

## COMPOSTAGEM DE ALGUNS RESÍDUOS ORGÂNICOS, UTILIZANDO-SE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA COMO FONTE DE NITROGÊNIO

Antonio T. de Matos<sup>1</sup>, Sanzio M. Vidigal<sup>2</sup>, Maria Aparecida N. Sedyama<sup>3</sup>,  
Neusa C.P. Garcia<sup>3</sup> e Marcelo F. Ribeiro<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação do carbono, do nitrogênio, da relação C/N e da temperatura das medas na compostagem do bagaço de cana-de-açúcar (com adição ou não de gesso ou de superfosfato triplo), do capim napier picado e da palha de café, quando se utilizaram águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. Curvas exponenciais, obtidas por análise de regressão, foram ajustadas aos dados de concentração de carbono e nitrogênio, relação C/N e temperatura, de forma a se obter as constantes de decomposição do material orgânico e de acúmulo de nitrogênio nas medas. A constante média de decomposição do material orgânico foi de  $0,003673 \text{ d}^{-1}$  e a taxa média de acúmulo de nitrogênio foi de  $0,006014 \text{ d}^{-1}$  e o período de processamento compreendido entre 90 e 133 dias.

**Palavras-chave:** compostagem, resíduos orgânicos, águas residuárias da suinocultura

## COMPOSTING OF SOME ORGANIC RESIDUES UTILIZING LIQUID PIG MANURE AS A SOURCE OF NITROGEN

### ABSTRACT

The objective of this research was to study the change of the carbon and nitrogen concentration and the relationship C/N of the stacks in the composting of the sugar cane trash (with or without addition of gypsum and of triple phosphate), of the grinded napier grass and coffee straw, when liquid pig manure was used as a nitrogen source. Exponential curves, obtained by regression analysis, were adjusted to the concentration data to obtain the decomposition constants of the organic material and of nitrogen accumulation in the stacks. The constant average of the organic material decomposition was of  $0.003673 \text{ d}^{-1}$  and the average rate of nitrogen accumulation of  $0.006014 \text{ d}^{-1}$ , having processing period being between 90 and 133 days.

**Key words:** composting, organic residues, liquid pig manure

### INTRODUÇÃO

Por se tratar de uma forma de exploração pecuária intensiva, suinocultura é uma atividade concentradora de dejetos, sabidamente possuidores de grande carga poluidora, razão por

que, nos últimos anos, muita atenção passou a ser dada ao desenvolvimento tecnológico, para a disposição dos resíduos gerados por esses animais, de forma a causar o mínimo impacto possível ao ambiente.

A compostagem de resíduos vegetais utilizando dejetos suíno

<sup>1</sup> Prof. Adjunto, DEA/CCA/UFV, CEP 36571-000, fone (031)899-1886. E-mail: atmatos@mail.ufv.br

<sup>2</sup> Pesquisador EPAMIG/CTNM/FEMO. Pça. CEPTI 01, CEP 39508-000, Jaíba, MG

<sup>3</sup> Pesquisador EPAMIG/CTZM, Vila Gianetti 47, CEP 36570-000, Viçosa, MG

como fonte de nitrogênio, é uma técnica de processamento dos resíduos altamente promissora, haja vista que proporciona a disposição dos resíduos no solo, numa forma mais estável, capaz, inclusive, de trazer efeitos benéficos à estrutura, resistência à erosão, capacidade de troca catiônica e ao nível nutricional do solo (Igue, 1984, Vidigal et al., 1995 e Vidigal et al., 1997). Para Kiehl (1985) a compostagem pode ser definida como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições, a desejada estabilização da matéria orgânica.

A decomposição do material orgânico é diferenciada segundo as características físicas, químicas e biológicas dos seus diversos componentes. Os açúcares, amidos e proteínas simples, são decompostos primeiro; a seguir, há a decomposição da proteína bruta e da hemicelulose. Outros componentes, como a celulose, a lignina e as gorduras, são mais resistentes (Miyasaka et al., 1983; Tibau, 1983; Igue, 1984 e Dabin, s.d.) podendo, com o tempo, dar origem às substâncias orgânicas de estrutura química mais complexa, genericamente denominadas húmus (Miyasaka et al., 1983 e Igue, 1984). Segundo Kiehl (1985) o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda e do número e da frequência dos revolvimentos.

Pratt & Castellanos citados por Igue & Pavan (1984) verificaram ser o teor de nitrogênio do dejetos suíno relativamente elevado, apresentando valores de cerca de 23g.kg<sup>-1</sup> nas fezes e de 40 a 50g.kg<sup>-1</sup> na matéria seca do chorume, enquanto Matos et al. (1997) encontraram concentração de nitrogênio total de 4g.ℓ<sup>-1</sup> em águas residuárias da suinocultura. Desta forma e desde que o material palhoso e o dejetos sejam colocados em proporções tais que dêem uma relação C/N próximo a 30:1, a meda de compostagem terá boas condições para rápida decomposição (Costa, 1985).

Existem poucas informações sobre a taxa de decomposição do material orgânico sob diversas formas de compostagem, principalmente para as condições tropicais. Essas informações se tornam necessárias para que se permita a otimização do processo de compostagem, com vistas à obtenção de rápida e eficiente estabilização dos resíduos poluentes da suinocultura.

A adição de fosfato e sulfato de cálcio (gesso) aos materiais orgânicos em compostagem tem sido recomendada por alguns autores (Tibau, 1983 e Costa, 1985) como forma de minimizar as perdas de nitrogênio com a formação de fosfato e sulfato de amônio. Hoitnik & Poole e Poincelot citados por Kiehl (1985) observaram aumento da velocidade de decomposição do material orgânico e da conservação do nitrogênio com a adição de fosfato de cálcio às medas.

A maioria dos pesquisadores tem mostrado que a decomposição do material orgânico é caracterizada por uma fase de decomposição rápida, seguida de uma fase de decomposição lenta, podendo ser descrita por modelos exponenciais (Igue, 1984 e Paul & Clark, 1989). Desta forma, a relação entre a quantidade de material orgânico remanescente, X, após um período de tempo, t, e o material orgânico inicial, X<sub>0</sub>, pode ser apresentada, segundo Igue (1984), Igue & Pavan (1984) e Dabin (s.d.), como:  $X = X_0 e^{-Kt}$ . Os valores da constante de decomposição, K, que dão idéia da rapidez de decomposição do resíduo orgânico variam, segundo Igue (1984), de 0,025 ano<sup>-1</sup> (vegetação de *Pinus* em Serra Nevada, EUA) a 4,0 ano<sup>-1</sup> (florestas tropicais).

O objetivo deste trabalho foi estudar as variações do carbono, do nitrogênio, da relação C/N e da temperatura das medas na compostagem do bagaço de cana-de-açúcar (com e sem adição de gesso e de superfosfato triplo), do capim napier picado e da palha de café, quando da utilização de águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 15.09.93, na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG, em Ponte Nova, MG, em ambiente aberto, onde foram montadas medas para compostagem. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições e sete combinações de matérias-primas, assim constituídas:

1. bagaço de cana-de-açúcar + águas residuárias da suinocultura
2. capim napier + águas residuárias da suinocultura
3. palha de café + águas residuárias da suinocultura
4. bagaço de cana-de-açúcar + águas residuárias da suinocultura + gesso (1kg para cada m<sup>3</sup> de material orgânico)
5. bagaço de cana-de-açúcar + águas residuárias da suinocultura + superfosfato triplo (1kg para cada m<sup>3</sup> de material orgânico)
6. bagaço de cana-de-açúcar + águas residuárias da suinocultura + palha de café
7. capim napier + águas residuárias da suinocultura + palha de café

As águas residuárias da suinocultura foram coletadas no depósito de efluentes da pocilga, após um período de estocagem máximo de 7 dias.

A composição inicial de cada material está apresentada na Tabela 1, cujos dados foram utilizados nos cálculos para composição das medas, de forma a se obter a relação C/N inicial, sempre que possível, próximo de 30:1. A aplicação das águas residuárias da suinocultura foi parcelada em duas vezes, a primeira por ocasião da montagem das medas, e a segunda durante o primeiro revolvimento, 15 dias após, para completar o volume de dejetos requerido em cada tratamento. Apesar de todo esse cuidado nas medas contendo bagaço de cana-de-açúcar como material palhoso, os valores iniciais da relação C/N estiveram acima de 30:1, tendo em vista a dificuldade de se incorporar, nas quantidades requeridas, as águas residuárias da suinocultura sem que houvessem grandes perdas pela menor capacidade de retenção do líquido no material.

Em consequência do uso de águas residuárias, não foi necessário irrigar as medas de compostagem.

As medas de compostagem foram construídas nas dimensões de 3,0m x 1,5m x 1,0m, com seis camadas alternadas de material palhoso e águas residuárias da suinocultura, sendo a primeira e a última camadas compostas pelo material palhoso, com o intuito de se minimizar as perdas de nitrogênio (Kiehl, 1985). Após o preparo, as medas foram mantidas a céu aberto, à exceção dos dias chuvosos, quando foram cobertas com lona plástica, para evitar a lixiviação de nutrientes.

As chuvas tornaram-se mais intensas no final do período de humificação das medas (Tabela 2) ocasião em que, por diversas vezes, tiveram de ser cobertas com lona plástica.

Tabela 1. Composição química dos materiais orgânicos utilizados na produção dos compostos. Ponte Nova, MG, 1994

Material	C/N	dag.kg <sup>-1</sup>					mg.kg <sup>-1</sup>					
		C	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu
Bagaço	64,4:1	48,95	0,76	0,05	0,15	1,03	0,35	0,04	0,12	52	49	10
Capim napier	29,9:1	43,93	1,47	0,17	1,29	0,98	0,31	0,13	0,07	42	171	20
Palha de café	36,0:1	52,95	1,47	0,17	3,66	0,81	0,12	0,14	0,16	30	125	25
ARS*	10,1:1	21,31	2,10	2,11	0,48	6,52	0,63	0,55	0,37	303	484	958
Gessox						20,73		15,50				
Fosfato (ST)				20,10		14,30						

\* Águas residuárias da suinocultura, concentração na matéria seca

Tabela 2. Dados climáticos obtidos durante o período de compostagem das medas, em Ponte Nova, MG<sup>1</sup>

Mês/Ano	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)
		Máx.	Mín.	Média	
09/93	39,8	30,9	14,6	24,2	60
10/93	91,6	31,9	16,6	25,1	61
11/93	141,5	31,7	18,7	26,2	67
12/93	223,1	30,7	19,5	25,5	75
01/94	319,6	31,0	20,4	26,1	77

<sup>1</sup> Estação Meteorológica da UFV, Ponte Nova, MG

As amostras do material fresco e nos diversos estádios de maturação foram coletadas e secadas em estufa com convecção forçada, a 65°C, por 48 horas e, posteriormente, secadas a 110°C, por três horas (Kiehl, 1985) para a obtenção da matéria seca e determinação da concentração de cada elemento, tomando-se sempre como referencial a matéria seca.

As medas de compostagem foram revolvidas de acordo com a necessidade, tendo em vista o controle da temperatura e da umidade monitoradas, respectivamente, por termômetro de mercúrio (escala de 0 a 100°C) e pelo método da observação do comportamento físico-mecânico da massa, a cada período de dois dias.

Mensalmente e coincidindo sempre com o revolvimento das medas, foram coletadas amostras do material para cálculo da matéria seca e realização das análises químicas pertinentes. A determinação do nitrogênio total das amostras foi feita pelo método Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982) e a do carbono pelo método da combustão (Kiehl, 1985).

Modelos matemáticos do tipo exponencial simples foram ajustados aos dados de concentração de carbono e nitrogênio e relação C/N (Hoffman & Vieira, 1977) obtendo-se as constantes de decomposição do material orgânico e de acúmulo do nitrogênio nas medas de compostagem. Aos modelos obtidos foi aplicado o teste de identidade de modelos (Regazzi, 1993).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem dos resíduos orgânicos transcorreu no período compreendido entre os meses de setembro de 1993 e janeiro de 1994, sendo estabelecida a obtenção de relação C/N = 12 como indicativo de maturação das medas.

Durante a compostagem a temperatura da massa esteve sempre acima da temperatura média diária do ar, sendo que a maior diferença ocorreu no primeiro mês de compostagem, apresentando-se decrescente após esse período. O aumento de temperatura nas medas é decorrente do fato do processo de decomposição do material orgânico ser exotérmico.

Equações exponenciais foram ajustadas aos dados de concentração de carbono, nitrogênio e relação C/N nas medas, obtidos mensalmente durante o processo de compostagem, estando os melhores ajustes apresentados na Tabela 3.

Para se avaliar o efeito das combinações de matérias-primas na compostagem das medas, foram realizados testes de igualdade das equações ajustadas para concentração de carbono, de nitrogênio e da relação C/N, como função do tempo de compostagem, estando os resultados apresentados na Tabela 4.

Conforme se pôde verificar, as equações ajustadas para prever a concentração de carbono não diferiram a nível de 5% de probabilidade (Tabela 4); assim, uma equação única pode ser usada para a estimativa da diminuição da concentração de

Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para os dados de concentração de carbono (C), nitrogênio (N) e relação C/N, para cada composto orgânico

Comb.	Equações Ajustadas					
1	$C=47,61.e^{-0,002992*.t}$	$R^2=0,799$	$N=1,13.e^{0,007648*.t}$	$R^2=0,810$	$C/N=42,04.e^{-0,010640***.t}$	$R^2=0,960$
2	$C=46,72.e^{-0,003113*.t}$	$R^2=0,532$	$N=1,48.e^{0,004501***.t}$	$R^2=0,926$	$C/N=31,51.e^{-0,007613***.t}$	$R^2=0,849$
3	$C=49,73.e^{-0,004052***.t}$	$R^2=0,861$	$N=1,74.e^{0,004579*.t}$	$R^2=0,690$	$C/N=28,50.e^{-0,008630***.t}$	$R^2=0,938$
4	$C=48,65.e^{-0,004036*.t}$	$R^2=0,782$	$N=1,18.e^{0,007622*.t}$	$R^2=0,715$	$C/N=41,24.e^{-0,011658***.t}$	$R^2=0,942$
5	$C=50,23.e^{-0,003430*.t}$	$R^2=0,619$	$N=1,09.e^{0,006627*.t}$	$R^2=0,789$	$C/N=45,77.e^{-0,010058***.t}$	$R^2=0,984$
6	$C=48,60.e^{-0,003760***.t}$	$R^2=0,841$	$N=1,61.e^{0,006387ns.t}$	$R^2=0,487$	$C/N=30,20.e^{-0,010147*.t}$	$R^2=0,787$
7	$C=47,55.e^{-0,004327***.t}$	$R^2=0,823$	$N=1,72.e^{0,004733*.t}$	$R^2=0,692$	$C/N=27,60.e^{-0,009059***.t}$	$R^2=0,985$
Geral	$C=48,43.e^{-0,003673***.t}$	$R^2=0,772$	$N=1,40.e^{0,006014***.t}$	$R^2=0,610$		

\*.\*\*\* Significativos a nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

carbono nas diferentes combinações de matérias-primas, durante o período da compostagem, conforme representado na Figura 1. Esses resultados permitiram concluir-se que os diferentes materiais palhosos estudados, quando associados ao mesmo material decompositor (águas residuárias da suinocultura) apresentaram a mesma constante de decomposição,  $K_c = 0,003673 \text{ d}^{-1}$  ( $1,34 \text{ ano}^{-1}$ ) nas medas. Jenkinson & Ayanaba (1977) trabalhando em condições de temperatura muito próximo às deste experimento ajustaram, para a decomposição do azevém, uma equação exponencial dupla cujos valores de  $K_c$  componentes foram de  $2,83$  e  $0,087 \text{ ano}^{-1}$ .

Tabela 4. Análise de variância para se testar a igualdade dos modelos ajustados para estimativa da concentração de carbono (C), nitrogênio (N) e relação C/N nas medas de compostagem

Fontes de Variação	GL	QM <sub>(C)</sub>	QM <sub>(N)</sub>	QM <sub>(C/N)</sub>
Parâmetros	14			
Redução (b)	2			
Redução (Ho)	12	0,003993 <sup>n.s</sup>	0,060314 <sup>o</sup>	0,078565 <sup>**</sup>
Resíduo	21	0,009176	0,031514	0,018086
Total	35			

n.s., o., \*\* Não significativo e significativos a nível de 10 e 1% de probabilidade, respectivamente

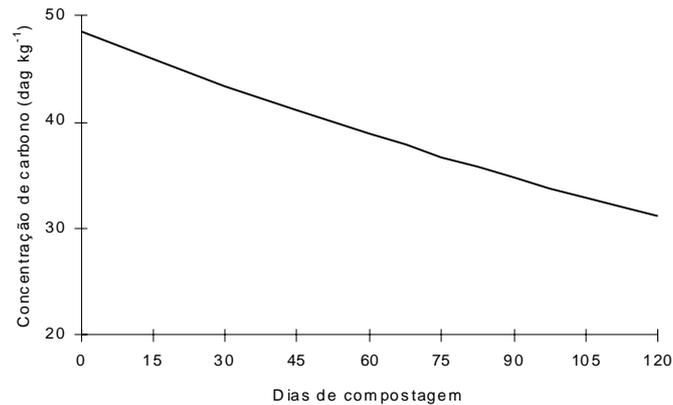


Figura 1. Curva da concentração de carbono durante a fase de compostagem dos materiais palhosos com águas residuárias da suinocultura

As equações ajustadas para concentração de nitrogênio nas medas como função do tempo de compostagem, tal como observado para a concentração de carbono, também não diferiram, a nível de 5% de probabilidade (Tabela 4); por esta razão, na Figura 2 está apresentada uma curva única para acúmulo de nitrogênio, com constante  $K_N = 0,006014 \text{ d}^{-1}$  ( $2,19 \text{ ano}^{-1}$ ).

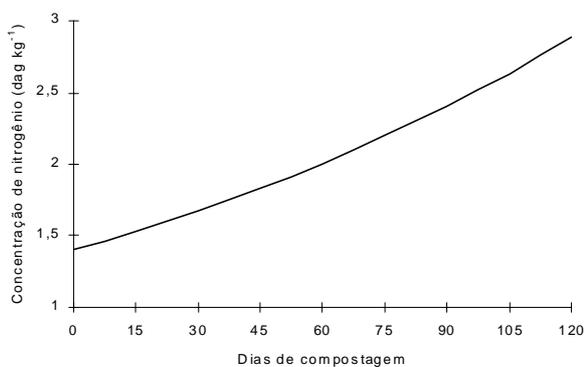


Figura 2. Curva da concentração de nitrogênio durante a fase de compostagem dos materiais palhosos com águas residuárias da suinocultura

O acúmulo de nitrogênio nas medas durante a compostagem deveu-se, primordialmente, à sua concentração no material, em decorrência da liberação de gases e do vapor d'água com a decomposição do material orgânico por microrganismos; entretanto, a baixa correlação encontrada entre as constantes de acúmulo de nitrogênio ( $K_N$ ) e as constantes de decomposição do material orgânico ( $K_c$ ) indica que o aumento da concentração de nitrogênio nas medas não pode ser atribuído somente às perdas de outros compostos, durante a compostagem. O aumento do nitrogênio nas medas pode estar associado, também, à retenção de nitrato presente na água precipitada e à fixação biológica do nitrogênio atmosférico (Sanchez, 1976 e Kiehl, 1985).

As equações ajustadas para a relação C/N como função do tempo de compostagem diferiram, a nível de 1% de probabilidade, de acordo com o teste de igualdade de equações apresentado na Tabela 4; por esta razão, as curvas obtidas para cada combinação de matérias-primas foram plotadas na Figura 3, onde se pode observar a diminuição da relação C/N do material orgânico com o tempo de compostagem das medas.

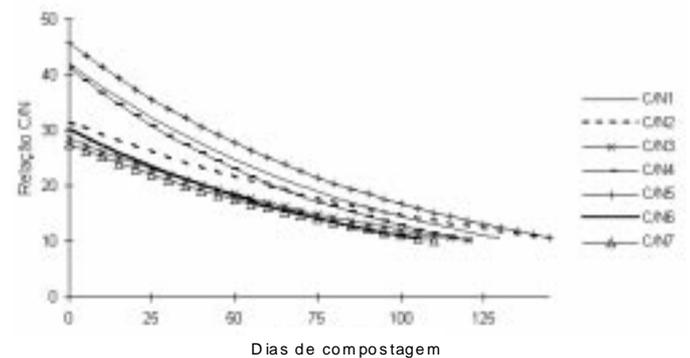


Figura 3. Curvas de relação C/N das medas durante a fase de compostagem dos materiais palhosos com águas residuárias da suinocultura

Numa análise individualizada das combinações de matérias-primas, verificou-se que a compostagem do bagaço de cana-de-açúcar, como único material palhoso e sem aditivos químicos (combinação 1) produziu uma equação para a relação C/N, que não diferiu das obtidas para as outras combinações, à exceção das constituídas com palha de café (combinações 3 e 7). A adição da palha de café às medas de compostagem também fez modificar a equação ajustada para se estimar a relação C/N das medas que receberam capim napier ao longo do período de sua compostagem.

O uso de bagaço de cana-de-açúcar e de capim napier misturados à palha de café (combinações 6 e 7) não proporcionou alterações significativas na equação ajustada para se estimar a relação C/N, como função do tempo de compostagem de palha de café com águas residuárias da suinocultura (combinação 3); os resultados indicaram ser viável o uso desses materiais, nas proporções utilizadas no experimento, como material complementar na compostagem, caso a quantidade de palha de café seja limitada.

A adição de gesso (combinação 4) ou superfosfato triplo (combinação 5) não provocou alterações significativas na equação obtida para estimativa da relação C/N das medas que receberam bagaço de cana-de-açúcar ao longo do período de compostagem (combinação 1); entretanto, torna-se importante ressaltar que houve diferença entre as equações ajustadas para a compostagem de bagaço de cana-de-açúcar com gesso e com

superfosfato triplo, tendo o uso do gesso provocado mais rápida maturação das medas (relação C/N = 12:1) com menor tempo de compostagem. A combinação do bagaço de cana-de-açúcar com gesso demandou períodos de tempo para maturação das medas semelhantes aos das combinações constituídas com palha de café (combinações 3, 6 e 7) coincidentemente com os que apresentaram relações C/N iniciais mais baixas. Esses resultados estão em concordância com indicativos de diversos autores (Costa, 1985 e Kiehl, 1985) que recomendam o uso de gesso na compostagem de materiais de elevada relação C/N.

Mesmo não tendo sido observadas diferenças significativas entre as declividades das curvas de relação C/N como função do tempo de compostagem (Tabela 4), verifica-se, analisando a Figura 3, tendência de mais rápida decomposição do material orgânico nas medas que receberam bagaço de cana-de-açúcar como único material palhoso (combinações 1, 4 e 5), apesar de apresentarem relações C/N iniciais acima de 40:1. Isto sugere poder-se utilizar resíduos orgânicos de mais altas relações C/N, para serem compostados.

O tempo médio gasto para que as medas alcançassem a maturação (relação C/N = 12) nas diversas combinações de matérias-primas, foi de 110 dias; as combinações que tiveram palha de café como material palhoso atingiram mais rapidamente a maturação que as outras, gastando de 90 a 100 dias, enquanto as combinações com capim napier e bagaço de cana-de-açúcar, com superfosfato triplo (combinações 2 e 5) foram as que mais demoraram, gastando 127 e 133 dias, respectivamente.

Apesar dos tempos obtidos se encontrarem acima dos 2 a 3 meses indicados por Loures (1983) como os que são, geralmente, necessários para a compostagem de resíduos agrícolas com esterco animal, a utilização de águas residuárias da suinocultura mostrou-se altamente recomendável, considerando-se o excelente aspecto (avaliação tátil e visual) dos compostos orgânicos produzidos e por ser uma forma de destinação que proporciona o reaproveitamento desses resíduos.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados, pode-se afirmar que:

1. As medas de compostagem contendo palha de café apresentaram mais rápida maturação (relação C/N = 12:1) ocorrida em um período de 90-100 dias de compostagem.
2. A substituição de parte da palha de café por capim napier e bagaço de cana-de-açúcar não alterou o processo de compostagem do material orgânico.
3. A adição do gesso proporcionou mais rápida decomposição do bagaço de cana-de-açúcar que o superfosfato triplo.
4. Nas medas de compostagem foram obtidas uma constante de decomposição ( $K_c$ ) de 0,003673 dia<sup>-1</sup> e uma taxa média de acúmulo de nitrogênio ( $K_N$ ) de 0,006014 dia<sup>-1</sup>, sendo o período de processamento compreendido entre 90 e 133 dias.
5. O uso de águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio para a compostagem de resíduos agrícolas mostrou-se altamente recomendável, considerando-se o excelente aspecto (avaliação tátil e visual) dos compostos orgânicos produzidos e por ser uma forma de destinação final que proporciona o reaproveitamento desses resíduos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, pelo apoio financeiro ao projeto, e ao técnico agrícola Antenor de Paula Rodrigues, pelo auxílio na condução do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L.; MILLER, L. H.; KEENEY, D.R. (ed.). **Methods of soil analysis**. Part 2: chemical and microbiological properties. Madison: ASA, SSSA, 1982. p.595-624.
- COSTA, M.B.B. **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Ícone, 1985. 100p.
- HOFFMAN, R.; VIEIRA, S. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. 2ª ed., São Paulo: Hucitec, 1977. 379p.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE A ADUBAÇÃO VERDE, 1983, Rio de Janeiro. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-67.
- IGUE, K.; PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais...** p.383-418.
- JENKINSON, D.E.; AYANABA, A. Decomposition of C<sup>14</sup> labeled plant material in tropical conditions. **Soil Science Society American Journal**, v.41, p.912-915, 1977.
- KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- DABIN, B. **Análise de compostos húmicos dos solos**. s.d. não pag. (Apostila, mimeografada).
- LOURES, E.G. **Produção de composto no meio rural**. 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983.12 p. (Informe Técnico nº. 17)
- MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N.; FREITAS, S.P.; VIDIGAL, S.M.; GARCIA, N.C.P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.254, p.399-410, 1997.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALERI, P.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas, 1983. 138p.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1989. 273p.
- REGAZZI, A.J. Teste para se verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, Viçosa, v.40, n. 228, p.176-195, 1993.
- SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley and Sons, 1976. 618p.
- TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 2ª. ed., São Paulo: Nobel, 1983. 220p.
- VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa L.*) ao efeito residual da adubação orgânica. I - Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995.
- VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.35-39, 1997