

MINERALIZAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO DE ESTERCOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE E DO TEMPO DE INCORPORAÇÃO

Maria do socorro conceição de FREITAS (1); Cícero Antônio de Souza ARAÚJO (2); Davi José SILVA (3).

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina (Bolsista FACEPE/CNPq), Rua “E” nº 13, Areia Branca, 56328 - 350– Petrolina – PE, telefone: (87) 38647960, e-mail: maisfreitas@ig.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina, e-mail: cicero@cefetpet.br

(3) Embrapa Semi-Árido, e-mail: davi@cpatsa.embrapa.br

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental do CEFET-Petrolina, com objetivo de estudar a mineralização de cálcio e de magnésio em dois esterco (caprino e bovino), quando incorporados a diferentes profundidades, ao longo do tempo. Os tratamentos resultantes da combinação dos esterco com quatro profundidades (0 – 10; 10 – 20; 20 – 30 e 30 – 40 cm), e com cinco tempos de incorporação (1; 2; 3; 5 e 7 meses), 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, acondicionadas em sacolas de náilon. Ao término de cada tratamento, as sacolas foram coletadas, o esterco foi recolhido e seco à estufa a 65° C, seguindo-se da determinação do teor de cálcio e magnésio. Registrou-se um aumento no teor de cálcio no esterco caprino nos primeiros meses de incorporação. Ocorreu diferenças entre os esterco quanto a mineralização de Ca, sendo maior no esterco bovino. O tempo e a profundidade de incorporação influenciaram a mineralização de cálcio e de magnésio nos dois esterco, sendo que a maior mineralização ocorreu quando incorporados às profundidades de 0-10; 10-20 e 20-30 cm.

Palavras chaves: agricultura orgânica, mineralização, manejo orgânico do solo;

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura no Brasil é uma atividade que vem se desenvolvendo ao longo dos anos, respondendo pelo crescimento do agronegócio brasileiro e pela prosperidade de regiões que são especializadas nesta atividade, segundo dados de Fernandes (2006) a produção brasileira de frutas está em torno de 39 milhões de toneladas, sendo apenas 2,3% da colheita exportada, mas a cultura exportadora do setor caminha a passos largos. Isto devido ao desenvolvimento dos sistemas de produção e das técnicas de pós-colheita, contudo algumas técnicas devem ser melhoradas visando otimização e qualidade na produção.

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e a conservação ambiental tem resultado na busca, pelo setor produtivo, de tecnologias para a implantação de sistemas de produção agrícola com enfoques ecológicos, rentáveis e socialmente justos. O enfoque agroecológico do empreendimento agrícola se orienta para o uso responsável dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, energia e minerais). Uma das limitações no manejo orgânico de solos é a falta de informações sobre quanto os resíduos orgânicos liberam de nutrientes para as culturas.

O Vale do São Francisco está inserido em uma região cujas condições edafoclimáticas promovem a rápida oxidação da matéria orgânica em função da elevada temperatura, insolação e aeração dos solos, favorecida ainda pela excelente condição de umidade alcançada pelos sistemas de irrigação de alta frequência, como o gotejamento, e a disponibilidade de nutrientes aplicados via fertirrigação. Logo a matéria orgânica aplicada anualmente nas frutícolas, em doses, que variam de 20 a 60 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, liberam nutrientes como N, P, K, Ca e Mg para as culturas, em quantidade significativa.

As recomendações de adubação para as fruteiras, de um modo geral, 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. O mesmo é verdadeiro para resíduos agroindustriais como torta de mamona e de algodão. Isso tem limitado o desenvolvimento da agricultura orgânica no Submédio São Francisco, um mercado em constante crescimento devido às sérias exigências relativas à segurança alimentar, impostas pelos mercados interno e externo.

Este trabalho teve como objetivo determinar o teor e a quantidade mineralizada de cálcio e magnésio em dois esterco (bovino e caprino), quando incorporados a diferentes profundidades, ao longo do tempo, sob irrigação por microaspersão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A matéria orgânica no solo é proveniente da adição de restos orgânicos tanto de origem vegetal como animal. Esses resíduos são decompostos e, em seguida, transformam-se no húmus, que, por processos de mineralização, liberam alguns nutrientes minerais essenciais para o desenvolvimento da agricultura.

Os resíduos orgânicos contribuem para o melhoramento das condições físicas solo. Seguel et al. (2003), adicionando materiais orgânicos a um solo, verificaram efeitos positivos, como a diminuição da densidade aparente, aumento da porosidade e da retenção de água, principalmente quando foi adicionado esterco. Os resíduos orgânicos influenciam também a biologia do solo, pois a presença destes constituem alimento e fonte de energia para os microrganismos, que exercem as mais diversas funções, como resalta Primavesi (2002) “a ativação da microbiota do solo melhoram significativamente as suas condições, especialmente no que diz respeito à mobilização de nutrientes e estruturação”.

A decomposição desempenha importante função na parte nutricional, na ciclagem de nutrientes e na formação de matéria orgânica. Fatores como: relação C/N (ZILBILSKÉ, 1987); as características físico-químicas e biológicas do solo, a temperatura (ALEXANDER, 1967) e a umidade, por possibilitar o desenvolvimento da flora microbiana (SOUZA, 1989), estão relacionados com a decomposição.

Outros fatores estão relacionados aos processos de decomposição e mineralização. 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 caprinos e ovinos, por possuírem uma espécie de membrana que os revestem e tornam-os duros quando excretados, possuem uma maior resistência à decomposição (PETERSEN et al., 1998).

A profundidade constitui um outro fator muito importante para a decomposição, por estar relacionada com a umidade e a temperatura, fatores que possuem efeitos diretos na microbiota do solo. 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 redução da população de organismos decompositores.

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.

O tempo de incorporação 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.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos resultaram da combinação de dois esterco: caprino (E_1) e bovino (E_2), com quatro profundidades de incorporação diferentes: 0-10 (P_1), 10- 20 (P_2), 20-30 (P_3), 30-40 (P_4) e cinco tempos: 1, 2, 3, 5 e 7 meses. As unidades experimentais foram constituídas de 20 g de esterco, seco à estufa por 48 horas numa temperatura de 65 °C, e acondicionadas em sacolas de náilon, que foram distribuídas nos blocos obedecendo à profundidade e ao tempo dos devidos tratamentos.

Ao término de cada tratamento, as sacolas de náilon foram coletadas. O esterco foi recolhido, com auxílio de um pincel de cerdas flexíveis, seco a estufa a temperatura de 65 ° C, por 48 horas, pesado, e determinado os teores de cálcio e magnésio de acordo com os métodos descritos por Nogueira et al. (2005) que utiliza a decomposição por via úmida onde às amostras são solubilizadas com ácidos oxidantes concentrados ou misturas destes com peróxidos de hidrogênio. A digestão de Ca e Mg foi realizada com ácido nítrico e perclórico (2/1), e os teores foram dosados por fotometria de absorção atômica.

A mineralização foi determinada pela seguinte fórmula:

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

Sendo:

M= Nutriente mineralizado (g);

M_{ni} e M_{nf} = Teor de nutriente inicial e final presente no esterco (g.g^{-1});

M_f = Massa do esterco remanescente (g).

Os resultados do teor e da quantidade mineralizada dos nutrientes avaliados foram submetidos à análise de variância. Os fatores qualitativos que apresentaram significância maior que 5 % pelo teste F foram submetidos ao teste de Tukey a 5 %. O grau de liberdade para tempo foi desdobrado em análise de regressão, sendo o modelo escolhido em função do maior coeficiente de determinação ajustado. As análises estatísticas foram feitas usando-se o SAEG – UFV (1997).

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1. Cálcio

Registrou-se efeito significativo dos fatores esterco, profundidade, tempo e da interação tempo x esterco sobre o teor de cálcio nos esterco estudados pelo Teste F a 5%.

Verifica-se que houve um aumento no teor médio de cálcio ($15,05 \text{ g.Kg}^{-1}$) no esterco caprino quando comparado com a concentração inicial que era de apenas $14,41 \text{ g.Kg}^{-1}$. Isso se deve à imobilização e ou

adsorção pelo esterco, de cálcio do solo. Já o esterco bovino apresentou um teor médio inferior ao inicial (Tabela 1), revelando que tais esterco constituem-se de estruturas, em partes diferentes, que influenciam diferentemente a atividade microbiana, observações confirmadas por Petersen et al. (1998), ao afirmarem que a estrutura dos esterco influencia a magnitude e a direção da atividade microbiana.

Tabela 1- Médias do teor de Ca e de Mg dos esterco em função da profundidade de incorporação sob irrigação por microaspersão

Profundidade (cm)	Cálcio (g.Kg^{-1})		Magnésio (g.Kg^{-1})	
	Caprino	Bovino	Caprino	Bovino
0 – 10	11,89 B	8,88B	2,16 B	1,89B
10 – 20	14,39B	8,86B	2,07B	1,85B
20 – 30	14,99 AB	12,63 AB	2,65AB	2,43 B
30 – 40	18,93 A	14,43 A	3,21 A	3,40 A
Médias	15,05	11,2	2,52	2,39

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

O teor de cálcio no esterco caprino variou com a profundidade de incorporação (Tabela 1), sendo os maiores valores encontrados nas camadas de 20 – 30 cm ($14,99 \text{ g.Kg}^{-1}$) e de 30 – 40 cm ($18,93 \text{ g.Kg}^{-1}$), resultado semelhante ao ocorrido com o esterco bovino, que também apresentou maiores teores de cálcio nestas profundidades (Tabela 1).

Na figura 1, verifica-se que houve uma diminuição do teor de cálcio no esterco caprino ao longo do tempo em todas as profundidades estudadas. O esterco bovino (Figura 2) também apresentou resultado semelhante para o teor deste mesmo elemento, mostrando uma diferença apenas no teor encontrado na profundidade 0 – 10 cm que a partir do quinto mês de incorporação, elevou-se.

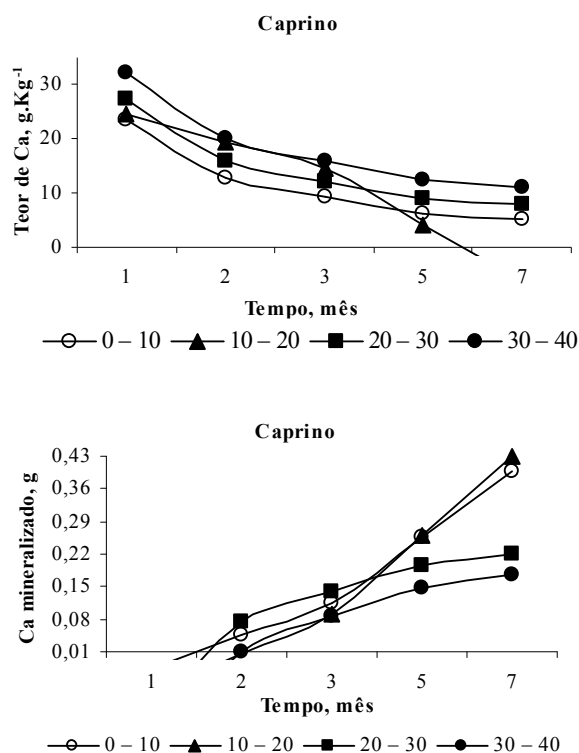


Figura 1 – Teor e quantidade de nitrogênio mineralizado em função da profundidade e do tempo de incorporação no esterco caprino.

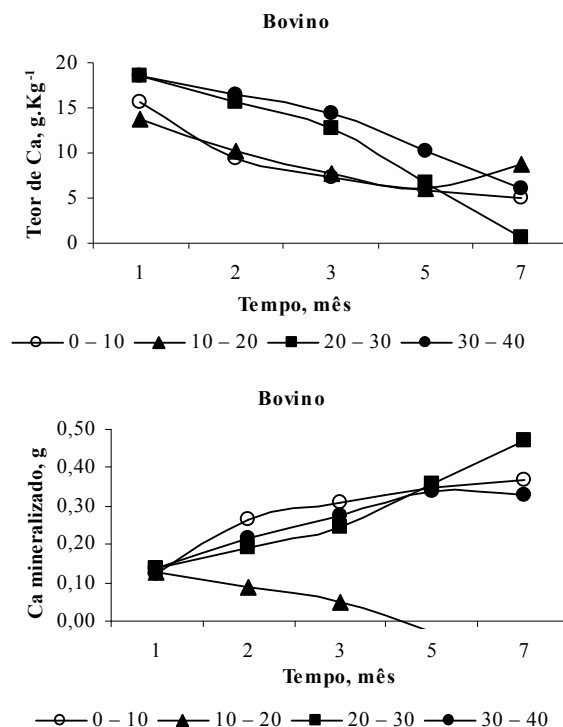


Figura 2 - Teor e quantidade de cálcio mineralizado em função da profundidade e do tempo de incorporação no esterco bovino.

Para a quantidade mineralizada de cálcio, houve efeito significativo dos fatores esterco, tempo, profundidade e da interação tempo x esterco, ao nível de 5 % pelo Teste F. A quantidade média mineralizada de cálcio no esterco bovino (0,257 g) foi superior à do caprino que apresentou em média 0,082 g (Tabela 2), em decorrência da maior concentração inicial deste elemento.

A quantidade de Ca mineralizada nos dois esterco variou com a profundidade de incorporação (Tabela 2), sendo os menores valores registrados na profundidade de 30 – 40 cm, 0,031 g, para o esterco caprino e 0,218 g, para o bovino.

Tabela 2- Médias do teor de Ca e de Mg dos esterco em função da profundidade de incorporação sob irrigação por microaspersão

Profundidade (cm)	Cálcio (g)		Magnésio (g)	
	Caprino	Bovino	Caprino	Bovino
0 – 10	0,115 A	0,275 AB	0,123 A	0,124 A
10 – 20	0,091 AB	0,290 A	0,126 A	0,127 A
20 – 30	0,091 AB	0,246 AB	0,119 AB	0,121 A
30 – 40	0,031 B	0,218 B	0,111 B	0,106 B
Médias	0,082	0,257	0,120	0,119

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

Na figura 1, verifica-se que a mineralização do cálcio no esterco caprino só começou a ocorrer a partir do segundo mês de incorporação. Isso se deve à imobilização/ adsorção de cálcio do solo, percebida no teor de cálcio neste mesmo espaço de tempo (Figura 1), que, embora viesse diminuindo, apresentava valores entre 15,97 e 32,25 g.Kg⁻¹, superiores ao inicial que era de apenas 14,41 g.Kg⁻¹.

A quantidade de Ca mineralizado aumentou com o decorrer do tempo nas profundidades de 0 – 10, 20 – 30 e 30 – 40 cm no esterco bovino. Já, no caprino, a mineralização de Ca só ocorreu a partir do segundo mês (Figura 2).

4. 2. Magnésio

O teor médio de Mg no intervalo experimental ($2,46 \text{ g.Kg}^{-1}$), nos dois esterco, foi inferior aos teores iniciais, $7,70$ e $7,47 \text{ g.Kg}^{-1}$, nos esterco caprino e bovino, respectivamente. Constatou-se, pelo Teste F a 5%, que houve efeito significativo apenas dos fatores profundidade e tempo sobre o teor de magnésio nos esterco estudados.

O teor de magnésio para os dois esterco variou com a profundidade de incorporação, sendo os menores valores encontrados nas profundidades de 0 - 10 cm e de 10 - 20 cm (Tabela 1).

Com relação ao tempo de incorporação, verifica-se que houve uma diminuição do teor de Mg no esterco caprino em todas as profundidades de incorporação até o terceiro mês (Figura 3), aumentando a partir daí nas profundidades de 0 -10, 20 - 30 e 30 - 40cm.

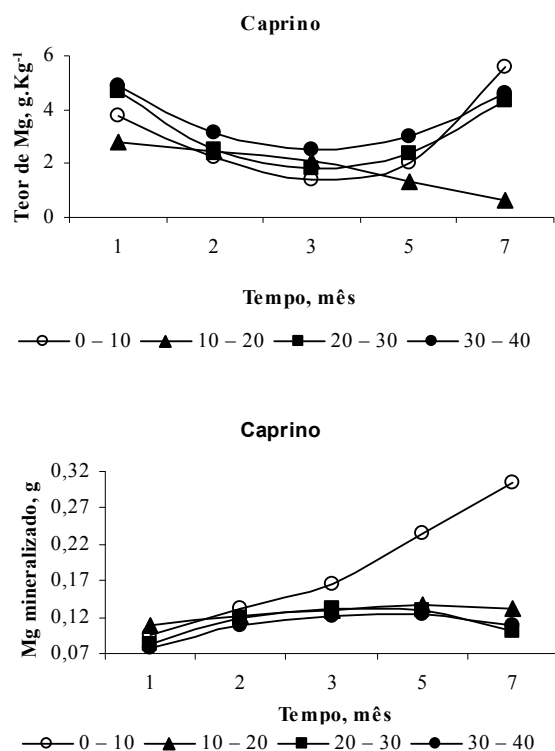


Figura 3 - Teor e quantidade de magnésio mineralizado em função da profundidade e do tempo de incorporação no esterco caprino.

No esterco bovino (Figura 4), verifica-se que o teor de Mg diminuiu até o terceiro mês nas profundidades de 0 - 10 e de 10 - 20cm, nas demais camadas o teor de Mg diminuiu ao longo do tempo, sendo o menor valor encontrado na profundidade de 20 - 30 cm, $1,35 \text{ g. Kg}^{-1}$, ao sétimo mês de incorporação.

Verifica-se, na Tabela 2, que houve efeito significativo apenas da profundidade e do tempo de incorporação sobre a quantidade de magnésio mineralizado (MgM), com valor médio de $0,12 \text{ g}$, constatando-se uma quantidade mineralizada de 80% do teor inicial de Mg nos dois esterco.

A quantidade de Mg mineralizado nos dois esterco, variou com a profundidade de incorporação, sendo as menores médias verificadas nas profundidades de 30 - 40 cm (Tabela 2) onde foi registrado as maiores médias de teor de Mg (Tabela 1).

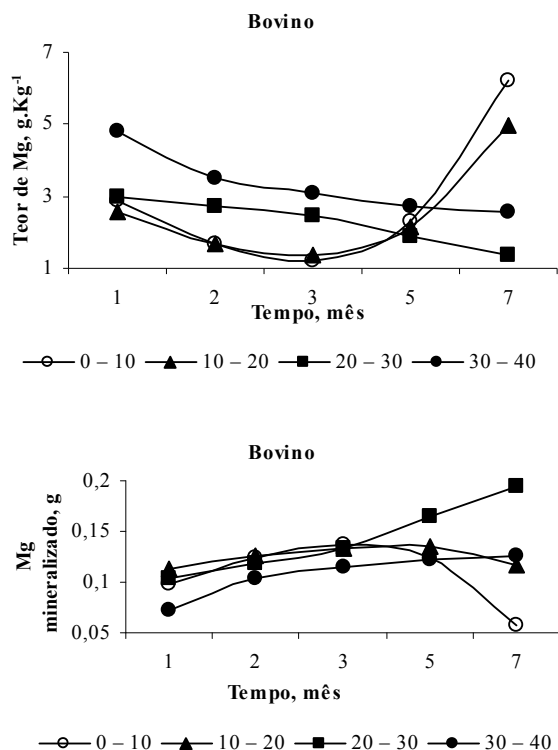


Figura 4 - Teor e quantidade de magnésio mineralizado em função da profundidade e do tempo de incorporação no esterco bovino.

Com relação ao tempo de incorporação, o esterco caprino (Figura 3) mineralizou grandes quantidades de Mg na profundidade de 10 - 20 cm, atingindo no sétimo mês o valor de 0,13 g. Nas demais profundidades, a quantidade de Mg mineralizado desse esterco variou em quantidades de 0,08 a 0,13 g, durante todo o período de estudo.

No esterco bovino, houve um aumento Mg mineralizado ao longo do tempo, principalmente, na profundidade de 20 - 30 cm com valores entre 0,10 g e 0,19 g no intervalo experimental (Figura 4). Nas profundidades de 0-10 e de 10-20 cm, a partir do quinto mês de incorporação, houve um decréscimo na quantidade de MgM, possivelmente devido à imobilização de Mg do solo, o que está de acordo com o aumento do seu teor nessas camadas a partir desse tempo de incorporação.

O aumento dos teores de Ca e de Mg no solo com o aumento de doses de esterco Meneses (1993) e Silva et al. (2004), resulta da mineralização destes nutrientes contidos nos esterco, à semelhança do encontrado no presente trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

- 1 Ocorre aumento no teor de cálcio no esterco caprino nos primeiros meses de incorporação, revelando imobilização e/ou adsorção deste nutriente do solo;
- 2 Os esterco diferem quanto a mineralização de Ca, sendo maior no esterco bovino;

3 O tempo e a profundidade de incorporação influenciam a mineralização de cálcio e de magnésio nos dois esterco;

4 A maior mineralização de Ca e de Mg os esterco ocorre quando incorporados às profundidades de 0-10; 10-20 e 20-30 cm;

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M.I.H. **Introduction to soil microbiology**. 4.ed. New York, John Wiley, 1967. 472p.

FERNANDES, M. S. A fruticultura cresce. In: ROSA, G. R. da et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2006.

MENESES, O.B. **Efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados**. Mossoró: ESAM, 1993. (Tese mestrado).

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.

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.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

SAEG. **Sistemas para análises estatísticas, 7.0**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV/DBG, 1997.

SEGUEL, S. et al. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. **Agríc. Téc.**, jul. 2003, vol 63, no.3, p.287-297. ISSN 0365-2807.

SILVA, Jaevesson da et al . The effect of cattle manure on yield of green corn ears and maize grains. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362004000200033&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Sep 2007.

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.

SOUTO, 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.

ZILBILSKA, L.M. Dynamics of nitrogen and carbon in soil during papermill sludge decomposition. **Soil Sci.**, 143:26-33, 1987.