensiva, tem promovido a degradação das terras agricultáveis nessa região. Nesse sentido ações de pesquisas que busquem a adoção de tecnologias e de práticas de manejo que priorizem a qualidade do solo e a capacidade produtiva do agrossistema, são fundamentais à sustentabilidade da fruticultura nessa região.

Uma das práticas capazes de manter, em nível satisfatório, a qualidade do solo e do sistema de produção agrícola é o uso de resíduos orgânicos de origem vegetal e animal que, atuam como condicionadores do solo, melhorando sua estrutura, e outras propriedades físicas como: a densidade, a porosidade, e, a retenção de

água, (SEGUEL et al., 2003), além de contribuir com inúmeros processos biológicos; ciclagem de nutrientes; e melhoria nos atributos químicos do solo.

A decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos liberam nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas a exemplo do enxofre (S) e Boro (B). Esses elementos exercem papel fundamental no desenvolvimento das plantas. Em frutíferas o B é essencial para o processo de florescimento (BASTOS, 2004), e desempenha função na migração e metabolismo de carboidratos (MALAVOLTA et al., 1997). O S é requerido pelas plantas para síntese de proteínas, sendo essencial ao metabolismo e ciclo vital dos vegetais (FERNANDES, 2007). Entretanto, estudos no Submédio São Francisco sobre a taxa de decomposição e liberação de nutrientes por parte dos resíduos orgânicos utilizados são escassos, principalmente sobre a decomposição e mineralização de esterco caprino e bovino, principais fontes de matéria orgânica utilizada nessa região. Dessa forma a recomendação de adubação no Submédio São Francisco, mesmo quando se aplica esterco em quantidade considerável, não levam em consideração os nutrientes que serão disponibilizados pelo esterco aplicado por falta de estudos que determinem a quantidade mineralizada desses nutrientes em função do tempo, na condição de cultivo local. Isso limita o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

A decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos aportados ao solo dependem de fatores tais como: condições edafoclimáticas, atuação dos organismos decompositores, características inerentes ao material que determinam seu tempo de persistência no solo (AITA e GIACOMINI, 2003; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; CORREIA e ANDRADE, 2008), e profundidade de incorporação dos resíduos (SOLTO et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi estudar a mineralização de enxofre e de boro em dois esterco (bovino e caprino), quando incorporados a diferentes profundidades, ao longo do tempo, sob irrigação por microaspersão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A decomposição de resíduos orgânicos adicionados ao solo é um processo complexo, sendo influenciada por diversos fatores, como a natureza dos decompositores (animais e microrganismos), das características da matéria orgânica a qual determina a sua capacidade de degradar; e o ambiente físico-químico, condições micro e macroclimática (umidade, temperatura, pH e aeração do solo) (AITA e GIACOMINI, 2003; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; NOVAIS, 2007; CORREIA e ANDRADE, 2008).

Os resíduos possuem características próprias, quanto à constituição química e seu arranjo, demandando diferentes processos de decomposição. Em função da maior ou menor quantidade de certos componentes, o resíduo degrada mais lentamente ou mais rapidamente, por exemplo, materiais ricos em açúcares, proteínas, amidos e celulose são decompostos em menos tempo do que aqueles ricos em materiais recalcitrantes como as ligninas, materiais de alta relação C/N, de elevado peso molecular, de alta estabilidade e resistente ao ataque de microrganismos, (SOUZA, 1989, MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

De forma geral, a qualidade química dos resíduos orgânicos tem sido predita por meio do conteúdo de N; P; relação C/N; hemiceluloses; celulosas; ligninas e polifenóis, contudo nem sempre esses indicadores, possuem capacidade preditiva do processo de decomposição. O esterco bovino, por exemplo, embora apresente relação C/N maior que o esterco caprino, em vários estudos já realizados, apresenta uma maior taxa de decomposição, o que pode ser atribuído a sua estrutura que facilita o ataque de microrganismos, enquanto os esterco caprino e ovino, por possuírem uma espécie de membrana que os revestem e os tornam duros quando excretados, possuem uma maior resistência à decomposição (PETERSEN et al., 1998).

Esse et al. (2001), ao avaliarem a liberação de nutrientes em esterco caprino e bovino, verificaram que a mineralização variou com a composição do esterco, tais como lignina e polifenóis. No estudo desses autores o esterco caprino liberou grandes quantidades de N e K, já para a quantidade de P liberada não houve diferença entre os esterco avaliados.

Além da qualidade do resíduo orgânico, as condições do meio como, profundidade, temperatura e umidade do solo podem influenciar a atividade microbiana, da qual depende a decomposição e mineralização da matéria orgânica. Em estudos realizados por Solto et al. (1997), avaliando a decomposição da serrapilheira e da celulose em diferentes profundidades, verificaram que houve uma maior taxa de decomposição à medida

que aumentou a profundidade. Uma vez que as camadas mais profundas favoreceram a umidade e presença de organismos, enquanto as camadas mais superficiais sujeitas a altas temperaturas e a evaporação da água contribuíram para redução da população de organismos decompositores.

O tempo de incorporação também exerce importante papel na decomposição dos resíduos orgânicos. Solto et. al. (2005), analisando o efeito do tempo sobre a decomposição de diferentes esterco verificaram, que essa foi lenta nos trinta dias iniciais, permanecendo ainda nas sacolas de náilon cerca de 95 % do peso inicial dos esterco e que até 90 dias da disposição dos esterco no solo, houve maior taxa de decomposição do esterco bovino, tendo 28 % do esterco sido decomposto. Estudos realizados por Esse et al. (2001) com esterco bovino, caprino e ovino, em solos, arenosos erodidos na Nigéria, África, constataram que em 20 semanas mais de 50 % da matéria orgânica proveniente destes resíduos desapareceu, confirmando a influencia do tempo de incorporação na decomposição de resíduos orgânicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área de uva de mesa do Campo Experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IF Sertão PE, situada na BR235, km 22, Zona Rural da cidade de Petrolina (9° 9' Sul, 40° Oeste região e 365,5 m de altitude). O clima da região, conforme a classificação de Koppen, é do tipo BSw'h semiárido quente, com precipitação volumétrica anual inferior a 800 mm. A temperatura média anual de 27° C e a transpiração variando entre 2700 a 3000 mm anuais (CODEVASF, 2006). O solo do campo experimental é classificado como um Neossolo Litólico, de textura Areia franca.

Os tratamentos resultaram da combinação de dois esterco: caprino (E1) e bovino (E2), com quatro profundidades de incorporação: 0-10 cm (P1), 10-20 cm (P2), 20-30 cm (P3), 30-40 cm (P4) e cinco tempos: 30, 60, 90, 120 e 210 dias, foram distribuídas em blocos ao acaso e repetidos três vezes. As unidades experimentais foram constituídas de 20 g de esterco, seco à estufa por 48 horas numa temperatura de 65 °C, acondicionadas em sacolas de náilon conforme SOLTO et al. (2005).

Ao término de cada tratamento, as sacolas de náilon foram coletadas, o esterco foi recolhido, com auxílio de um pincel de cerdas flexível, e seco à estufa a temperatura de 65 °C, por 48 horas, para a retirada da umidade contida nas amostras, em seguida as amostras foram pesadas separadamente quantificando-se a massa remanescente, que foi acondicionada para posterior análise dos teores de B e S.

As análises dos esterco foram realizadas no laboratório da EMBRAPA SEMIÁRIDO de acordo com os métodos descritos por Nogueira et al. (2005), o S foi analisado pela técnica da decomposição por via úmida onde as amostras foram solubilizadas com a mistura de ácido nítrico e perclórico (2/1) seguindo-se da determinação do teor deste elemento, por turbidimetria. Já a determinação de B foi feita em resíduo inorgânico na forma de cinza solúvel, obtido por via seca, solubilizado em solução diluída de HCl, por colorimetria com Azometina -H.

A partir dos teores de nutrientes, foi calculada a quantidade mineralizada dos elementos supra citados (M) pela seguinte fórmula:

$$M = (M_{ni} \times 20) - (M_{nf} \times M_f) \quad [Eq. 01]$$

Onde:

M = quantidade mineralizada, em g;

M_{ni} e M_{nf} = teor de nutriente inicial e final presente no esterco, em g.g⁻¹;

M_f = massa do esterco remanescente, em g.

Os teores e as quantidades de B e S foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5 %. Os graus de liberdade dos fatores de estudo qualitativos, que apresentaram significância teste F, foram submetidos ao teste de Tukey a 5 %. Os graus de liberdade para tempo foram desdobrados em análise de regressão, sendo os modelos escolhidos em função do maior coeficiente de determinação ajustado.

4 RESULTADOS DISCUSSÃO

4.1. Enxofre (S)

Verificou-se efeito significativo, pelo Teste F ($p < 0,1\%$), apenas dos fatores esterco, profundidade e tempo sobre o teor e a quantidade mineralizada de enxofre.

Os teores médios de S nos esterco caprino e bovino, 2,12 e 2,36 g kg⁻¹, respectivamente, foram superiores ao teor inicial encontrado nos dois esterco, que era de 1,88 g kg⁻¹ no esterco caprino e de 2,31 g kg⁻¹ no bovino, revelando a ocorrência de imobilização desse elemento. A quantidade mineralizada de S do esterco bovino (0,0175 g) foi superior a do esterco caprino (0,0097 g), revelando que os esterco foram influenciados de formas diferentes pela atividade microbiana, possivelmente em função de suas estruturas física e composição química. Petersen et al. (1998) afirmaram que a estrutura dos esterco influencia a magnitude e a direção da atividade microbiana e que os esterco caprino, por possuírem uma espécie de membrana que os revestem e torna-os duros quando excretados, possuem uma maior resistência à decomposição, e conseqüentemente a liberação de nutrientes.

O teor e a quantidade mineralizada de S foram influenciados pela profundidade de incorporação. Os menores teores de S foram registrados nas profundidades de 0-10 e de 10-20 cm que não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% (Tabela 1). Os maiores teores de S nas camadas de 20-30 e de 30-40 cm não diferiram entre si mais foram significativamente superiores ao da camada de 0-10 cm. Contrário ao teor de S a quantidade mineralizada diminuiu com a profundidade de incorporação, sendo maior nas camadas de 0-10, 10-20 e de 20-30 cm, que mineralizaram 0,0153, 0,0151, 0,0139 g de S, respectivamente, e não diferiram entre si, do que na camada de 30-40 cm (0,0099 g).

Resultados semelhantes foram encontrados por Thönnissen et al. (2000) que verificaram que a decomposição e a liberação de nutrientes variam também com o local de disposições dos resíduos, pois as condições de umidade, temperatura e aeração, podem variar a medida que se aumenta ou diminui a profundidade

Em condições de irrigação por microaspersão o constante suprimento de água às camadas superficiais quando combinadas com as altas temperaturas, existentes nas condições do Submédio São Francisco, pode ter favorecido o aumento da população microbiana, e facilitado a degradação dos esterco, culminando dessa forma com uma mais rápida liberação do S, nas camadas mais superficiais. Solto et al (1997) ao avaliarem a decomposição da serrapilheira verificaram que em camadas mais profundas houve uma maior decomposição da serrapilheira, contudo seu trabalho foi realizado em condições sem irrigação, e dessa forma as camadas mais superficiais sujeitas a altas temperaturas e a evaporação da água contribuíram para redução da população de organismos decompositores.

Tabela 1 Médias do teor e da quantidade mineralizada de S e de B de esterco (caprino e bovino), em função da profundidade de incorporação sob irrigação por microaspersão.

| Profundidade (cm) | Teor (g kg ⁻¹) | | Quantidade mineralizada (g) | |
|-------------------|----------------------------|------------|-----------------------------|-----------|
| | Enxofre | Boro | Enxofre | Boro |
| 0-10 | 1,9350 C | 14,3017 C | 0,0153 A | 2,1025 A |
| 10 -20 | 2,1523 BC | 15,6450 BC | 0,0151 A | 2,2718 A |
| 20 -30 | 2,3480 AB | 18,8723 B | 0,0139 A | 1,3688 AB |
| 30- 40 | 2,5460 A | 23,8940 A | 0,0099 B | 0,0429 B |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação ao tempo de incorporação verificou-se que o teor de S no esterco caprino aumentou nos primeiros 120 dias de incorporação, revelando uma imobilização, decrescendo a partir daí quando se inicia a mineralização, testemunhada pelo aumento da quantidade de S mineralizada (Figura 1). No esterco bovino o teor de S não variou com o tempo de incorporação. Já a quantidade de S mineralizada aumentou nos primeiros 120 dias, decrescendo a partir daí (Figura1). Esse resultado pode está associado a perda de componentes solúveis como açúcares, proteínas e aminoácidos, que são degradados rapidamente pela biomassa decompositora, restando componentes mais recalcitrantes que se decompõem a uma taxa mais

lenta (WIEDER E LANG, 1982), como também a estrutura do esterco bovino que facilita uma mais rápida taxa de decomposição em relação ao caprino

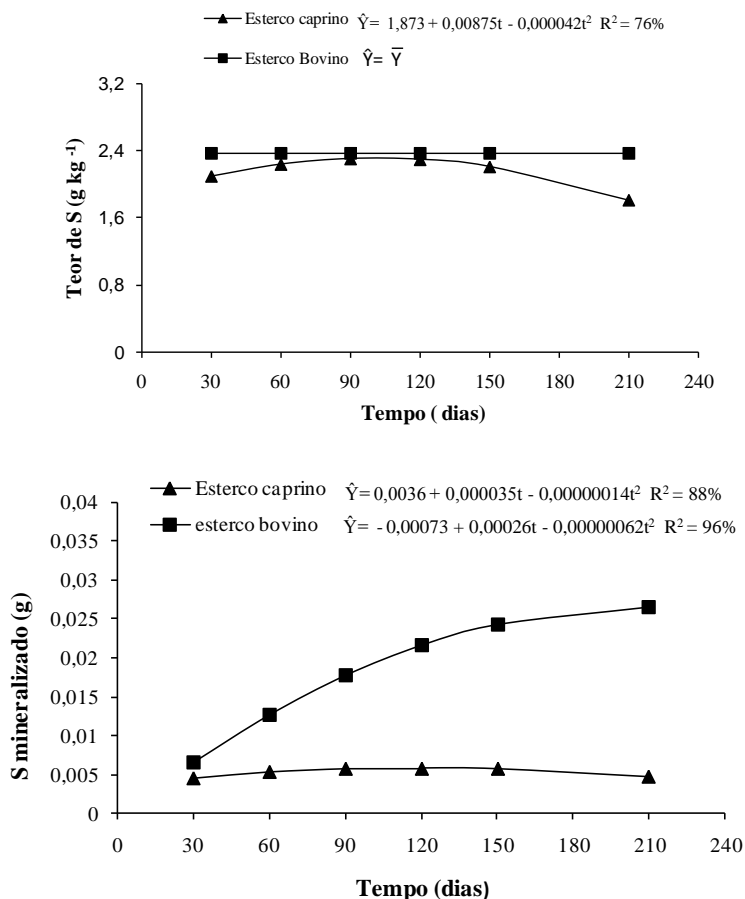


Figura 1. Teor e quantidade mineralizada de enxofre (S) nos esterco caprino e bovino em função do tempo de incorporação (dias) sob irrigação por microaspersão

4.2. Boro (B)

Observou-se, pelo Teste F, efeito significativo dos fatores esterco, profundidade e tempo ($p < 0,1\%$), sobre o teor e a quantidade mineralizada de B e apenas da interação esterco x tempo sobre o teor de B ($p < 5\%$) (Tabela 1).

Os teores de S nos esterco bovino e caprino, $14,80 \text{ mg kg}^{-1}$ e $21,55 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente, foram menores que os teores verificados na caracterização, que foi de 287 mg kg^{-1} no esterco bovino e de 220 mg kg^{-1} no caprino, o que permite aventar a hipótese de que o B é rapidamente liberado dos esterco. A quantidade mineralizada de B no esterco bovino ($2,99 \text{ g}$) foi superior a do caprino ($-0,058 \text{ g}$) revelando a ocorrência de imobilização desse nutriente nesse esterco.

O teor e a quantidade mineralizada de B variou com a profundidade de incorporação, pelo Teste de Tukey a 5% (Tabela 1), semelhante ao ocorrido com o teor e a quantidade mineralizada de S. As menores médias do teor de B foi registrada na camada de 0-10 cm ($14,3017 \text{ mg kg}^{-1}$), contudo não deferindo da profundidade de 10 -20 cm. Para a quantidade mineralizada de B, verificou-se que as maiores médias foram nas camadas de 0-10; 10 -20 e 20-30 cm (Tabela 1). Esse resultado corrobora com a idéia de que em condições de irrigação o constante suprimento de água às camadas superficiais, favorece a degradação dos esterco e a liberação de nutrientes.

Em relação ao tempo não houve modelo ajustado para o teor e a quantidade de B mineralizada no esterco caprino, já para o esterco bovino houve um aumento no teor de B nos primeiros 120 dias, logo após esse

período o teor começou a decrescer, nesse mesmo esterco a quantidade mineralizada de B foi crescente em todo o intervalo experimental, atingindo ao sétimo mês uma mineralização de 3,911 g.

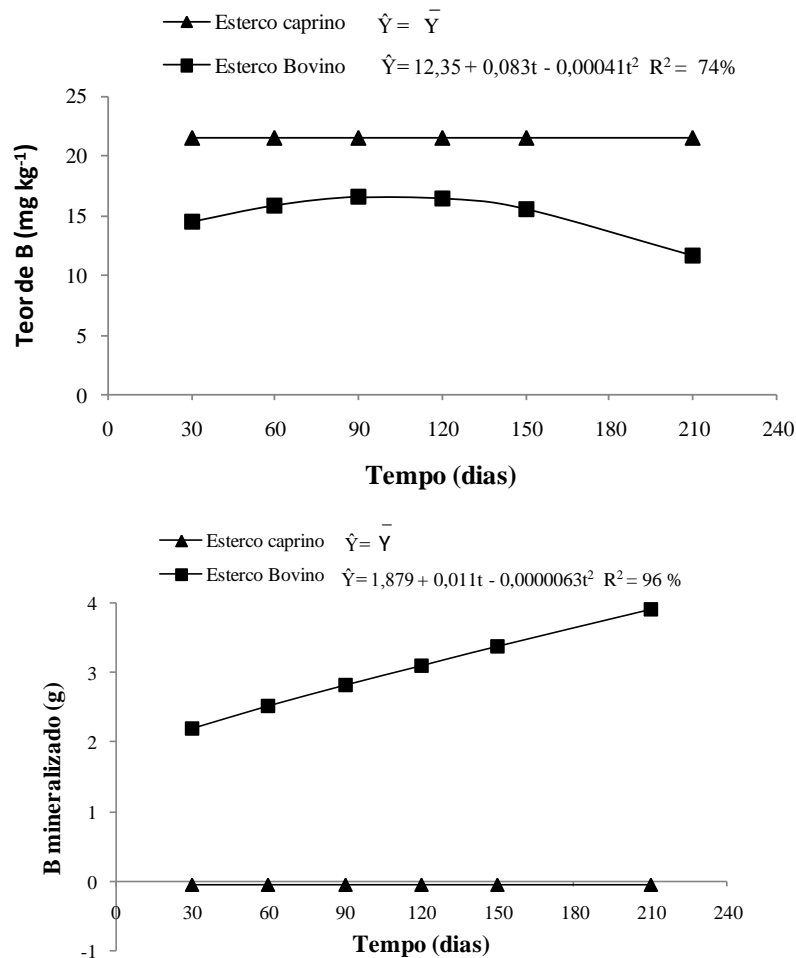


Figura 2 Teor e quantidade mineralizada de boro B nos esterco caprino e bovino em função do tempo (dias) sob irrigação por microaspersão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o estudo foi realizado concluiu-se que:

1. Existe diferença entre o teor e a quantidade mineralizada de S e B entre os esterco;
2. A profundidade de incorporação influencia o teor e a quantidade mineralizada de B e S pelos esterco bovino e caprino;
3. O tempo de incorporação afeta o teor e a mineralização de B e S
4. No esterco caprino o teor de S aumenta nos primeiros 120 dias e a mineralização só ocorre após esse período;
5. No esterco bovino a mineralização de S ocorre nos primeiros 120 dias

6 REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 601- 612, 2003.
- BASTOS, A. R.R. & CARVALHO, de J.G. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas, e seu papel na parede celular, **Rev. Univ. Rural**, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n.2, Jul.-Dez., 2004. 47-66p.,
- CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paranaíba. Vale do São Francisco: regiões fisiográficas, 2006. Disponível em < <http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/recus/submedio-sao-francisco>>.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A. et al. [Eds.]. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 137 – 170.
- ESSE, P.C. Decomposition of and nutrient release from ruminant manure on acid sandy soils in the Sahelian zone of Niger, West Africa. **Agric. Ecosys. Environ.** 83:55-63, 2001.
- FERNANDES, M.B; FREIRE, F.J & COSTA, F.G.B. Gesso mineral como fonte de enxofre para cana-de-açúcar, **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v.20, n.4 outubro/dezembro 2007, p.101-109.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas** – princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 1997.319p.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos no solo. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006. p. 213 -220.
- NOGUEIRA, A. R. A. et al. Tecido vegetal. In: NOGUEIRA, Ana Rita A.; SOUZA, Gilberto B. de. **Manual de Laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p: 139-175.
- NOVAIS, R. F., ET AL. **Fertilidade do Solo**, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa Minas Gerais, 2007.p.596.
- PETERSEN, S.O.; LIND, A.M. & SOMMER, S.G. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. **J. Agric. Sci.**, 130:69-79, 1998.
- SEGUEL, S. et al. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. **Agric. Téc.**, jul. 2003, vol 63, no.3, p.287-297. ISSN 0365-2807.
- SOUZA, L.D. N. **Adubação Orgânica**. Minas Gerais: Tecnoprint S.A, 1989.
- SOLTO, P.C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, jan./fev. 2005, vol.29, no.1, p.125-130. ISSN 0100-0683.
- SOLTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. & ARRIEL, E.F. Decomposição da celulose e da serrapilheira em área de caatinga no município de Patos (PB) In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 5. João Pessoa, 1997. **Resumos**. João Pessoa: UFPB. 1997. p.128.
- THÖNNISSEN, C. ; MIDMORE, D.j.; LADHA, J. K.; OLK, D. C.; SCHMIDHALTER, U. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. **Agronomy Journal**, 92, 253-260, 2000.
- WIDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecological Society of America**, v.63, p. 1636-1642, 1982.

