

**Compostagem de misturas de
capim-elefante com crotalária
inoculadas com adição de esterco
bovino ou biofertilizante**



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 96

Compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária inoculadas com adição de esterco bovino ou biofertilizante

Marco Antonio de Almeida Leal
José Guilherme Marinho Guerra
Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto
Mayara dos Santos Rocha

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.891-000, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.embrapa.br/agrobiologia

Comitê de Publicações

Presidente: Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Ednaldo da Silva Araújo, Janaina Ribeiro Costa Rouws, Luc Felicianus Marie Rouws, Luís Cláudio Marques de Oliveira, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Marcia Reed Rodrigues Coelho, Maria Elizabeth Fernandes Correia, Nátia Élen Auras

Supervisora editorial: Maria Elizabeth Fernandes Correia

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa: Marco Antonio de Almeida Leal

1^a edição

1^a impressão (2014): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agrobiologia

COMPOSTAGEM de misturas de capim-elefante com crotalária inoculadas com adição de esterco bovino ou biofertilizante / Marco Antonio de Almeida Leal et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014.

20 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 96).

ISSN: 1676-6709

1. Matéria orgânica. 2. Decomposição. 3. Atividade biológica. I. Leal, Marco Antônio de Almeida. II. Guerra, José Guilherme Marinho. III. Peixoto, Ricardo Trippia dos Guimarães. IV. Rocha, Mayara dos Santos. V. Embrapa Agrobiologia. VI. Série.

631.875 CDD 23. ed.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	17
Referências Bibliográficas	18

Compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária inoculadas com adição de esterco bovino ou biofertilizante

Marco Antonio de Almeida Leal¹

José Guilherme Marinho Guerra¹

Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto²

Mayara dos Santos Rocha³

Resumo

A compostagem é uma técnica que proporciona as condições ideais para obtenção de fertilizantes orgânicos humificados, ricos em nutrientes e com reduzidas cargas de contaminações químicas e biológicas. Durante a compostagem ocorrem reações químicas e processos metabólicos proporcionados pelos microrganismos presentes, o que pode justificar a utilização de inoculantes visando aumentar a eficiência desta técnica. A viabilidade econômica da compostagem depende da utilização de matérias primas abundantes, de custo competitivo e com reduzidos níveis de contaminação química e biológica. Este trabalho teve como objetivo avaliar a compostagem de misturas com 66% de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) + 33% de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) inoculadas com adição de esterco bovino ou de biofertilizante Agrobio. Durante 180 dias de incubação foram avaliadas as seguintes características: temperatura das pilhas, pH, condutividade elétrica, densidade e teores de matéria

¹ Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica-RJ. E-mails: marco.leal@embrapa.br; guilherme.guerra@embrapa.br.

² Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024. CEP 22460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: ricardo.tripplia@embrapa.br.

³ Aluna de graduação em Agronomia da UFRRJ e bolsista CNPq. E-mail: may_ufrrj@hotmail.com.

orgânica e de N. Perdas de massa, de volume e de conteúdo de N foram avaliadas aos 90 dias de incubação, quando se constatou a estabilização do processo. Ocorreu elevação da temperatura no início da compostagem, indicando elevada atividade biológica, independente da utilização de esterco ou de biofertilizante. Constatou-se que é possível obter compostos orgânicos estáveis e com elevados teores de N a partir da mistura de apenas capim-elefante com crotalária.

Composting of mixtures of elephant grass with sunn hemp inoculated with addition of manure or biofertilizer

Abstract

*Composting is one technique that provides optimal conditions for obtaining of humified organic fertilizer, which is rich in nutrients and reduced contents of chemical and biological contamination. During composting, chemical reactions and metabolic processes are promoted by microorganisms, which could justify the use of inoculants to increase the efficiency of this technique. The economic viability of composting depends on the use of abundant raw materials, with competitive cost and low levels of chemical and biological contaminations. This study aimed to evaluate the composting of mixture with 66% of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) + 33% of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.), inoculated with additions of cattle manure or biofertilizer Agrobio. During 180 days of incubation it were evaluated the temperature, pH, electrical conductivity, density, and concentrations of organic matter and N. The loss of mass, volume and N content were evaluated at 90 days of incubation, when the stabilization of process was observed. High temperatures were observed at the beginning of the composting, showing the occurrence of high biological activity, independent of the use of inoculants. It was found that it is possible to obtain stable organic composts and with high content of N only from the mixture of elephant grass with sunn hemp.*

Keywords: *Organic matter, decomposition, biological activity.*

Introdução

A crescente demanda por fertilizantes orgânicos pode ser atendida por meio da utilização de materiais vegetais localmente disponíveis. A compostagem é uma técnica que proporciona as condições ideais para obtenção de fertilizantes orgânicos humificados, ricos em nutrientes e com reduzidas cargas de contaminações químicas e biológicas. De acordo com Inácio e Miller (2009), a compostagem é um processo de biodecomposição de caráter aeróbico e termofílico.

Segundo Chang e Hsu (2008), durante o processo de compostagem, as reações químicas e os complexos processos metabólicos dos microrganismos presentes variam em função da composição das matérias primas utilizadas. Diversos autores destacam a importância de se inocular as misturas de composto com materiais que apresentam elevada carga microbiana, visando melhorar o processo de compostagem. Ke et al. (2010), observaram que a inoculação com actinomicetos termo-tolerantes diminuiu o tempo de maturação de composto de resíduos de alimentos, quando comparado com o controle sem inoculação. Vargas-García et al. (2006) avaliaram o efeito da aplicação de bactérias em diferentes formulações de compostos e constataram que a inoculação afetou significativamente os índices de humificação.

A viabilidade econômica da compostagem depende da utilização de matérias primas abundantes, de custo competitivo e com reduzidos níveis de contaminação química e biológica. O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e a leguminosa crotalária (*Crotalaria juncea* L.) são materiais renováveis, com reduzida carga de contaminação biológica e que podem ser produzidos em nível local, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários.

Como opção de inoculante, destacam-se o esterco bovino e os biofertilizantes. O esterco bovino é um material muito utilizado em formulações de composto por apresentar uma grande população de microrganismos e elevado teor de N. Segundo Coelho (2008),

não é recomendável realizar compostagem sem adição de esterco na mistura. Biofertilizantes são compostos bioativos, resultantes da fermentação de materiais orgânicos contendo células vivas ou latentes de microrganismos, tais como bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos, e seus metabólitos (ALVES et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem de misturas de capim-elefante com a leguminosa crotalária, inoculadas com adição de esterco bovino ou de biofertilizante Agrobio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre março e setembro de 2004, na Estação Experimental da PESAGRO RIO, localizada em Seropédica-RJ, nas coordenadas 22° 45' S e 43° 40' W. A compostagem foi realizada em pilhas com dimensões de 2,0 x 2,0 x 1,2 m, instaladas a céu aberto, sobre lona plástica. Foi utilizada uma única formulação de composto, obtida a partir da mistura de 66% de capim elefante + 33% de crotalária, calculada com base na massa seca. Foram utilizados capim-elefante rebrotado com idade de quatro meses e crotalária com idade de três meses após a semeadura, ambos fragmentados em pedaços de 3,0 cm com auxílio de uma picadeira mecânica. Como fonte microrganismos, foram utilizados esterco bovino curtido e biofertilizante líquido Agrobio, produto produzido com esterco, melão, torta de mamona e micronutrientes, conforme descrito por Fernandes et al. (2006). A inoculação foi realizada no momento da mistura das matérias primas. A Tab. 1 apresenta características dos materiais utilizados, sendo que os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com Silva (2009). Foram avaliados os seguintes tratamentos:

- 1) Composto sem inoculação.
- 2) Composto preparado com adição de esterco bovino, adicionado em quantidade equivalente a 5% da massa seca da pilha.
- 3) Composto preparado com adição de 100 litros do biofertilizante Agrobio diluído a 5%.

Tabela 1. Teores de matéria orgânica e de N dos materiais utilizados no experimento de compostagem.

	Matéria orgânica	N
	(g kg ⁻¹)	
Crotalária	916,2	26,9
Capim-elefante	903,5	8,0
Esterco	487,3	15,3

O período total de incubação foi de 180 dias e amostragens foram realizadas semanalmente para avaliação de temperatura, e aos 7, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias para avaliação de pH, condutividade elétrica, densidade, teores de matéria orgânica e teor de N. Aos 90 dias, quando foi constatada a estabilização das misturas, foram avaliadas as perdas proporcionais de massa, de volume e do conteúdo de N. As pilhas foram revolvidas semanalmente no primeiro mês, quinzenalmente no segundo e no terceiro mês, e mensalmente do quarto ao sexto mês.

Cada tratamento foi constituído de uma pilha de composto. As avaliações foram realizadas com três repetições. Em cada repetição, foram coletadas amostras na metade da altura da pilha, em posições equidistantes das outras amostragens. A avaliação de temperatura foi realizada em três posições, inserindo o termômetro a 30 cm de profundidade a partir da superfície superior da pilha.

A análise de pH foi realizada em solução de água destilada (5:1 v/v) e a condutividade elétrica foi determinada no mesmo extrato aquoso obtido para a medição do pH. O teor de matéria orgânica foi determinado por perda de massa aquecida a 500°C durante 2 h, em forno do tipo mufla, utilizando-se amostras de 1000 mg, previamente secas em estufa a 100°C. Considerou-se como matéria orgânica o material perdido pela queima entre 100 e 500°C. O teor de N foi obtido de acordo com os procedimentos descritos por Silva (2009).

Foram calculados índices de eficiência do processo de compostagem, como redução de massa, a redução de volume e perdas de N que ocorreram ao longo do processo. A perda de massa foi calculada por meio da quantidade de massa seca presente em cada pilha de composto após um determinado período de tempo, comparado com a quantidade de massa seca presente na mesma pilha no início da compostagem. A massa seca de cada pilha de composto foi calculada em função da sua massa úmida e do teor de matéria seca, determinado com base em três amostras/repetições para cada pilha. A perda de volume foi calculada da mesma forma. A perda do conteúdo de N foi calculada considerando os valores de massa das pilhas de composto e do teor deste nutriente.

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância do esquema parcela dividida, com tratamento na parcela e tempo de compostagem na sub-parcela, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Foram apresentados os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores.

O comportamento de cada tratamento ao longo do processo de compostagem foi apresentado por meio de gráficos contendo os valores médios e o erro padrão. As perdas de massa, de volume e de N após 90 dias de compostagem foram apresentadas por meio de tabela contendo os valores médios e os erros padrões.

Resultados e discussão

A Tab. 2 apresenta os resultados da análise de variância. Observa-se elevada significância do efeito do tempo de compostagem sobre todas as características avaliadas, indicando que todas elas sofreram alterações significativas ao longo do processo. O efeito dos tratamentos também foi significativo sobre quase todas as características avaliadas, exceto para o teor de N.

Observa-se na Fig. 1 que apesar da análise de variância ter apresentado resultado significativo para tratamento e para a interação

Tabela 2. Resultados da análise de variância do esquema parcela dividida, com tratamento na parcela e tempo de compostagem na sub-parcela, apresentado os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores, e os coeficientes de variação das parcelas e das sub-parcelas.

	Nível de significância			CV%	
	Tratamento	Tempo	Interação	Parc.	Sub-Parc.
Temperatura	0,019 *	<0,001 **	0,000 **	1,58	3,20
pH	0,010 **	<0,001 **	0,228 ns	1,99	2,16
Condutividade elétrica	0,031 *	<0,001 **	0,528 ns	11,33	11,82
Densidade	0,015 *	<0,001 **	0,113 ns	4,12	7,88
Matéria orgânica	0,047 *	<0,001 **	0,082 ns	2,62	2,59
Nitrogênio	0,307 ns	<0,001 **	0,093 ns	9,51	9,33

***: significativo ao nível de 1,0%; *: significativo ao nível de 5,0%; ns: não significativo.

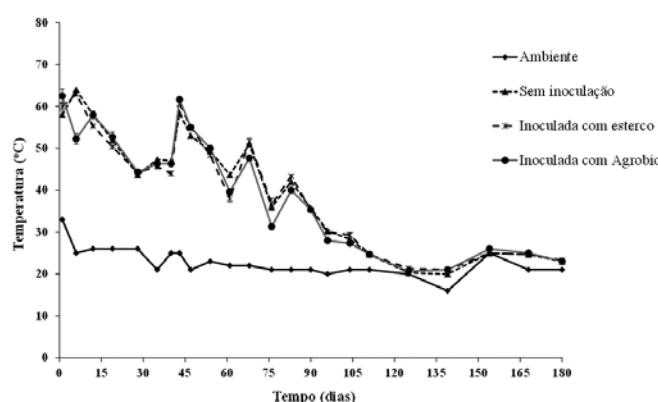


Fig. 1. Temperaturas observadas durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

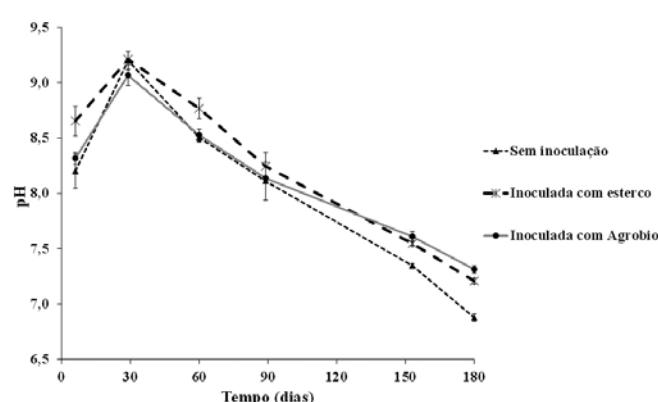


Fig. 2. Valores de pH observados durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

entre tratamento e tempo de compostagem, todos os tratamentos apresentaram curvas de temperatura muito semelhantes, sem diferenças marcantes que possam ser atribuídas a algum efeito prático. A elevação da temperatura, com valores acima de 60°C, que ocorreu em todas as pilhas no início da compostagem demonstra elevada atividade biológica, independente da inoculação. De acordo com Inácio e Miller (2009), os materiais orgânicos utilizados na compostagem geralmente já contêm os microrganismos necessários à compostagem, sendo chamados de “microrganismos nativos”. Observa-se também que ocorre redução progressiva da temperatura em todos os tratamentos até se estabilizarem aos 90 dias após o início do processo, aproximadamente, alcançando valores próximos aos da temperatura ambiente, indicando a estabilização das misturas de composto. Segundo Gómez et al. (2006), a mensuração da temperatura na pilha de composto é um método prático para estimar sua estabilização. Nota-se que ocorrem novas elevações de temperatura nos períodos imediatamente após os revolvimentos, e que estas elevações são menores no final da compostagem.

Em todos os tratamentos ocorreu elevação dos valores de pH (Fig. 2) no início da compostagem, com valores máximos acima de 9,0 aos 30 dias de incubação, seguida de redução gradual até o final da compostagem. Segundo Negro et al. (1999), o pH pode se elevar no início da compostagem devido à transformação do N contido nas proteínas em amônia. Com o tempo a amônia se transforma em nitrato, reduzindo o pH. Apesar de o tratamento sem adição de esterco bovino ou Agrobio apresentar valor de pH ligeiramente inferior aos demais tratamentos ao final da compostagem, os três tratamentos apresentaram valores de pH muito semelhantes ao longo do processo.

Os resultados de condutividade elétrica encontram-se na Fig. 3. Observa-se que os tratamentos com adição de esterco bovino ou de Agrobio apresentaram valores ligeiramente superiores ao tratamento sem inoculação, provavelmente devido à adição de nutrientes proporcionado pela adição destes materiais.

Compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária inoculadas com adição de esterco bovino ou biofertilizante

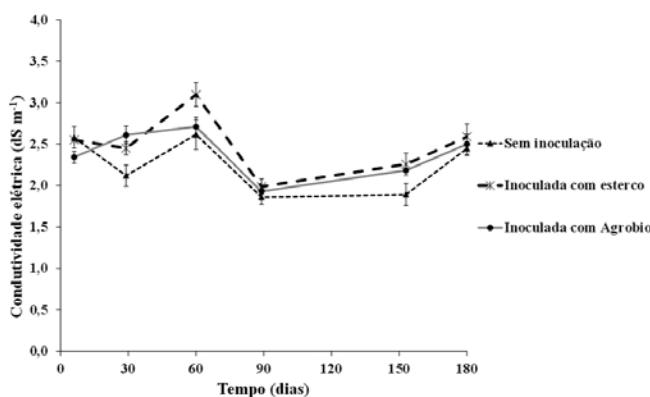


Fig. 3. Valores de condutividade elétrica observados durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

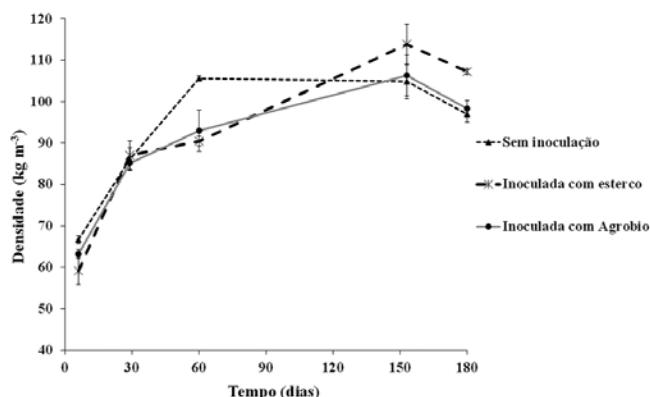


Fig. 4. Valores de densidade observados durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

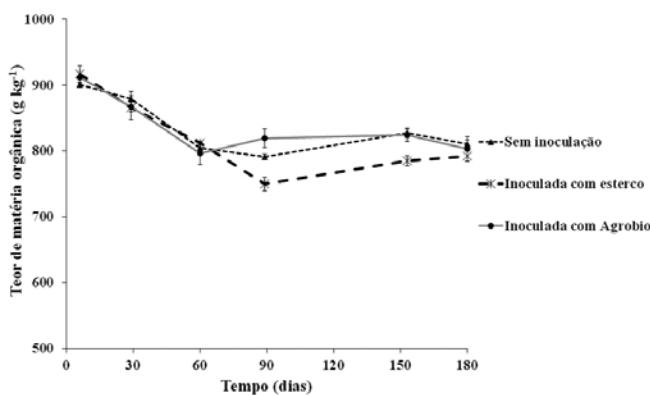


Fig. 5. Teores de matéria orgânica observados durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

Ocorreu aumento da densidade ao longo do processo de compostagem em todos os tratamentos, conforme se observa na Fig. 4. Este aumento está associado ao aumento do grau de humificação do material orgânico e à ação fragmentadora da macrofauna presente. Este efeito também foi observado por Tiquia e Tam (2002) ao longo do processo de compostagem, sendo mais evidente nos primeiros 130 dias.

Os teores de matéria orgânica decrescem até aos 90 dias de incubação, aproximadamente, época em que as pilhas de todos os tratamentos avaliados apresentaram temperaturas próximas aos da temperatura ambiente, podendo ser consideradas estabilizadas (Fig. 5). Este decréscimo está relacionado à emissão de CO_2 que ocorre devido à atividade decompositora dos microrganismos. Jahnel et al. (1999), Tiquia e Tam (2002) e Tiquia et al. (1998) relatam reduções nos teores de C ao longo do processo de compostagem. O tratamento com adição de esterco bovino apresentou, após 90 dias de incubação, valores de matéria orgânica inferiores aos demais tratamentos. Isto ocorreu devido ao reduzido conteúdo de matéria orgânica do esterco, que mesmo utilizado em pequena quantidade, contribuiu para elevar o conteúdo da fração mineral do composto.

Observou-se aumento dos teores de N total em todos os tratamentos ao longo do processo de compostagem (Fig. 6). Este é um comportamento típico, relatado por vários autores (BERNAL et al., 1998a; JAHNEL et al., 1999; TIQUIA et al., 1998), e ocorre devido ao efeito concentrador da perda proporcional de massa em relação à perda de N. Aos 90 dias de incubação, os teores de N de todos os tratamentos se estabilizaram em valores próximos a 30,0 g kg⁻¹. É interessante destacar que estes valores são superiores aos encontrados na maioria dos fertilizantes orgânicos. Melo et al. (2008), ao caracterizarem diversos resíduos orgânicos, observaram teores de N total próximos a 11,0 g kg⁻¹ em esterco bovino. Segundo Kiehl (2010) o teor médio de N em estercos de galinha é de 27,6 g kg⁻¹.

As perdas de massa, de volume e do conteúdo de N após 90 dias de compostagem estão apresentadas na Tab. 3. A determinação destes

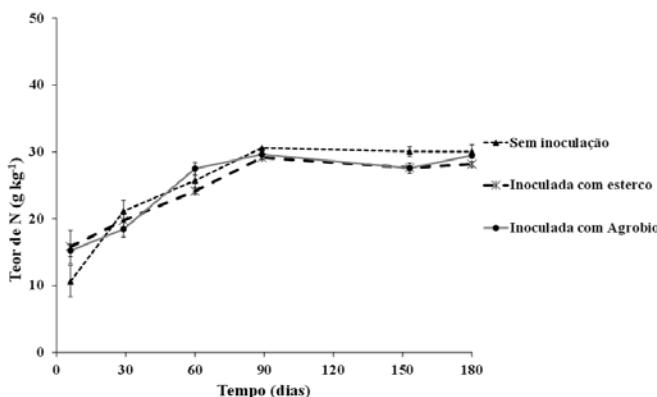


Fig. 6. Teores de N observados durante a compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média de três repetições \pm erro padrão).

Tabela 3. Perdas proporcionais de massa, de volume e do conteúdo de N observados aos 90 dias após o início da compostagem de misturas de capim-elefante com crotalária, inoculadas com aplicação de esterco bovino ou de Agrobio (média \pm erro padrão).

	Perda de massa	Perda de volume (%)	Perda de N
Controle	66,2 \pm 3,0	72,9 \pm 3,4	29,3 \pm 1,3
Com adição de esterco	61,5 \pm 2,4	72,9 \pm 2,5	23,2 \pm 1,0
Com adição de Agrobio	67,1 \pm 1,8	73,4 \pm 1,7	33,2 \pm 0,8

índices é essencial para que a compostagem seja realizada de forma metódica, possibilitando que o dimensionamento do processo seja realizado com base em coeficientes técnicos. Os valores de perdas de massa (Tab. 3) permaneceram entre 61,5 e 67,1%. Bernal et al. (1998b) estudando o processo de compostagem de diferentes misturas, observaram que o conteúdo de C sofreu perdas de até 70% após 30 dias e de até 90% após 70 dias. As perdas de volume foram muito semelhantes nos três tratamentos, permanecendo em torno de 73%. A perda de N aos 90 dias de compostagem foi o índice de eficiência que apresentou as maiores diferenças entre os tratamentos, com valores entre 23,2 e 33,2%.

Conclusões

Todos os tratamentos apresentaram curvas de temperatura muito semelhantes, com valores elevados no início da compostagem, indicando ocorrência de elevada atividade biológica independente da adição de esterco ou Agrobio, e a estabilização do processo aconteceu aos 90 dias de incubação, aproximadamente, quando as temperaturas das pilhas se aproximaram da temperatura ambiente.

É possível obter compostos orgânicos estáveis e com elevados teores de N a partir da mistura de apenas capim-elefante com crotalária.

Referências Bibliográficas

- ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M.A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 21, p. 16-21, 2001.
- BERNAL, M. P.; PAREDES, C.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; CEGARRA, J. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. **Bioresouce Technology**, v. 63, n. 1, p. 191-99, 1998a.
- BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting states during their incubation with soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 69, n. 3, p. 175-189, 1998b.
- CHANG, J. I.; HSU, T. E. Effect of compositions on food waste composting. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 17, p. 8068-8074, 2008.
- COELHO, F. C. **Composto orgânico**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 10 p. (Manual Técnico 3).

FERNANDES, M. C. A.; LEITE, E. C. B; MOREIRA, V. E. **Defensivos alternativos**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2006. 22 p. (Pesagro-Rio. Informe Técnico, 34).

GÓMEZ, R. B.; LIMA, F. V.; FERRER, A. S. The use of respiration indices in the composting process: a review. **Waste Management & Research**, v. 24, p. 37-47, 2006.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 301-304, 1999.

KE, G. R.; LAI, C.M.; LIU, Y.Y.; YANG, S.S. Inoculation of food waste with the thermo-tolerant lipolytic actinomycete *Thermoactinomyces vulgaris* A31 and maturity evaluation of the compost. **Bioresouce Technology**, v.101, n.19, p.7424-7431, 2010.

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Edição do autor, 2010. 248 p.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 101-110, 2008.

NEGRO, M. J.; SOLANO, M. L.; CIRIA, P.; CARRASCO, J. Composting of sweet sorghum bagasse with other wastes. **Bioresouce Technology**, v. 67, n.1, p.89-92, 1999.

SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Characterization and composting of poultry litter in forced-aeration piles. **Bioresouce Technology**, v. 37, n. 8, p.869-880, 2002.

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y.; HODGKISS, I. J. Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 67, n.1, p.79-89, 1998.

VARGAS-GARCÍA, M. C.; SUÁREZ-ESTRELLA, F. F.; LÓPEZ, M. J.; MORENO, J. Influence of microbial inoculation and co-composting material on the evolution of humic-like substances during composting of horticultural wastes. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 6, p.1438-1443, 2006.



Agrobiologia

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

