

Processo de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 77

Processo de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária

Marco Antonio de Almeida Leal
José Guilherme Marinho Guerra
Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto
Silvio da Silva Santos

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.851-970, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

E-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Norma Gouvêa Rumjanek

Secretária-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Bruno José Alves, Ednaldo da Silva Araújo, Guilherme

Montandon Chaer, José Ivo Baldani, Luis Henrique de Barros Soares

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

Foto da capa: Marco Antonio de Almeida Leal

1ª edição

1ª impressão (2011): 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

P963

PROCESSO de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária / Marco Antonio de Almeida Leal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77).
ISSN 1676-6709

1. Composto orgânico. I. Leal, Marco Antonio de Almeida. II. Guerra José Guilherme Marinho. III. Peixoto, Ricardo Trippia dos Guimarães. IV. Santos, Sílvio da Silva. V. Embrapa Agrobiologia. VI. Série.

631.87 CDD 23. Ed.

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusão	19
Referências Bibliográficas	21

Processo de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária

Marco Antonio de Almeida Leal¹

José Guilherme Marinho Guerra¹

Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto²

Silvio da Silva Santos³

Resumo

A compostagem de materiais vegetais constitui importante alternativa aos fertilizantes orgânicos tradicionais. Identifica-se o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e a leguminosa crotalária (*Crotalaria juncea* L.) como materiais muito promissores para a produção de compostos orgânicos, pois são matérias-primas renováveis, com reduzida carga de contaminação biológica e que podem ser produzidas em nível local, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários. Este trabalho teve como objetivo caracterizar o processo de compostagem da mistura destes materiais, avaliando-se as seguintes formulações: 100% de crotalária, 66% de crotalária + 33% de capim elefante e 33% de crotalária + 66% de capim elefante. Em todos os tratamentos avaliados a temperatura se elevou acima de 60°C no início do processo de compostagem, indicando elevada atividade microbiana, e se reduziu até valores próximos à temperatura ambiente por volta de 80 dias de

¹ Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, Seropédica-RJ, CEP 23851-970.
E-mails: mleal@cpab.embrapa.br; gmguerra@cpab.embrapa.br

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

³ Mestrando em Agronomia - Ciência do Solo, UFRRJ, BR 465 Km 7, Seropédica-RJ, CEP 23890-000. E-mail: silvioufrrj@yahoo.com.br

incubação, indicando a estabilização do material. Ao longo de 90 dias de compostagem ocorreu aumento dos teores de N em todos os tratamentos que atingiram, ao final do processo, valores entre 24,3 e 32,7 g kg⁻¹, equivalentes aos encontrados em fertilizantes orgânicos ricos neste elemento, o que habilita a utilização de qualquer das três formulações estudadas como fertilizante orgânico fornecedor de N. As perdas de massa e de N, após 90 dias de compostagem, foram superiores nos tratamentos com maiores proporções de crotalária.

Composting process from the mixture of elephant grass and sunn hemp

Abstract

*Composting of plant materials is an important alternative to traditional organic fertilizers. Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) are identified as very promising materials for the production of organic compounds. They are renewable raw materials, with reduced burden of biological contamination, that can be produced at local level, increasing the sustainability of the agricultural system production. This study aimed to characterize the process of composting by mixing these both materials, as follows: 100% sunn hemp, 66% sunn hemp + 33% elephant grass and 33% sunn hemp + 66% elephant grass. In all treatments evaluated, the temperature surpassed 60°C at the beginning of the composting process, indicating high microbial activity, and decreased to values close to room temperature within approximately 80 days of incubation, indicating the stabilization of the material. During 90 days of composting there was an increase of N content in all treatments, reaching at the end of the process, 24.3 and 32.7 g kg⁻¹, values equivalent to those found in N-rich organic fertilizers, which enables the use of any of the three formulations studied as an organic fertilizer supplier of N. Mass and N losses after 90 days of composting were higher in treatments with higher proportions of sunn hemp.*

*Keywords: Organic compost, *Crotalaria juncea*, *Pennisetum purpureum*.*

Introdução

A demanda por alternativas aos fertilizantes orgânicos tradicionalmente utilizados na agropecuária é crescente, pois em algumas regiões o esterco bovino e a cama de aviário possuem custo elevado e são de difícil obtenção. A elevada carga de contaminação biológica que estes materiais geralmente apresentam torna-se incentivo para a sua substituição, devido às crescentes restrições sanitárias que se impõem ao seu transporte, comercialização e utilização. A compostagem é um processo de decomposição biológica de substratos orgânicos, realizado sob condições que permitem alcançar temperaturas elevadas, produzindo, ao final, produtos estáveis, livres de patógenos e de sementes. Schaub e Leonard (1996) definem compostagem como um processo bioquímico aeróbico natural em que microorganismos transformam materiais orgânicos em produtos mais estáveis que beneficiam o solo.

A viabilidade econômica da obtenção de adubos orgânicos e substratos através da compostagem está intimamente relacionada à utilização de matérias-primas abundantes, de custo competitivo e com reduzidos níveis de contaminação química e biológica. Além disso, a qualidade dos materiais utilizados na compostagem deve ser considerada em função da eficiência do processo. Segundo Valente et al. (2009), para alcançar uma relação C/N adequada ao processo de compostagem é necessário misturar diferentes resíduos orgânicos. O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e a leguminosa crotalária (*Crotalaria juncea* L.) são materiais muito promissores de origem vegetal para a produção de compostos orgânicos. São matérias-primas renováveis, com reduzida carga de contaminação biológica e que podem ser produzidos em nível local, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários.

O capim-elefante é largamente cultivado no país, sendo utilizado principalmente para a alimentação animal. Apresenta elevado potencial de produção de matéria seca, aceitabilidade e qualidade. Segundo Pereira et al. (2000), esta espécie se adapta à maioria dos ecossistemas tropicais. De acordo com Quesada (2001), o capim elefante está entre as espécies de

alta eficiência fotossintética (metabolismo C_4), que resulta em grande capacidade de acumulação de matéria seca.

A crotalária é uma leguminosa que apresenta elevada capacidade de promover a fixação de N em simbiose com bactérias, produzir biomassa rapidamente, aumentar a matéria orgânica do solo e suprimir nematóides parasitas de plantas. Segundo Valenzuela e Smith (2002), a crotalária é uma leguminosa de crescimento rápido, principalmente em condições de alta temperatura, sendo uma excelente cultura para adubação verde.

Para que um processo de compostagem seja realizado corretamente são necessários planejamento e dimensionamento, considerando-se características do produto final, tais como pH, condutividade elétrica, densidade e teores de nutrientes, bem como as perdas de nutrientes e a redução de massa ao longo do processo. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o processo de compostagem de diferentes formulações obtidas a partir da mistura de palhada do capim elefante com a leguminosa crotalária.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido de janeiro a julho de 2005 na Estação Experimental da PESAGRO RIO, localizada em Seropédica-RJ, e situada nas coordenadas 22° 45' S e 43° 40' W. Pilhas de 3,0 m³ foram erguidas sobre lona plástica, em local coberto. As proporções das diferentes misturas de matéria prima foram calculadas com base na massa seca.

Avaliaram-se os seguintes tratamentos:

1. 100% de crotalária (100% CJ).
2. 66% de crotalária + 33% de capim elefante (66% CJ + 33% CE).
3. 33% de crotalária + 66% de capim elefante (33% CJ + 66% CE).

Utilizou-se capim elefante rebrotado, com idade de quatro meses e crotalária com idade de três meses, ambos fragmentados em pedaços de 3,0 cm utilizando-se picadeira mecânica. Os teores de C, N, Ca, Mg, P e K das matérias-primas utilizadas estão apresentados na Tabela 1.

Cada tratamento foi constituído de uma pilha de composto. As avaliações foram realizadas com três repetições. Para cada repetição, foram realizadas amostragens na metade da altura da pilha e em posições equidistantes das outras amostragens. Este é um procedimento usual em experimentos de compostagem, pois ao contrário de experimentos realizados com plantas, as pilhas de composto não estão sujeitas à variabilidade das condições do solo, e seu interior apresenta grande uniformidade microclimática.

O período total de incubação foi de 90 dias. As pilhas foram revolvidas semanalmente no primeiro mês e quinzenalmente no segundo e no terceiro mês. A temperatura das pilhas foi avaliada semanalmente. O pH, condutividade elétrica, densidade, teores de C e de N foram avaliados aos 7, 30, 60 e 90 dias. Os teores de Ca, Mg, P e K, e as perdas proporcionais de massa e de N foram avaliados aos 90 dias após o início da compostagem.

A avaliação de temperatura foi realizada utilizando-se um termômetro de bulbo de mercúrio, inserido pela parte superior de cada pilha. Para a realização das demais avaliações, amostras de composto foram retiradas e imediatamente divididas em duas alíquotas. Uma alíquota, de aproximadamente 50 g, foi colocada em saco plástico para análise de pH e da condutividade elétrica, sendo armazenada em geladeira. Outra alíquota, de 2000 mL, foi colocada em saco de papel para secagem em estufa (> 72 h, 65°C) e posteriormente moída (< 2,0 mm) em moinho tipo Wiley.

A análise de pH foi realizada segundo o método descrito por Tedesco (1995), em solução de água destilada (5:1 v/v). A condutividade elétrica foi medida no mesmo extrato aquoso obtido para a medição do pH. A densidade foi calculada através da pesagem do volume fixo de composto, utilizando-se recipientes plásticos de 2000 mL.

Tabela 1. Teores de C e N, relação C:N e teores de Ca, Mg, P, K das matérias primas utilizadas no experimento de compostagem.

	C	N	C:N	Ca	Mg	P	K
	---- g kg ⁻¹ ----			----- g kg ⁻¹ -----			
Crotalária	536,4	25,9	21,71	15,23	4,93	5,17	2,05
Capim elefante	522,9	12,5	41,83	8,55	3,00	6,00	3,33

O teor de carbono (C) foi determinado por perda de massa aquecida a 500°C durante 2 horas, em forno do tipo mufla, por meio da pesagem de 1,000 g de cada amostra em cadinhos de porcelana. Considerou-se como matéria orgânica, o material perdido pela queima entre 100 e 500°C, e os valores obtidos foram divididos pelo fator 1,72 para obter os teores de C. As análises dos teores de N, Ca, Mg, K e P foram realizadas na Embrapa Agrobiologia, utilizando procedimento descrito por Silva (1999).

A perda de massa das pilhas de composto foi calculada por meio da pesagem da massa de cada pilha após 90 dias de incubação, comparada com a massa da mesma pilha no início da compostagem. A perda de N foi calculada considerando os valores de massa do composto e o teor deste nutriente nas diferentes épocas de amostragens.

A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva, sem testes de inferência para determinar diferenças significativas, o que é um procedimento usual em experimentos com compostagem. Calculou-se o erro padrão em cada tratamento e em cada época de amostragem para todas as características, exceto para relação C:N, pois esta característica não é obtida através de avaliação direta, mas calculada como proporção entre os teores de C e de N.

Resultados e Discussão

Todos os tratamentos apresentaram curvas de temperatura muito semelhantes, com valores elevados, acima de 60°C, no início do processo

de compostagem e redução progressiva até se aproximarem da temperatura ambiente, aos 80 dias após o início do processo, conforme se observa na Fig. 1. Este é um comportamento desejável para a eliminação de eventual contaminação biológica com enteropatógenos ou propágulos de plantas invasoras, e demonstra que em todos os tratamentos ocorreu elevada atividade biológica e decomposição da matéria orgânica no início da compostagem. Nota-se que elevações da temperatura ocorreram novamente nos períodos imediatamente após os revolvimentos, e que estas elevações de temperatura foram menores no final da compostagem. Comportamento semelhante foi observado por autores como Negro et al. (1999), Jeong e Kim (2001) e Brito et al. (2008). Pode-se considerar que em todos os tratamentos, a estabilização do material ocorreu por volta dos 80 dias de incubação, quando a temperatura das pilhas se aproximou da temperatura ambiente. Tiquia e Tam (2002), estudando a compostagem de cama de aviário, observaram que os compostos atingiram a temperatura ambiente aos 128 dias, período em que o composto alcançou a estabilidade, segundo consideraram estes autores.

Os tratamentos 100% CJ e 66% CJ + 33% CE, com maiores proporções de crotalária e maiores teores de N, apresentaram valores de pH próximos a 8,5 no início da compostagem, enquanto o tratamento 33% CJ + 66% CE, com menor proporção de crotalária e menor teor de N, apresentou pH de 8,2 (Fig. 2). Os valores mais elevados de pH observados nos compostos orgânicos mais ricos em N provavelmente estão relacionados à transformação do N protéico em N amoniacal, que ocorreu em maior quantidade nas formulações com maior teor deste nutriente. Após 60 dias de incubação, o pH de todos os tratamentos se estabilizou em valores próximos a 7,8. Segundo Negro et al. (1999), o pH pode se elevar no início da compostagem devido à transformação do N contido nas proteínas em amônia, mas com o tempo a amônia se transforma em nitrato, reduzindo o pH.

Os valores de condutividade elétrica aumentaram ao longo do processo de compostagem (Fig. 3), como consequência do efeito concentrador de nutrientes que ocorreu devido à perda de massa por CO_2 associada à ausência de perdas de nutrientes por lixiviação. Os tratamentos com

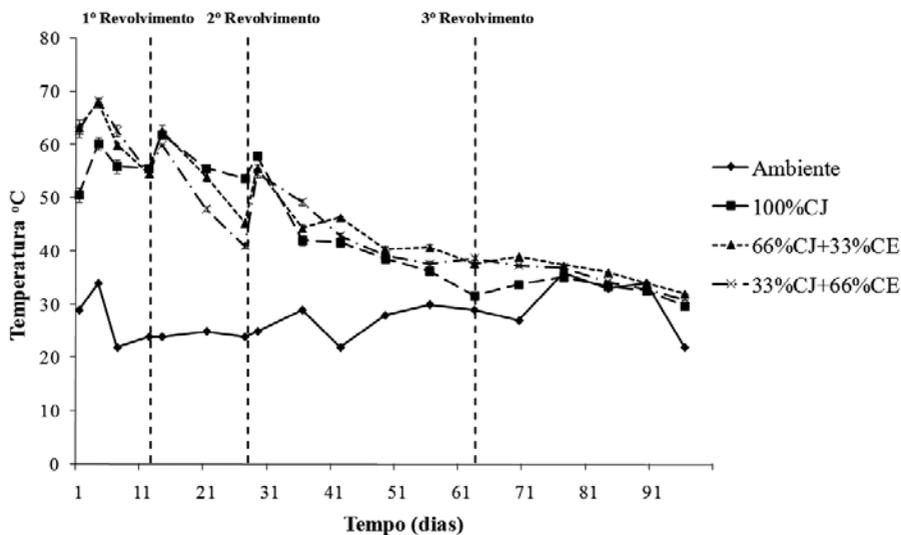


Fig. 1. Temperaturas observadas durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições + erro padrão. As linhas verticais no interior do gráfico indicam as datas em que ocorreram revolvimentos nos compostos.

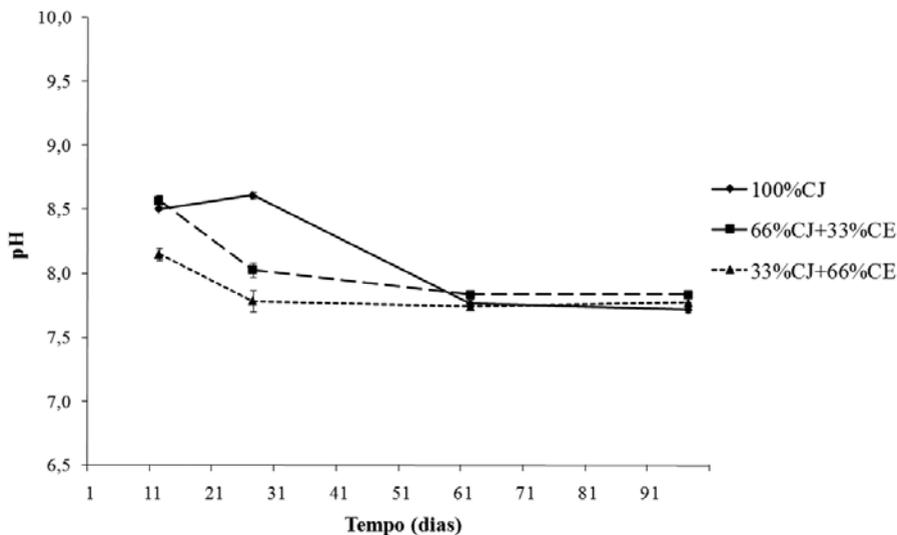


Fig. 2. Valores de pH observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições + erro padrão.

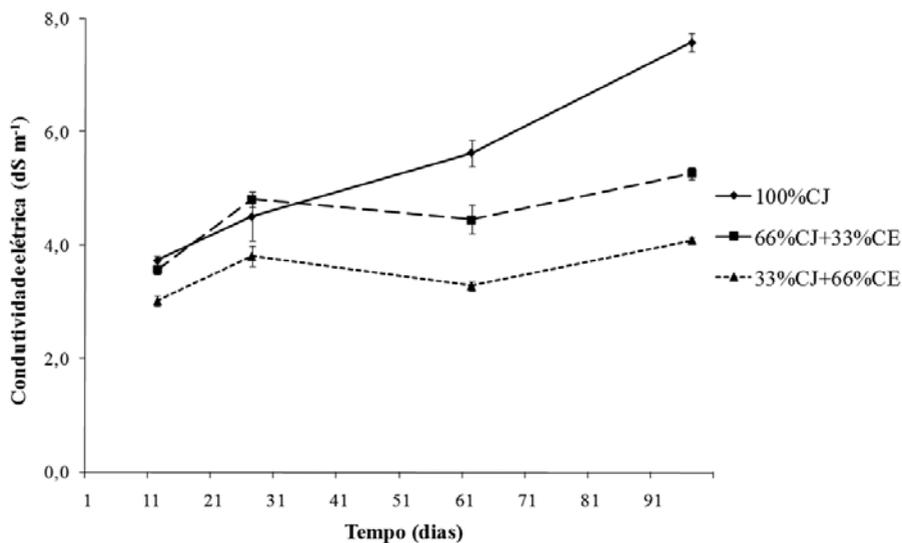


Fig. 3. Valores de condutividade elétrica observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições +/- erro padrão.

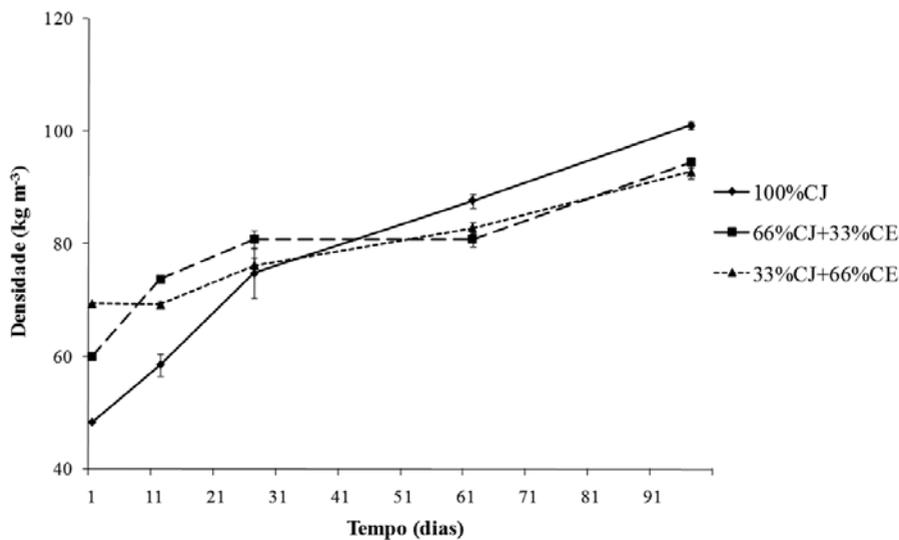


Fig. 4. Valores de densidade observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições +/- erro padrão.

maiores proporções de crotalária e maiores teores de N apresentaram maior aumento da condutividade elétrica ao longo da compostagem.

A Fig. 4 mostra a variação da densidade ao longo do processo de compostagem, sem apresentar diferenças marcantes entre os tratamentos estudados. Observa-se que ocorreu aumento da densidade em todos os tratamentos. Tiquia e Tam (2002) também observaram aumentos da densidade ao longo do processo de compostagem, sendo este efeito mais marcante nos primeiros 130 dias. Este aumento está relacionado à ação fragmentadora promovida pela macrofauna que colonizou as pilhas de composto após o seu resfriamento, e também devido ao aumento do grau de humificação e polimerização das substâncias orgânicas presentes. Segundo Silva et al. (2009), na literatura há trabalhos que relacionam o grau de maturação de um composto com as características dos compostos húmicos presentes, associando esse parâmetro ao grau de polimerização.

Os teores de C no início da compostagem permaneceram próximos de 530 g kg^{-1} em todos os tratamentos (Fig. 5), o que já era esperado, devido à utilização de matérias primas de origem exclusivamente vegetal. Observa-se pequena redução do teor de C ao longo do período de incubação. Esta redução ocorre devido à perda de C por meio da emissão do CO_2 resultante da respiração microbiana. Sánchez-Monedero et al. (2001), Jahnel et al. (1999) e Tiquia & Tam (2002) também relatam reduções nos teores de C ao longo do processo de compostagem. Os teores de C observados em todas as formulações de composto avaliadas, aos 90 dias de incubação, são superiores aos observados na maioria dos fertilizantes orgânicos tradicionalmente utilizados, como o esterco bovino e a cama de aviário. Almeida et al. (1988) encontraram 272 g kg^{-1} de C em esterco bovino e 172 e 395 g kg^{-1} de C em diferentes tipos de cama de aviário. Este resultado indica maior eficiência destes compostos orgânicos para o condicionamento físico e biológico do solo.

Ocorreu aumento dos teores de N em todos os tratamentos ao longo do processo de compostagem, conforme se observa na Fig. 6. Este é um comportamento típico, relatado por vários autores (BERNAL et al., 1998;

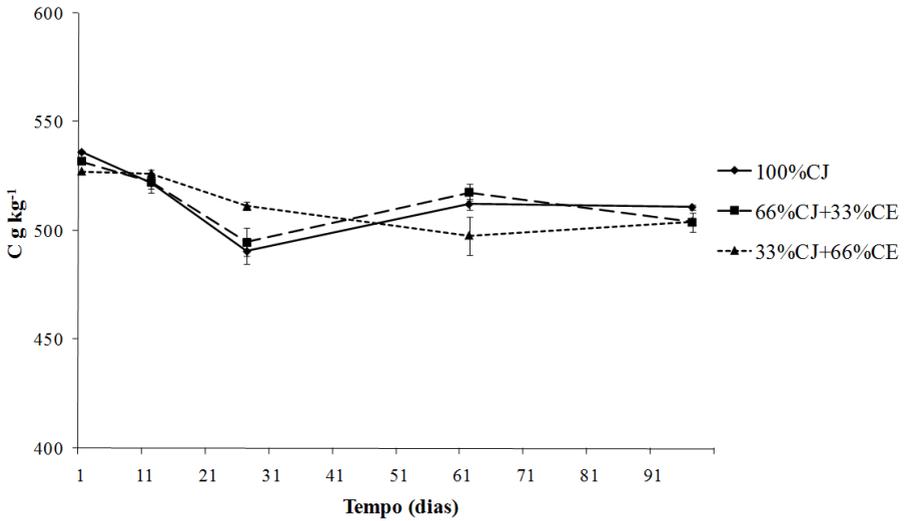


Fig. 5. Teores de C observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições +/- erro padrão.

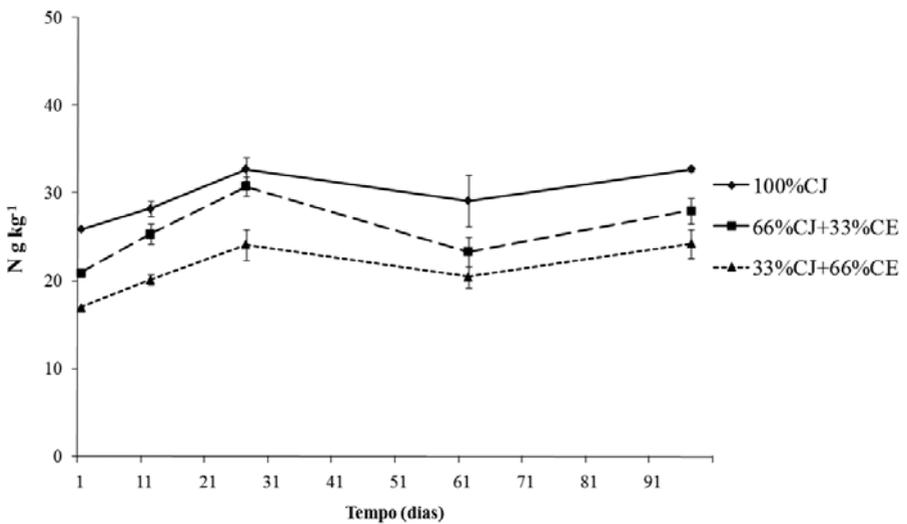


Fig. 6. Teores de N observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições +/- erro padrão.

JAHNEL et al., 1999 e TIQUIA et al., 1997). Os tratamentos com maiores proporções de crotalária apresentaram os maiores teores de N, pois esta leguminosa apresenta maiores teores deste elemento do que o capim elefante. Após 90 dias de compostagem, os teores de N foram de 32,7, 28,5 e 24,3 g kg⁻¹, respectivamente, para os tratamentos 100% CJ, 66% CJ + 33% CE e 33% CJ + 66% CE. Deve-se destacar que estes valores são equivalentes aos encontrados em fertilizantes orgânicos ricos em N. Almeida et al. (1988) reportam teores de N entre 11,0 e 21,1 g kg⁻¹ para diferentes lotes de esterco bovino e entre 19,0 e 40,0 g kg⁻¹ para diferentes tipos de cama de aviário. Estes elevados teores de N encontrados nos compostos, habilitam a utilização de qualquer uma das três formulações estudadas como fertilizantes orgânicos fornecedores de N.

Observa-se na Fig. 7 que ocorreu redução da relação C:N ao longo do processo de compostagem. Segundo Zhang e He (2006), durante o processo de compostagem ocorre redução da relação C:N devido à decomposição da matéria orgânica e perda de CO₂ por meio da respiração

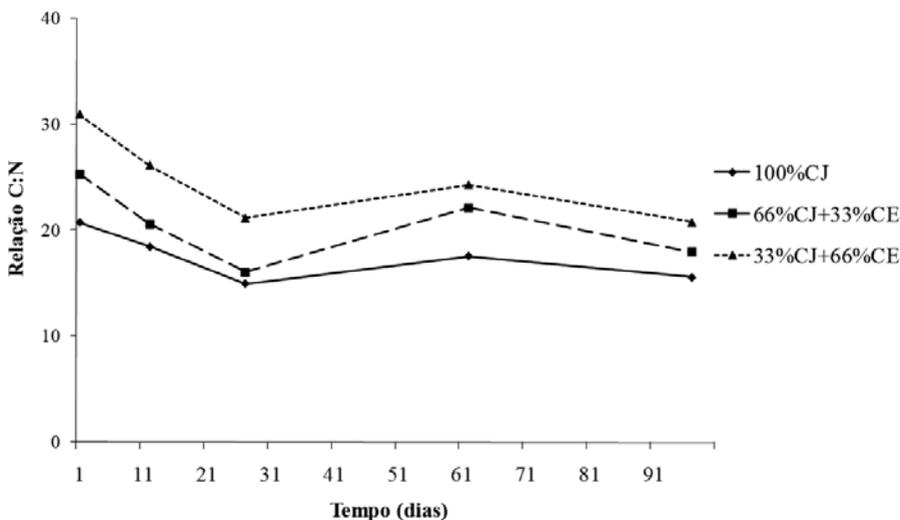


Fig. 7. Valores de relação C:N observados durante o processo de compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE). Média de três repetições.

microbiana. Os compostos com maior proporção de crotalária apresentaram menores relações C:N ao final de 90 dias de incubação, com valores de 15,6, 18,0 e 20,8 para os tratamentos 100% CJ, 66% CJ + 33% CE e 33% CJ + 66% CE, respectivamente.

Os teores de Ca, Mg e K observados em todos os tratamentos após 90 dias de compostagem (Tab. 2) são superiores aos observados na crotalária e no capim elefante. Isto ocorreu devido ao efeito concentrador de nutrientes causado pela perda de massa por CO₂, associado com a ausência de perdas de nutrientes por lixiviação. O P foi o único macronutriente estudado cujos teores nos compostos orgânicos foram inferiores aos das matérias primas utilizadas. Este resultado, provavelmente, foi devido à superestimação do teor de P no capim elefante (6,0 g kg⁻¹), pois segundo Valadares Filho et al. (2001), o capim elefante apresenta teores de P entre 1,0 e 3,2 g kg⁻¹ em seus diversos estágios de crescimento.

Observa-se na Tab. 2 que as perdas de massa após 90 dias de compostagem foram superiores nos tratamentos com maiores proporções de crotalária, o que indica maior decomposição da matéria orgânica. As perdas foram de 66,7%, 65,5% e 46,1% para os tratamentos 100% CJ, 66% CJ + 33% CE e 33% CJ + 66% CE, respectivamente. Bernal et al. (1998), estudando o processo de obtenção de compostos oriundos de diferentes misturas, observaram perdas de até 70% do C após 30 dias e perdas de até 90% após 70 dias. Jeong e Kim (2001), observaram perda de 40% do C após 20 dias de compostagem.

As perdas de N após 90 dias alcançaram valores elevados nos tratamentos com maiores proporções de crotalária (57,9% e 54,0% para os tratamentos 100% CJ, 66% CJ + 33% CE, respectivamente) e estão associadas aos processos de volatilização da amônia e de desnitrificação, pois as pilhas permaneceram em local coberto, não ocorrendo lixiviação. De acordo com Brito et al. (2008), as perdas gasosas são responsáveis pelas maiores perdas de N que ocorrem durante processos de compostagem. O tratamento 33% CJ + 66% CE apresentou perda de 23,2% do N, valor bastante reduzido quando comparado aos demais tratamentos. Este

Tabela 2. Teores de Ca, Mg, P e K e valores de perda proporcional de massa e perda proporcional de N observados aos 90 dias após o início da compostagem de misturas de crotalária (CJ) e capim elefante (CE).

	Ca	Mg	P	K	Perda de massa	Perda de N
	g kg ⁻¹				%	
100%CJ	19,48	6,77	4,17	9,17	66,73	57,90
66%CJ + 33%CE	16,55	6,03	3,49	8,50	65,59	54,02
33%CJ + 66%CE	20,20	7,25	4,10	7,50	46,08	23,17

resultado foi devido, provavelmente, ao menor teor de N desta mistura. Segundo Eklind e Kirchmann (2000), uma maneira para reduzir as perdas de amônia por volatilização em compostagem é adicionar material rico em C, aumentando a relação C:N.

Os estudos sobre processos de compostagem que utilizam matérias-primas localmente disponíveis são recentes, e não apresentam o apuro metodológico encontrado em linhas de pesquisas tradicionais. São necessários esforços visando melhorar a qualidade das informações obtidas, especialmente em relação ao desenho do experimento, à amostragem e ao processamento das amostras. Também é necessário padronizar as metodologias de análise de características físicas e químicas. Sugere-se que experimentos futuros abordem estas questões metodológicas, e também ampliem o universo de matérias primas avaliadas.

Conclusão

A temperatura das pilhas de todos os tratamentos avaliados aumentou no início do processo de compostagem, indicando elevada atividade microbiana, e se reduziu até valores próximos à temperatura ambiente por volta de 80 dias de incubação, indicando a estabilização do material.

As perdas de massa e de N após 90 dias de compostagem foram superiores nos tratamentos com maiores proporções de crotalária.

Os teores de C e de N observados aos 90 dias de incubação em todas as três formulações avaliadas, são equivalentes ou superiores aos teores observados na maioria dos fertilizantes orgânicos tradicionalmente utilizados, como o esterco bovino e a cama de aviário, o que demonstra elevada eficiência destas formulações para serem utilizadas como fertilizantes orgânicos fornecedores de N e condicionadores do solo.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. de A.; DE POLLI, H.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A. da; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí, Universidade Rural, 1988. 179p. (Coleção Universidade Rural. Série Ciências Agrárias, 2).

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. **Bioresources Technology**, v. 63, p. 191-99, 1998.

BRITO, L. M.; AMARO, A. L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p.1959-1968, 2008.

EKLIND, Y.; KIRCHMANN, H. Composting and storage of organic household waste with differentlitter amendments. II: nitrogen turnover and losses. **Bioresource Technology**, v.74, p. 125-133, 2000.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 1-7, 1999.

JEONG, Y. K.; KIM, J. S. A new method for conservation of nitrogen in aerobic composting process. **Bioresources Technology**, v. 79, p. 129-133, 2001.

PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P.; PASSOS, L. P.; FREITAS, V. P.; VERNEQUE, R. S.; BARRA, R. B.; PAULA E SILVA, C. H. Variação da qualidade de folhas em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e híbridos de capim-elefante x milho (*P. purpureum* x *P. glaucum*), em função da idade da planta. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 490-499, 2000.

QUESADA, D. M. **Seleção de genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a alta produção de biomassa e eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN)**. 2001. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de concentração em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; ROIG, A.; PAREDES, C.; BERNAL, M. P. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. **Bioresources Technology**, v. 78, p. 301-308, 2001.

SCHAUB, S. M.; LEONARD, J. J. Composting: An alternative waste management option for food processing industries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 263-268, 1996.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, F. A. M.; GUERRERO LOPEZ, F.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, R. B. Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 59-66, 2009.

TEDESCO, M. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

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

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y.; HODGKISS, I. J. Effects of turning frequency on composting of spent pig manure sawdust litter. **Bioresources Technology**, v. 62, p. 37-42, 1997.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR., B. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F., ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Vicososa: UFV, 2001. p.159-185. p.291-358.

VALENZUELA, H.; SMITH, J. '**Tropic sun**' sunnhemp. Hawaii: Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2002. 3p. (Sustainable Agriculture Green Manure Crops, Aug. 2002, SA-GM-11).

ZHANG, Y.; Y. HE. Co-compostig solid swine manure with pine sawdust as organic substrate. **Bioresources Technology**, n.97, p. 2024-2031, 2006.

Embrapa

Agrobiologia

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA