



Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação

Maria do Socorro Conceição de Freitas¹, Cícero Antônio de Sousa Araújo², Davi José Silva³

¹ Prof^ª do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano – Campus Ouricuri- Fone: (87)88313095 – e-mail: maria.freitas@ifsertao-pe.edu.br

² Prof^º do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano – Campus Petrolina- Fone: (87) 21012350 – e-mail: cicero.araujo@ifsertao-pe.edu.br

³ Pesquisador da EMBRAPA Semiárido – e-mail: davi@cpatsa.embrapa.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo estudar a decomposição e liberação de nutrientes em dois esterco incorporados a diferentes profundidades ao longo do tempo. Os tratamentos resultantes da combinação dos dois esterco (caprino e bovino), com quatro profundidades (0 – 10; 10 – 20; 20 – 30 e 30 – 40 cm) e com cinco tempos (30, 60, 90, 120 e 210 dias), foram dispostos em blocos casualizados, com três repetições. Verificou-se que a decomposição aumenta com a profundidade e o tempo de incorporação. A liberação de N não variou entre as profundidades de incorporação. A quantidade de N liberada no esterco bovino aumentou ao longo do tempo, já no esterco caprino observou-se uma maior liberação nos trinta dias iniciais, seguida de imobilização até os 90 dias. A liberação de P nos dois esterco aumentou com o tempo de incorporação, sendo essa maior no esterco caprino. O P liberado no esterco bovino variou com a profundidade de incorporação. A quantidade de K liberada não variou entre as profundidades, esse nutriente foi o mais rapidamente liberado.

Palavras-chave: agricultura orgânica, ciclagem de nutrientes, manejo orgânico do solo.

Decomposition and nutrient release from manure depends on the depth and duration of incorporation

ABSTRACT: This study aimed to study the decomposition and nutrient release in two manure incorporated at different depths over time. The treatments resulting from the combination of the two manure (cattle and goats) and four depths (0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm) and five times (30, 60, 90, 120 and 210 day) were arranged in randomized blocks with three replications. It was found that the decomposition increases with the depth and the time of incorporation. The release of N did not vary between the depths of incorporation. The amount of N released in the manure increased over time, as in goat manure was observed a higher initial release within thirty days, followed by immobilization to 90 days. The release of P in both manure increased with time of incorporation, this being higher in goat manure. The P released in manure varies with the depth of incorporation. The amount of released K did not vary between the depths, this nutrient was soon released.

Key words: organic agriculture; nutrient cycling; organic management the soil.

Introdução

Nas últimas décadas o cultivo orgânico tem se destacado como uma técnica ambientalmente correta, que conduz à uma produção de alimentos saudáveis sem deixar de ser socialmente justa.

No Submédio São Francisco vários estudos vêm sendo realizados no campo da agricultura orgânica, pois a demanda por este setor tem crescido cada vez mais. Contudo, ainda falta muito a conhecer sobre um sistema produtivo sustentável. Nos últimos anos, as instituições de pesquisa inseridas nesta região têm concentrado esforços na geração de alternativas agroecológicas adequadas às condições edafoclimáticas predominantes no semiárido. Os resultados obtidos até o momento permitiram definir: fontes de fósforo (Faria et al., 2004); doses de biofertilizantes e de substâncias húmicas (Duenhas, 2004;); além disso, foi possível avaliar fungicidas orgânicos para oídio (Gava et al., 2004) e alguns métodos de controle orgânico das podridões pós-colheita (Choudhury & Costa, 2003). No entanto, essas pesquisas foram realizadas em sua maioria com o cultivo do melão orgânico e ou outras hortícolas, sendo escassas, na região, ações de pesquisas que busquem o desenvolvimento de tecnologias orgânicas para cultivo de frutíferas.

Em muitos solos dos trópicos, a entrada de materiais orgânicos é essencial para sustentar a fertilidade do solo e a produção das culturas. Dessa forma o conhecimento do padrão temporal de decomposição dos resíduos é fundamental no desenvolvimento de estratégias para sincronizar mineralização de nitrogênio e de outros nutrientes com a demanda das culturas (Breland, 1994; Kwabiah et al., 2001).

A decomposição de resíduos orgânicos adicionados ao solo é um processo complexo, sendo influenciada por diversos fatores como: diversidade de macro e microrganismos decompositores; qualidade do material que determina sua degradabilidade; condições

edafoclimáticas e manejo do solo (Larcher, 2000; Aita & Giacomini, 2003; Bayer & Mielniczuk, 2005; Moreira & Siqueira, 2006; Correia & Andrade, 2008). Mantidas as condições de clima e de solo, a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes em resíduos orgânicos, é primeiramente influenciada pela composição química do material, determinante na velocidade de decomposição e no tempo de resiliência dos resíduos orgânicos no solo. A população de organismos também assume papel fundamental, atuam nos processos de transformação, imobilização e reciclagem de nutrientes no solo. O ataque inicial aos materiais, recentemente incorporados ao solo, é feito inicialmente pelos componentes da mesofauna do solo, que reduzem o tamanho do material, levando ao aumento da sua superfície específica, favorecendo a ação dos microrganismos no processo de decomposição/mineralização (Messias & Silva, 2008).

A qualidade química dos resíduos orgânicos tem sido predita por meio do conteúdo de N; P; relação C/N; hemiceluloses; celuloses; ligninas e polifenóis; juntamente com suas interações (Mendonça & Stott, 2003; Esse et al. 2001). Em função da maior ou menor quantidade de certos componentes, o resíduo degrada mais lentamente ou mais rapidamente (Moreira & Siqueira, 2006). Assume-se que materiais pobres em nitrogênio e com alta relação C/N, C/P, C/S possuem maior tempo de resiliência no solo. Solto et al (2005), avaliando a decomposição de esterco asininos, bovinos e de ovinos verificaram que aos 90 dias de deposição dos esterco houve maior decomposição do esterco bovino.

Em esterco a liberação de nutriente é influenciada pela composição do material, que varia com a espécie animal e, principalmente, com o regime alimentar (Vitti et al., 1995). 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.

Segundo Thönnissen et al. (2000), a decomposição e liberação de nutrientes varia também com o local de disposições dos resíduos. Resíduos incorporados geralmente são decompostos mais rapidamente, devido ao aumento da superfície de ataque microbiano. De acordo com esses autores, no interior do solo geralmente ocorrem temperaturas mais amenas e uma maior umidade que propicia o rápido crescimento da população de microrganismos, acelerando os processos de decomposição.

O Submédio 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, pode liberar nutriente como N, P e K para as culturas, em quantidade significativa.

Contudo 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.

Este trabalho teve como objetivo determinar a taxa de decomposição e a quantidade liberada de nitrogênio, de fósforo e de potássio em dois esterco (bovino e

caprino), quando incorporados a diferentes profundidades, ao longo do tempo, sob irrigação por microaspersão.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF-SERTÃO -PE), localizado na cidade de Petrolina –PE, Submédio São Francisco, (9° 9' Sul, 40 ° Oeste região e 365,5 m de altitude), um Argissolo, textura areia franca. O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo BSw'h semiárido quente, com precipitação pluviométrica anual inferior a 800 mm, (em Petrolina a média é de 510 mm anuais), distribuídos irregularmente entre os meses de novembro a abril. As temperaturas, nos meses mais frios do ano, são superiores a 18 °C, com uma média anual de 27 °C, e a evapotranspiração é da ordem de 2700 a 3000 mm anuais (Codevasf, 2006).

Antes da instalação do experimento, o solo foi quimicamente analisado a diferentes profundidades (0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm) (Tabela 1). E, também, foi avaliada a composição química dos dois esterco (Tabela 2).

Os tratamentos resultaram do arranjo fatorial de dois esterco: caprino (E1) e bovino (E2), com quatro profundidades de incorporação diferentes: 0-10 (P1), 10-20 (P2), 20-30 (P3), 30-40 (P4) e cinco tempos: 30, 60, 90, 120 e 210 dias, disposto em blocos ao acaso com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas de 20 g de esterco, seco em estufa por 48 horas numa temperatura de 65 °C, e acondicionadas em sacolas de náilon (Solto et al., 2005), que foram distribuídas, obedecendo à profundidade e ao tempo dos respectivos tratamentos.

Tabela 1 Características químicas do solo da área experimental em função da profundidade.

Sigla	Determinações Descrição	Unidade	Profundidades			
			0-10	10-20	20-30	30-40
M.O.	Matéria orgânica	g/Kg	25,45	10,45	8,27	6,41
PH	H ₂ O - 1:2,5	-	6,8	6,7	6,4	6,1
C.E.	Extrato Saturado	dS/m	0,55	0,50	0,47	0,58
P	Fósforo	mg/dm ³	81	31	10	6
K	Potássio	cmol _c /dm ³	0,90	0,85	0,75	0,36
Ca	Cálcio	cmol _c /dm ³	4,3	3,3	2,7	2,5
Mg	Magnésio	cmol _c /dm ³	1,4	1,7	1,3	1,5
Na	Sódio	cmol _c /dm ³	0,03	0,04	0,05	0,05
Al	Alumínio	cmol _c /dm ³	0,05	0,05	0,05	0,05
H+ Al	Ac. Potencial	cmol _c /dm ³	2,14	1,98	1,65	1,65
S _(bases)	Soma de bases	cmol _c /dm ³	6,66	5,89	4,80	4,41
C.T.C	Capacidade de troca catiônica	cmol _c /dm ³	8,80	7,87	6,45	6,06
V	Saturação de bases	%	76	75	74	73

Alumínio, cálcio e magnésio: extraídos no extraídos em KCl; fósforo, potássio e sódio extraídos com Mehlich

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, separadamente, para análise da decomposição (D) e, em seguida, acondicionados para posterior análise dos teores de N, P, K.

Tabela 2 Descrição de nutrientes presentes nos esterco caprino utilizados no experimento.

Esterco	N	P	Macronutrientes			
			K	Ca	Mg	S
----- g.kg ⁻¹ -----						
Caprino (E1)	16,53	6,60	19,00	14,41	7,70	1,88
Bovino (E2)	14,58	3,12	13,00	20,00	7,47	2,31
Esterco	B	Cu	Micronutrientes			
			Fe	Mn	Zn	Na
----- mg.kg ⁻¹ -----						
Caprino (E1)	220,14	28,00	1890,00	124,70	122,40	1340,00
Bovino (E2)	287,43	19,90	6400,00	146,30	64,00	1200,00

A D foi determinada segundo a formula:

$$D = (MI - MF)/20$$

Onde:

D = percentagem de decomposição de esterco, em g g⁻¹;

MI e MF = massa inicial e final de esterco remanescente na sacola de náilon no término do tratamento, em g, respectivamente.

Os teores de N, P e K de acordo com os métodos descritos por Nogueira et al. (2005), que utiliza a decomposição por via úmida onde

as amostras são solubilizadas com ácidos oxidantes concentrados ou misturas destes com peróxidos de hidrogênio. N foi determinado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação a vapor em semimicro Kjeldahl e titulação. O P e K foram obtidos por digestão com ácido nítrico perclórico na proporção 2:1, sendo o P quantificado por espectofotometria de absorção molecular, pelo método colorimétrico vanadato - molibdato, e o K por fotometria de emissão de chama. Em seguida determinou-se a liberação de nutrientes (NL) pela seguinte fórmula:

$$NL = (Mni \times 20) - (Mnf \times Mf)$$

Sendo:

NL = Nutriente liberado (g);

Mni e Mnf = Teor de nutriente inicial e final presente no esterco ($g \cdot g^{-1}$), respectivamente;

Mf = Massa do esterco remanescente (g).

Os resultados da taxa de decomposição e da quantidade dos nutrientes liberados foram submetidos à análise de variância. As médias dos fatores qualitativos (esterco e profundidades), quando apresentaram significância maior que 5 % pelo teste F, foram submetidos aos testes t e Tukey, respectivamente, 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.

Resultados e discussão

Verificou-se efeito significativo dos fatores esterco, profundidade e tempo de incorporação sobre a decomposição (D), ($p \leq 0,01$) pelo teste F. Ocorreu interação significativa entre tempo x esterco e entre tempo x profundidade x esterco a ($p \leq 0,01$) e a ($p \leq 0,10$), respectivamente, pelo teste F. Na Tabela 3, registra-se que a D aumentou com a profundidade, sendo o maior valor encontrado na profundidade de 20-30 cm ($0,4023 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$), diferindo apenas da primeira camada (0-10 cm) pelo teste de Tukey a 5% onde ocorreu a menor decomposição. Esse fato deve-se, possivelmente, a maior variação no teor de água desta camada, que se mantém menos úmida devido à perda por evaporação, o que consequentemente limita a ação microbiana e a decomposição. Esse resultado corrobora com Thönnissen et al. (2000), esses descrevem que a decomposição e liberação de nutrientes em resíduos orgânicos varia com o local de disposição dos resíduos, pois a profundidade de incorporação influencia na magnitude de temperatura e umidade que está diretamente relacionada com o desenvolvimento da população microbiana.

Tabela 3 Médias da decomposição de esterco em função da profundidade de incorporação, no Submédio São Francisco, sob irrigação por microaspersão.

Profundidade (cm)	Médias (g)
0-10	0,3235 B
10-20	0,3751 A
20-30	0,4023 A
30-40	0,3737 A

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

Verificou-se que a decomposição do esterco caprino aumentou com o tempo de incorporação

(Figura 1). O esterco bovino apresentou comportamento semelhante ao caprino com

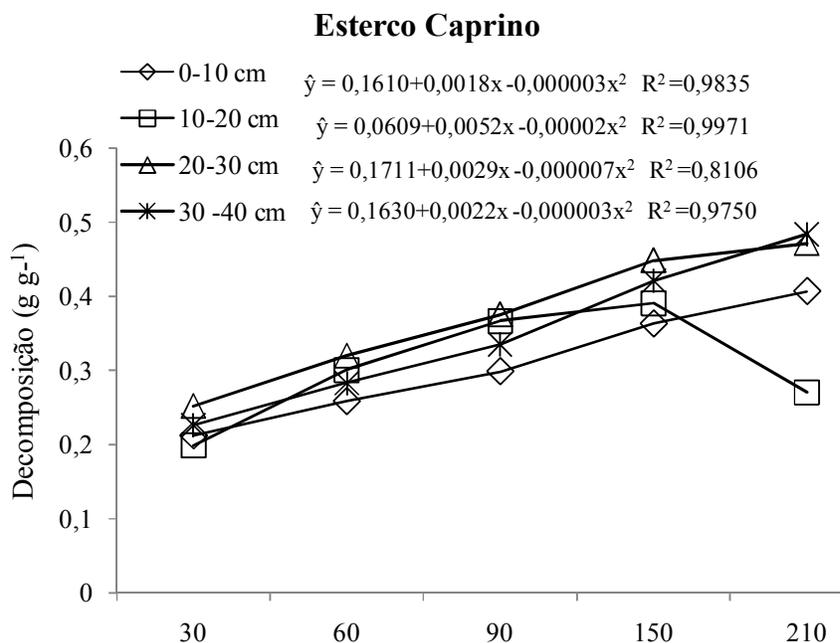
relação ao tempo de incorporação (Figura 1), sendo que dos 90 dias até o final do intervalo experimental, a decomposição foi mais intensa, principalmente, nas camadas de 10 - 20 e de 20 - 30 e de 30- 40 cm, variando de 0,3849 a 0,7433 g.g⁻¹. A decomposição do esterco bovino foi ligeiramente superior à do caprino, exceto no primeiro mês, indicando que esta fonte atende a demanda N imediata e de médio prazo, da planta.

Solto et al. (2005) comparando esterco caprino com caprino e outros esterco, verificaram que o esterco bovino apresentou uma maior decomposição em relação ao caprino. Resultado que os autores associaram a estrutura que favorece o ataque dos microrganismos, contrário aos esterco caprinos e ovinos que são excretados em formas de “cibalas”, graças a uma membrana que os reveste, tornando-os duros quando secos contribuindo, provavelmente, para uma maior resistência à decomposição. Isso fortalece as observações de Petersen et al. (1998), ao afirmarem que a estrutura dos esterco

influencia a magnitude e a direção da atividade de biodegradação.

Ao sétimo mês de incorporação, verificou-se uma decomposição de 40% do esterco caprino aplicado na camada mais superficial, e de 47 e 48 % do aplicado nas camadas mais profundas de 20 -30 e de 30 -40 cm, revelando que se pode ter um incremento de 7 a 8% na decomposição, no mesmo espaço de tempo, apenas pela incorporação do esterco na profundidade adequada quando submetido a irrigação por micro aspersão. Com o esterco bovino, esses valores variaram de 41% a 74%, resultando um incremento na decomposição de cerca de 20 a 33 % pela incorporação do esterco nas camadas de 10 - 20 e 20- 30 cm (Figura 1).

O intervalo experimental não foi suficiente para que houvesse a decomposição dos dois esterco, esse resultado é decorrente do menor ataque dos microrganismos a substâncias mais recalcitrantes, tais como ligninas e polifenóis que se acumulam ao longo da disposição dos resíduos as condições edafoclimáticas (Esse et al. 2001).



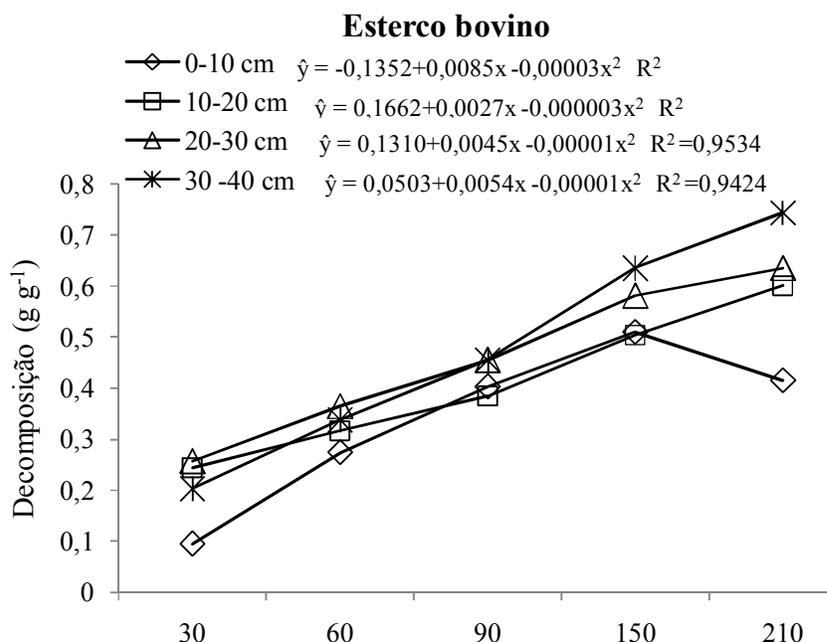


Figura 1 Decomposição de esterco caprino e bovino quando aplicados nas camadas em função da profundidade e do tempo de incorporação sob irrigação por microaspersão.

Verificou-se efeito significativo pelo Teste F apenas do fator tempo ($p \leq 0,01$) e da interação tempo x esterco ($p \leq 0,05$) sobre a quantidade de N mineralizada. Na figura 2 verifica-se que o esterco bovino apresentou uma liberação de N crescente em todo o intervalo experimental. Já para o esterco caprino a resposta foi diferente, onde aos trinta dias houve uma liberação de 0,0677 g, em seguida no intervalo experimental de 30 a 90 dias a liberação de N foi inferior a encontrada aos trinta dias indicando a ocorrência de imobilização desse elemento. Aos 90 dias a liberação de N nesse esterco voltou a aumentar atingindo valores aproximados de 0,1292 g ao final do intervalo experimental.

A maior liberação de N nos primeiros trinta dias experimental no esterco caprino está relacionada à perda de componentes solúveis tais como açúcares, proteínas e amidos que são rapidamente degradados pela biomassa decompositora, restando componentes mais recalcitrantes que se decompõem a uma taxa mais lenta (Wieder e Lang, 1982).

As diferenças encontradas entre o padrão de liberação de N entre o esterco caprino e bovino estão relacionadas à composição química e a estrutura desses resíduos. De acordo com Eghball et al. (2002) a mineralização do nitrogênio difere para diferentes tipos de resíduos uma vez que a fração inorgânica / orgânica e qualidade de N orgânico varia entre resíduos.

Na figura 2 verifica-se que dos 100% de N adicionado ao solo nas 20 g de cada esterco apenas 39,22 % do esterco caprino e 45,67% do esterco bovino foi mineralizado durante o intervalo experimental. Esses resultados corroboram com os de Esse et al. (2001) que avaliando a mineralização de N em esterco caprinos e bovinos verificaram pouca alteração na concentração de N nos esterco em dezessete semanas de decomposição, verificando que o desaparecimento de N e P possuem uma correlação com perda de matéria seca.

A liberação de N no esterco bovino levemente superior a do esterco caprino

confirma a ideia dessa fonte de N representa uma ótima opção no que diz respeito ao

sincronismo demanda nutricional da cultura adubada e a decomposição e liberação de N.

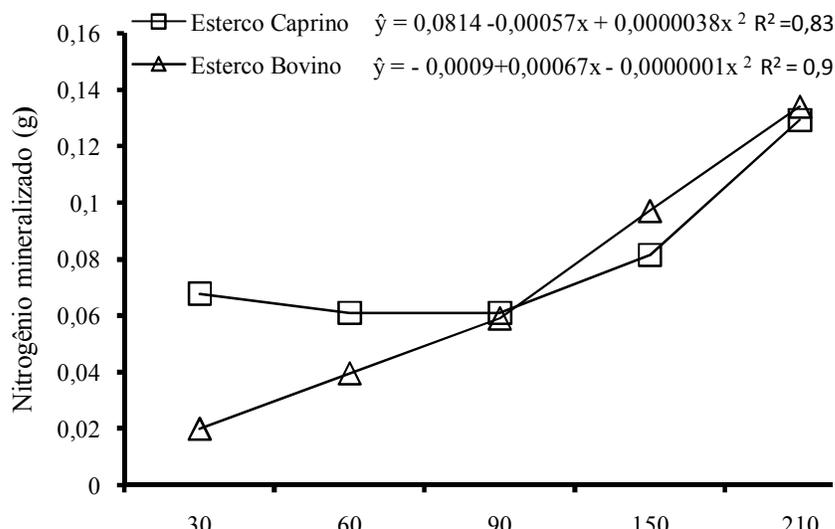


Figura 2 Quantidade de nitrogênio liberado em função do tempo de incorporação nos esterco caprino e bovino.

Houve efeito significativo pelo Teste F dos esterco, da profundidade, do tempo ($p \leq 0,01$) e das interações profundidade x esterco ($p \leq 0,01$), tempo x esterco ($p \leq 0,05$) e tempo x profundidade ($p \leq 0,05$), sobre a liberação de fósforo.

Na tabela 4 verifica-se que o esterco caprino apresentou uma maior quantidade de P liberado que o bovino, em todas as profundidades, em decorrência da maior concentração deste elemento no esterco caprino

(Tabela 2), podendo-se aventar que o fósforo nesse esterco encontra-se em formas mais solúveis o que favoreceu sua maior liberação.

A liberação de fósforo no esterco caprino não variou entre as profundidades, já para o esterco bovino houve diferença entre as camadas sendo a maior quantidade liberada na profundidade 10-20 cm, contudo diferindo apenas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) da camada de 30-40 cm (Tabela 4).

Tabela 4 Quantidade de fósforo liberado em dois esterco em função da profundidade de incorporação sob irrigação por microaspersão.

Profundidade (cm)	Fósforo mineralizado (g)	
	Esterco caprino	Esterco bovino
0-10	0,1077 A a	0,0305 AB b
10-20	0,1077 A a	0,0374 A b
20-30	0,1038 A a	0,0201 AB b
30-40	0,1015 A a	0,0086 B b

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e Teste T, respectivamente.

Na figura 3 nota-se um aumento da quantidade de P liberado em função do tempo de incorporação, nos dois esterco, registrando-se uma liberação mais intensa até o terceiro mês de incorporação, em todas as profundidades (Figura 4), que se menos acentuada do terceiro ao sétimo mês, nas profundidades de 10 – 20, de 20 – 30 e 30 – 40 cm. Na camada de 0 – 10 cm verificaram-se acentuado decréscimo na quantidade de PM, do terceiro ao sétimo mês. Do terceiro ao sétimo mês verificou-se uma quantidade de fósforo para os dois esterco superior a quantidade inicial (Figura 3). Isso permite aventar a ideia de que as condições ambientais favoreceram a transformação de parte dos esterco em materiais mais recalcitrantes, o que provavelmente favoreceu a imobilização de P, resultando na menor decomposição após o terceiro mês, uma vez que a microflora decompositora estava imersa nos esterco. O tempo usado no intervalo experimental não foi suficiente para a mineralização de todo o P existente nos esterco estudados.

A liberação de K foi influenciada pelos esterco, tempo ($p \leq 0,01$) e da interação tempo

x esterco ($p \leq 0,05$). Na figura 5 verifica-se que o esterco caprino apresentou a maior quantidade de potássio liberada, esse resultado está associado a maior quantidade inicial desse elemento no esterco caprino ($19,00 \text{ g kg}^{-1}$) do que no bovino ($13,00 \text{ g kg}^{-1}$).

O potássio contido nos dois esterco foi o nutriente mais rapidamente liberado (Figura 5), nos primeiros 30 dias experimental a quantidade de K liberada registrada atingiu valores médios $0,3339$ e $0,1701 \text{ g}$, para o esterco caprino e bovino respectivamente. A rápida liberação de K pode ser atribuída ao fato do K não está associado a nenhum componente estrutural dos resíduos orgânicos estando em uma forma de íon solúvel em água. Esse et al.(2001) verificaram uma rápida liberação de K em esterco nas primeiras seis semanas de disposição dos resíduos, em seguida a quantidade de K liberado estabilizou.

De acordo com Eghball et al. (2001) a disponibilidade de K em esterco é quase 100%, dessa forma, o esterco pode ser utilizado como fonte de K similar ao uso de fertilizantes sintéticos.

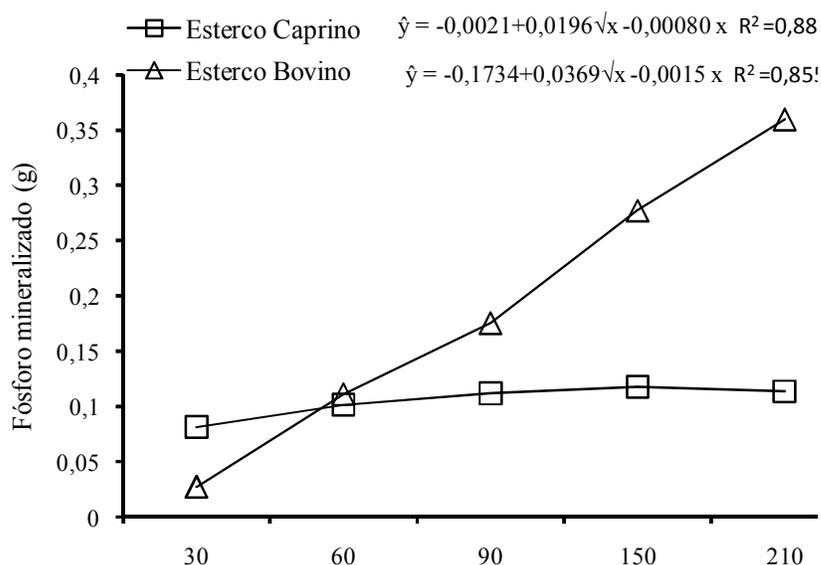


Figura 3 Quantidade de fósforo liberado em função do tempo de incorporação nos esterco caprino e bovino.

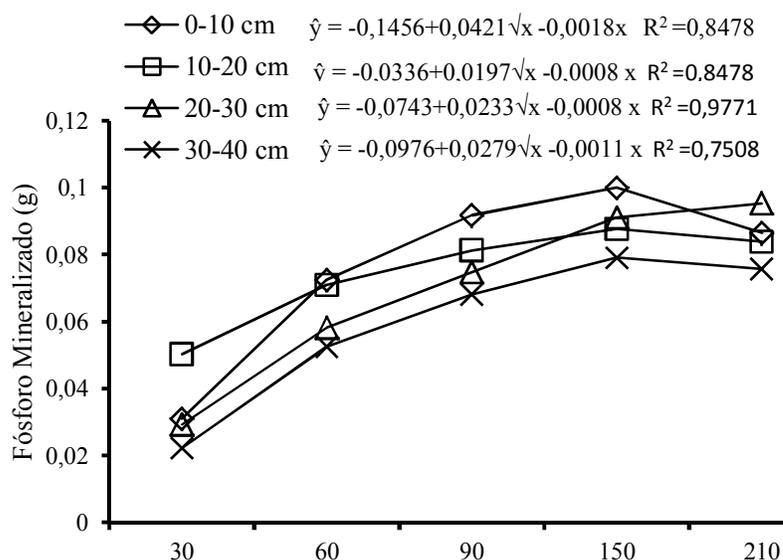


Figura 4 Quantidade de fósforo liberado em função do tempo e da profundidade de incorporação nos esterco caprino e bovino.

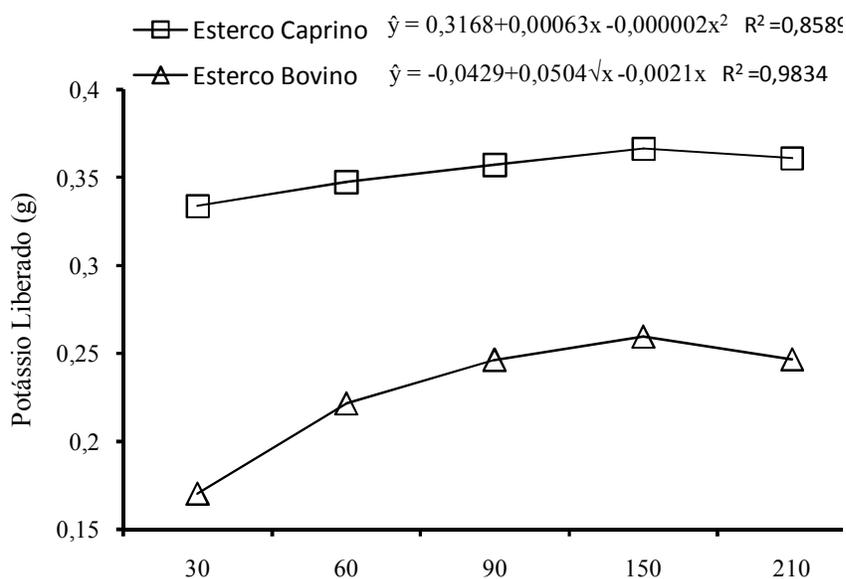


Figura 5 Quantidade de potássio liberado em dois esterco em função do tempo de incorporação.

Conclusões

Nas condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que:

1. Os dois esterco apresentam capacidade diferenciada de decomposição e liberação de nutrientes, sendo o esterco caprino mais resistente a decomposição;

2. A decomposição varia entre as profundidades de incorporação, ocorrendo uma menor decomposição na camada de 0-10 cm;
3. A liberação de N no esterco bovino é crescente em todo o intervalo experimental, enquanto no esterco caprino ocorre uma liberação acentuada nos primeiros trinta dias seguida de imobilização até os 90 dias;
4. A liberação de P aumentou com o tempo de incorporação sendo maior no esterco caprino;
5. O P liberado varia entre as profundidades de incorporação sendo mais acentuado na camada de 30 -40 cm;
6. O K foi o nutriente mais rapidamente liberado durante o intervalo experimental.

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.
- ALEXANDER, M.I.H. *Introduction to soil microbiology*. 4.ed. New York, John Wiley, 1967. 472p.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Sistemas de preparo do solo e características espectroscópicas da matéria orgânica em ambientes tropicais e subtropicais. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, ISSN 1678-0434; 12, 2005. 16 p.
- CHAVEZ, B.; DE NEVE, S.; HOFMAN, G.; BOECKX, P. CLEEMPUT, O. V. Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio)chemical composition. *European Journal of Agronomy*, 2: 161 -170, 2004.
- CHOUHURY, M. M.; COSTA, T. S. da. 2003. Mercado e produção de hortifrutícolas orgânicos. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2003. 31 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 182).
- 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>>. Acesso em: 15 de outubro de 2009.
- 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: Metropole, 2008. p. 137-170.
- DUENHAS, L. H. 2004. Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertilizantes. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba.
- EGHBALL, B.; WIENHOLD, B. J.; GILLEY, J. E.; EIGENBERG, R. A. Mineralization of Manure Nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation*, 57:469-473, 2002.
- ESSE, P.C.; BUERKERT, A.; HIERNAUX, A. ; ASSA, A. Decomposition of and nutrient release from ruminant manure on acid sandy soils in the Sahelian zone of Niger, West Africa. *Ecosys. Environ*, 83:55-63, 2001.
- FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. S.. 2004. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 28:641-648, 2004
- GAVA, C. A. T.; DUENHAS, L. H. ; LOPES, D. B. ; PINTO, J. M. ; GOMES, T. C. A. 2004. Incidência de oídio em melão conduzido em sistema orgânico fertirrigado com substâncias

húmicas e biofertilizantes. *Horticultura Brasileira*, 22, 2004.

KWABIAH, A. B.; STOSKOPF, N. C.; VORONEY, R. P.; PALM C. A. Nitrogen and Phosphorus Release from Decomposing Leaves under Sub-Humid Tropical Conditions. *Biotropica the Journal Tropical Biology and conservation*, 33: 229-240, 2000.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

MENDONÇA, E.S.; STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agroforestry Systems*, Amsterdam, 57: 117-125, 2003.

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. (Dissertação de mestrado).

MESSIAS, A. S.; SILVA, C. A. A. Microrganismos degradadores de resíduos sólidos. IN: FIGUEIREDO, M. V. B. et al. [Eds]. **Microrganismos e biodiversidade: o novo desafio para a agricultura**. Guaíba: Agrolivros, 2008. p. 423- 440.

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.

PETERSEN, S.O.; LIND, A.M. & SOMMER, S.G. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. *The Journal of Agricultural Science*, 130:69-79, 1998.

SOLTO, P.C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:125-130, 2005.

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.

VITTI, G.C.; HOLANDA, J.S.; SERQUEIRA LUZ, P.H.; HERNANDEZ, F.B.T.; BOARETTO, A.E. & PENTEADO, S.R. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina, 1995. Anais. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.195-271.

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecological Society of America*, 63: 1636-1642, 1982.

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