

Parâmetros indicadores do potencial de mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos

Parameters indicators of the potential of nitrogen mineralization of organic compounds

Leandra Brito de Oliveira^{1*}, Adriana Maria de Aguiar Accioly², Rômulo Simões Cezar Menezes³, Romildo Nicolau Alves⁴, Flávia Silva Barbosa⁵ e Carlos Leandro Rodrigues dos Santos⁵

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar as relações entre características químicas de 15 tipos de compostos orgânicos e o fornecimento de nutrientes para as plantas. Para isso, experimentos de incubação de solo foram montados em laboratório, utilizando-se copos plásticos contendo 50 g de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, no qual foram incorporados 374 mg de massa seca dos compostos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 16 tratamentos (15 compostos e testemunha), 4 tempos de incubação (3, 7, 14 e 28 dias) e 3 repetições. Em cada data de coleta analisou-se o teor de N inorgânico do solo e, aos 28 dias, determinaram-se o P, K, Ca e Mg do solo. Das variáveis estudadas (lignina, polifenóis, cinzas, C, N, P, K, Ca, Mg, lignina/N e C/N), apenas a relação C/N apresentou uma fraca correlação positiva com a mineralização de nitrogênio. Observaram-se diferenças entre os compostos no fornecimento de P e K ao solo, mas não houve diferenças quanto ao Ca e Mg. Conclui-se que as características químicas avaliadas dos compostos testados não demonstraram promissoras como indicadoras do potencial de fornecimento de nutrientes pelos compostos.

Palavras chave: incubação do solo, resíduos orgânicos, imobilização.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the relationships between the chemical characteristics of 15 types of organic composts and the release of nutrients to the soil. Laboratory soil incubations were carried using plastic cups, where 50 g of a dystrophic Red Yellow Argisol (Ultisol) were amended with 0.374 g of each compost. The design was in randomized blocks with 16 treatments (15 types of compost plus a control) and 4 incubation periods (3, 7, 14 and 28 days) with three replications. At the end of each period, the soil inorganic N was determined, but soil P, K, Ca and Mg were determined only at day 28. The composts had different effects on soil N, causing from mineralization to immobilization. Among the evaluated characteristics of the composts (lignin, polyphenols, ashes, C, N, P, K, Ca, Mg, lignin:N, and C:N) only the C:N ration had a significant correlation with N mineralization. The composts also varied regarding the supply of P and K to the soil, but there were no differences in the supply of Ca and Mg. In conclusion, the chemical characteristics of the composts that were evaluated were not useful indicators of the potential nutrient supply by the composts.

Key words: soil incubation, organic waste, immobilization.

Introdução

A aplicação de compostos orgânicos ao solo promove melhorias sobre as características físicas,

químicas e biológicas do solo, e possibilitam uma redução na dependência de insumos minerais relativos à fertilidade do solo (Gliessman, 1992). Dentre os nutrientes necessários para o crescimento

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural. 50810-020, Recife- PE- Brasil. E-mail: leandramaiorane@yahoo.com.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA - Brasil.

³ Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia, Departamento de Energia Nuclear. 50740-540, Recife, PE - Brasil.

⁴ Universidade Federal de Viçosa, Centro de Tecnologia, departamento de Energia Nuclear. 50740-540, Recife, PE - Brasil.

⁵ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Agronomia. 23890-000. Seropédica, RJ - Brasil.

* Autor para correspondencia.

e desenvolvimento vegetal, o N é o elemento que mais limita a produção nos diversos sistemas agrícolas (Sampaio *et al.*, 1995).

A quantidade de N disponível às plantas pode ser influenciada pelas características do resíduo (Fang *et al.*, 2007). A relação carbono/nitrogênio (C/N) tem sido apontada como um importante indicador do potencial de disponibilização do N presente em resíduos orgânicos (incluindo os compostos). Por outro lado, diversos estudos têm demonstrado que a relação C/N pode não expressar de forma satisfatória o potencial de mineralização do N de compostos orgânicos, dada a variabilidade nas formas em que o C se encontra nos compostos, podendo ser em formas mais lábeis ou recalcitrantes (Gabrielle *et al.*, 2004).

Alguns estudos propuseram outros indicadores que seriam menos laboriosos ou custosos, para expressar a qualidade de resíduos orgânicos no que diz respeito, ao potencial de mineralização do N após a incorporação ao solo (Mafongoya *et al.* 1998; Cabrera *et al.* 2005), ressaltando que esses estudos foram desenvolvidos até então, com adubos verdes e esterco (Constantinides & Fownes, 1994; Palm *et al.*, 2001; Cobo *et al.*, 2002; Valauwe *et al.*, 2005), mas poucos estudos com compostos têm sido realizados com esse objetivo no Brasil.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, identificar quais parâmetros de qualidade dos compostos são mais promissores como indicadores do potencial de mineralização de nutrientes, em curto prazo, com ênfase no N, após a incorporação dos compostos ao solo.

Material e Métodos

As amostras de terra utilizadas no estudo foram coletadas em agosto de 2007 da camada de 0 a 20 cm de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, situado no Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (latitude 8°01'05" sul e longitude 34°56'48" oeste e altitude 6,5 metros).

Para a obtenção da terra fina seca ao ar, a amostra foi submetida à secagem ao ar, com posterior peneiramento em malha de 2 mm. As caracterizações, química e física são apresentadas na Tabela 1. Foram utilizados 15 compostos orgânicos cuja composição e origem são descritas na Tabela 2.

Após as coletas, os compostos foram homogeneizados, submetidos à secagem ao ar e peneirados em malha de 2 mm. Determinou-se para cada

composto o pH em água (1:2,5). Além disso, sub-amostras de 250 mg de cada composto foram digeridas utilizando-se mistura nitro-perclórica (Embrapa, 1997). No extrato de digestão, foi analisado o P total por colorimetria (Thomas *et al.*, 1967); K por fotometria de chama; e Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa, 1997). Para determinação do N total, os compostos foram digeridos em uma mistura de água oxigenada e ácido sulfúrico e, após isso, o N foi determinado por destilação segundo a metodologia descrita em Bremmer & Mulvaney (1982). A análise dos polifenóis totais solúveis dos compostos foi realizada utilizando-se o reagente Folin-Denis (Anderson & Ingram, 1993). A lignina foi determinada através da fibra de detergente ácido (Van Soest & Wine, 1968).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Características	Valor
pH em água (1:2,5) ¹	5,2
Al (cmol _c dm ⁻³) ²	0,91
Ca (cmol _c dm ⁻³) ²	2,2
Mg (cmol _c dm ⁻³) ²	0,5
P (mg Kg ⁻¹) ³	5,85
K (cmol _c dm ⁻³) ³	0,45
Na (cmol _c dm ⁻³) ³	0,14
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ⁴	5,5
Cu (mg dm ⁻³) ⁵	<LD
Zn (mg dm ⁻³) ⁵	1,45
Cd (mg dm ⁻³) ⁵	<LD
Pb (mg dm ⁻³) ⁵	<LD
N (g Kg ⁻¹) ⁶	1,7
C.O. (g Kg ⁻¹) ⁷	26,5
Relação C/N	15,59
T (cmol _c dm ⁻³) ⁴	8,8
SB (cmol _c dm ⁻³) ⁴	3,3
V (%) ⁴	60
Densidade da TFSA (Kg dm ⁻³) ⁸	1,33
Areia (g kg ⁻¹) ⁹	71
Silte (g kg ⁻¹) ⁹	7
Argila (g kg ⁻¹) ⁹	22

¹ (Embrapa, 1997). ² KCl 1 mol L⁻¹. ^{3,5} Mehlich - 1 (Embrapa, 1997). ⁴ Acetato de Cálcio a pH 7,0 (Embrapa, 1997). ⁶ Bremmer e Mulvaney (1982). ⁷ Kiehl (1985). ⁸ Método da proveta (Embrapa, 1997). ⁹ (Embrapa, 1997). <LD, limite de detecção.

Dois experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fertilidade de Solos/Radioagronomia do Departamento de Energia Nuclear da Universidade

Tabela 2. Descrição dos compostos utilizados e local de coleta.

Composto	Composição dos Compostos Orgânicos	Local de coleta
1	Gramma, casca de mandioca, bagaço de cana e urina de vaca	Cruz das Almas/BA
2	Gramma, esterco, bagaço de dendê e rocha potássica	Cruz das Almas/BA
3	Fumo triturado, fumo cortado, casca de eucalipto triturado e esterco	Cruz das Almas/BA
4	Esterco, grama	Cruz das Almas/BA
5	Gramma e Lodo de esgoto	Cruz das Almas/BA
6	Casca de eucalipto, torta de cacau e esterco	Cruz das Almas/BA
7	Gramma, casca de mandioca e bagaço de dendê.	Cruz das Almas/BA
8	Composto comercial	Juazeiro/BA
9	Composto comercial	Petrolina/PE
10	Resíduo doméstico, urbano e industrial	Recife/PE
11	Composto comercial	Recife/PE
12	Adubo da independência: húmus de minhoca, esterco bovino, Calcário, farinha de ossos, cana de açúcar, batata doce, grama de fermento de pão	Esperança/PB
13	Adubo da independência: húmus de minhoca esterco bovino, MB-4, calcário, farinha de ossos, cana de açúcar, batata doce, grama de fermento de pão, fosfato natural, potássio	Esperança/PB
14	Bagaço de Cana	Maceió/AL
15	Bagaço de Coco	Maceió/AL

Federal de Pernambuco. No primeiro experimento, os tratamentos foram constituídos pelos compostos orgânicos, os quais foram misturados com o solo em uma dose equivalente a 15 Mg ha⁻¹ com base na matéria seca (374 mg de composto para 50 g de solo). Em seguida o solo foi umedecido para preencher 40% do volume de poros, sendo essa umidade mantida, durante o período do experimento, através de pesagens diárias.

Os tratamentos foram amostrados aos 3, 7, 14 e 28 dias, sendo que em cada data, três repetições de cada tratamento foram amostradas de forma destrutiva. Inseriu-se ao experimento, um tratamento em que se incubou somente o solo para a mineralização do N da matéria orgânica do solo. Para quantificação do N mineral (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺) do solo em cada data de amostragem, amostras de 3 g de solo foram retiradas de cada pote e agitadas com 30 mL de KCl 1 mol L⁻¹ por 30 minutos. Paralelamente, outra massa de solo foi retirada e conduzida à estufa para determinação da umidade e posterior correção dos teores de N do solo. Após a agitação, as amostras permaneceram em repouso por uma noite e no dia seguinte, o sobrenadante foi retirado e congelado em freezer. Neste sobrenadante, tanto o N-NO₃⁻ quanto o N-NH₄⁺ foram determinados por calorimetria segundo método descrito por Mendonça & Matos (2005). Utilizou-se a mesma metodologia para o segundo experimento, exceto por ter sido amostrado aos 28 dias. Nesta data, extraiu-se o P e K com Mehlich -1, o Ca e Mg com KCl 1mol

L⁻¹. O P foi determinado por calorimetria (Thomas *et al.*, 1967), o K por fotometria de chama, o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. O método apresentado acima, de incubação de curta duração sob condições controladas foi o mesmo utilizado por Vanlauwe *et al.* (2005).

Para o estudo da mineralização do N presente nos compostos orgânicos, montou-se um experimento em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em um fatorial 15 x 4, sendo quinze compostos orgânicos e quatro datas de amostragem. Em cada data de amostragem o tratamento foi repetido três vezes. Correlações de Pearson foram feitas para cada data de amostragem entre o N mineralizado e características químicas dos compostos como teor de N total, lignina, relação C/N, polifenóis e lignina/N. Para o cálculo do N mineralizado considerou-se: N mineralizado (µg/g) = N mineral no solo tratado – N mineral no solo controle. A análise dos resultados da percentagem de N mineralizado dos compostos aplicados foi realizada através de Anova a 5% de probabilidade, com o uso do programa Origin versão 5.0.

O segundo experimento conteve os mesmos tratamentos do primeiro, distribuídos no delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Com os dados obtidos procedeu-se a análise de variância, e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para análise dos dados utilizou-se o Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG), versão 9.1.

Resultados e Discussão

Os resultados da caracterização química dos compostos utilizados estão apresentados na Tabela 3, onde se observou uma grande variação entre as características químicas dos compostos utilizados no estudo.

Quanto ao pH dos compostos observou-se desde muito alcalinos, como o composto 3 com pH 9,6, até muito ácidos, como o composto 11 com pH 2,5. O pH pode ter implicações significativas sobre a dinâmica do N durante o processo de compostagem, pois compostos com pH alcalino podem apresentar perdas de N, dado que, em ambiente alcalino, o N que se encontra na forma orgânica pode se transformar rapidamente para N amoniacal (NH_3), perdendo-se para atmosfera através de volatilização (Kiehl, 1985; Schlesinger, 1997).

Os compostos 12 e 13 foram elaborados com materiais que possuem influência direta na elevação do pH, como calcários e fosfatos naturais. O composto 12 apresentou pH 8,9, enquanto o composto 13 não apresentou pH alcalino. Sendo assim, a adição desses insumos durante a elaboração das pilhas de compostos deve, portanto, ser limitada a doses que não elevem o pH a níveis que possam causar perdas de N.

O conteúdo de C orgânico nos compostos variou de 5,5 a 30,2%, apresentando um teor médio de 15,0% (Tabela 3). Os teores de C relativamente

baixos de alguns dos compostos podem ser atribuídos à quantidade elevada de cinzas (Tabela 3), resultantes da adição de esterco misturado à terra durante a preparação dos compostos. Os compostos com os teores mais baixos de C sugerem que sua composição é baseada mais fortemente em insumos minerais, como solo, pó de rocha e outros, do que em resíduos orgânicos, o que pode influenciar negativamente no aporte de N ao solo e mineralização deste elemento para as culturas agrícolas.

Com base em Cavalcanti *et al.* (1998), observa-se que os conteúdos de N na maioria dos compostos avaliados foram baixos, pois a recomendação é que os compostos contenham no mínimo 1,0% de N. No entanto, apenas dois dos compostos avaliados (4 e 5) apresentaram teores de N acima desse valor (Tabela 3). Os compostos 8, 10, 11 e 13 foram os que apresentaram os menores valores entre os compostos coletados, variando de 0,38 a 0,23% (Tabela 3). Considerando-se o valor médio de N nesses quatro últimos compostos citados (2,7%), seria necessária, a aplicação de aproximadamente 26 Mg de composto para obter-se uma dose de 70 kg ha⁻¹ de N para suprir a necessidade da cultura da alfaca (Cavalcanti *et al.*, 1998). No caso de sistemas agrícolas familiares, onde a disponibilidade de recursos, como mão-de-obra e matéria orgânica é geralmente reduzida, a utilização de compostos com essas características parecem ser viáveis como fonte de fornecimento de N.

Tabela 3. Resultados do processo de caracterização dos compostos orgânicos.

CO	pH	-----%-----					-----g Kg ⁻¹ -----				Cinzas %
		C	N	Lignina	L/N	C/N	P	K	Ca	Mg	
1	5,71	16,20	0,94	20,14	21,42	17,20	2,90	6,70	4,28	0,76	61
2	7,30	15,00	0,81	22,48	27,75	18,67	3,10	10,73	5,75	0,66	60
3	9,60	18,40	0,75	18,23	24,31	24,50	1,60	12,89	9,61	1,94	68
4	7,44	16,10	1,04	14,86	14,29	15,50	3,40	9,87	6,83	0,02	61
5	5,02	18,70	1,23	26,87	21,85	15,21	4,60	1,60	6,09	0,46	49
6	5,57	13,20	0,69	17,73	25,70	19,17	2,80	9,62	6,36	0,38	57
7	5,75	15,00	0,61	26,78	43,90	24,64	1,90	4,07	19,86	0,10	65
8	5,70	30,20	0,38	9,09	23,92	80,45	3,30	3,09	8,60	0,70	90
9	7,50	23,50	0,66	12,90	19,55	35,57	5,00	9,75	8,53	0,43	72
10	7,75	7,40	0,26	13,10	50,38	28,41	3,00	1,23	13,69	0,28	38
11	2,50	5,90	0,23	23,28	101,22	25,45	4,10	3,95	8,06	1,18	29
12	8,90	5,50	0,84	2,87	3,42	6,48	4,30	6,42	15,24	0,50	27
13	7,02	16,00	0,24	9,20	38,33	65,73	5,10	3,33	14,24	6,90	62
14	6,63	10,40	0,89	14,79	16,62	11,69	4,20	9,30	2,50	0,80	45
15	7,25	16,20	0,77	25,71	33,39	21,16	8,70	10,24	4,50	2,00	63

CO - Compostos Orgânicos, Polifenóis (Não Detectado).

Os resultados observados no presente estudo são compatíveis com outros compostos produzidos na região semi-árida nordestina, haja vista que, pesquisas envolvendo teores de N de compostos orgânicos produzidos a partir de lixo urbano e lodo de esgoto (Mantovani *et al.*, 2003; Simonete *et al.*, 2003), têm sido desenvolvidas em maior escala na região Nordeste quando comparada com as informações a respeito de compostos produzidos a partir de resíduos vegetais.

Quanto à relação C/N, compostos como os 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 15 apresentaram relações que podem ser consideradas altas quando comparadas com as relações 17:1 (Kiehl, 1985) ou 15:1 (Nahm, 2005) citadas como ideais para a mineralização de N dos resíduos orgânicos. A relação C/N é citada em vários trabalhos como o parâmetro que melhor explica o processo de mineralização do N de resíduos orgânicos quando utilizados como adubo (Kiehl, 1985; Cavalcanti *et al.*, 1998). Entretanto, como citado anteriormente, estudos mais recentes têm sugerido que outros parâmetros, como os teores de lignina, de polifenóis, e as relações desses compostos com o N, podem ser melhores indicadores do potencial de mineralização de N de resíduos orgânicos (Palm *et al.*, 2001; Vanlauwe *et al.* 2005).

Os teores de lignina nos compostos variaram entre 2,87 e 26,87%. Comparando esses valores com os de materiais vegetais usados como adubos verdes, e considerando-se o conteúdo acima de 150% como um valor elevado (Palm *et al.*, 2001), observa-se que os compostos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 11 e 15 apresentaram teores altos de lignina. É de se esperar que esses compostos com altos teores de lignina, apresentem baixa mineralização de N, devido à baixa labilidade da lignina. Por sua vez, cruzando-se os dados dos teores de N e de lignina, observou-se um intervalo ainda mais amplo de qualidade dos compostos, com valores para a relação lignina/N que variaram de 3,4 a 102,2 com um valor médio de 31. Seria esperado que os compostos com valores mais elevados de relação lignina/N causassem imobilização de N do solo após sua incorporação, o que não é desejável quando os compostos são utilizados como adubo orgânico.

Embora se tenha observado uma grande diversidade de teores de lignina nos compostos avaliados, os teores de polifenóis totais solúveis em todos os compostos situaram-se abaixo do limite de detecção (Tabela 3). Os polifenóis têm sido citados como moléculas que influenciam diretamente

no processo de mineralização do N, de materiais vegetais; ou seja, materiais que possuem elevados teores de polifenóis tendem a imobilizar N em um curto período, através de reações de ligações dessas moléculas e o N. No caso dos compostos orgânicos, observa-se que essas moléculas provavelmente foram decompostas durante o período de compostagem, resultando na não detecção pelo método. A ausência de polifenóis, conseqüentemente, inviabiliza o uso desse parâmetro como indicador do potencial de mineralização de N de compostos orgânicos com características semelhantes aos utilizados no presente estudo.

O conteúdo de P, K, Ca e Mg nos compostos variaram de 1,6 a 5,0; 1,2 a 12,9; 2,5 a 19,8 e 0,02 a 6,9 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 3). Essa alta variação nos teores de nutrientes deve também ser considerada na avaliação da qualidade dos compostos orgânicos, dado que a grande maioria dos solos da região Nordeste apresenta valores baixos de nutrientes, como o P, K, Ca e Mg, portanto o fornecimento destes através da adubação por meio de compostos pode ser importante para a manutenção da fertilidade e do potencial produtivo dos solos.

Os teores de cinzas dos compostos variaram de 27 a 90% (Tabela 3), mas a maioria apresentou teores altos, acima de 50% de cinzas. O uso do esterco como insumo na preparação dos compostos pode elevar os teores de cinzas dos compostos, uma vez que o esterco de curral normalmente contém altos teores de cinzas (Marin *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007). Além disso, o uso de pó de rocha ou outros insumos minerais, também contribuem para elevar os teores de cinzas dos compostos. Entretanto, em alguns casos a composição declarada dos ingredientes utilizados para preparar os compostos, não é coerente com os teores de cinzas observados. Teores elevados de cinzas podem indicar a adição de quantidades significativas de solo ou de outros materiais com baixo teor de matéria orgânica, o que pode comprometer a capacidade de fornecimento de N pelos compostos.

Além dos efeitos dos compostos sobre os teores de N mineral do solo, também se quantificou a proporção do N contido nos compostos que foi mineralizada ao longo dos 28 dias de incubação (Figura 1). Essa variável é útil como um indicador da qualidade do N orgânico em cada um dos compostos avaliados. De forma semelhante aos teores de N no solo, a percentagem do N dos compostos que

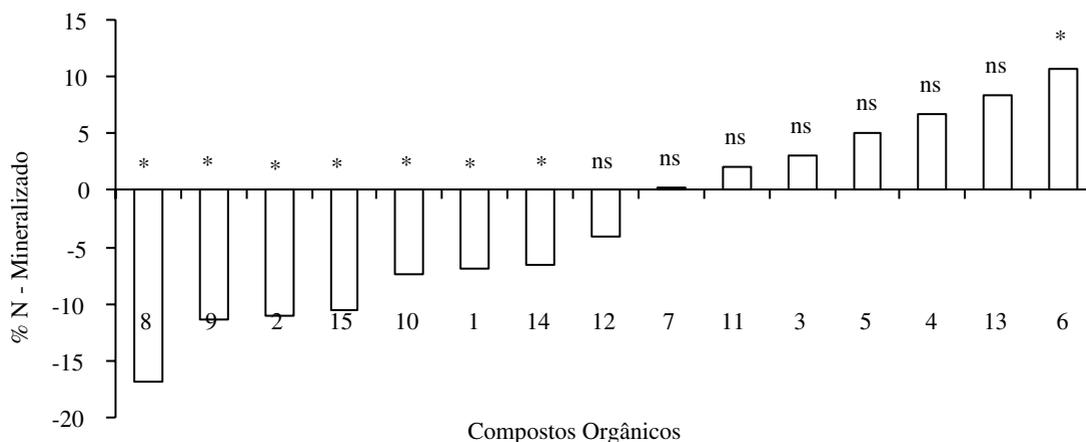


Figura 1. Porcentagem do N orgânico adicionado ao solo com a aplicação dos compostos que foi mineralizada após 28 dias de incubação. ns não significativo, *nível de probabilidade (5%).

foi mineralizada variou fortemente, apresentando desde valores negativos de $-16,82$ (composto 8) o que indica ter havido imobilização de N do solo, até valores de $10,66$ (composto 6), demonstrando ter havido mineralização líquida do N (Figura 1). Com base nessa variável, foi possível testar quais dos compostos diferiram significativamente do tratamento controle, que foi o solo que não recebeu aplicação de compostos. Observou-se então, que apenas o composto 6 diferiu significativamente quando comparado ao solo controle, enquanto 6 dos compostos avaliados não diferiram do controle e outros 8 compostos diferiram significativamente quanto ao N.

Contrário ao esperado, não foram observadas correlações significativas entre os teores de lignina, N, C ou a relação lignina/N dos compostos e o N mineralizado durante o período do experimento (Tabela 3). Entretanto, Flavel & Murphy (2006) trabalhando com composto orgânico a base de esterco de aves domésticas observaram correlações significativas para a lignina, C, N com os teores de cinza. Dentre as variáveis relacionadas à qualidade dos compostos analisados, a relação C/N foi a única que se correlacionou significativamente com o N mineralizado após 7 e 14 dias de incubação, apesar de terem sido observados coeficientes de correlação relativamente baixos. Os resultados do presente estudo demonstram que, para compostos orgânicos, onde o produto final são compostos orgânicos estáveis, a relação C/N foi o único parâmetro que demonstrou utilidade, apesar de limitada, como indicador

do potencial de mineralização do N a curto prazo. Nahm (2005), trabalhando com esterco de aves observou resultados similares de mineralização do N com a relação C/N.

De forma semelhante aos efeitos dos compostos sobre a mineralização de N, observou-se uma grande variabilidade na disponibilidade de P após a incorporação dos compostos estudados (Tabela 4). Por exemplo, após a aplicação dos compostos 12, 14 e 15 os teores de P disponíveis no solo passaram para faixa considerada alta ($> 30 \text{ mg dm}^{-3}$) segundo Cavalcanti *et al.* (1998), diferindo significativamente do controle. Esses resultados indicam diferenças nas formas em que o P se encontra nos compostos, dado que os compostos 5, 9 e 13 apresentaram teores totais de P semelhantes aos dos compostos 12, 14 e 15, no entanto, disponibilizaram significativamente menos P que estes (Tabela 2 e 4). Em contraste, Loudes (1983) relaciona como uma das principais vantagens da compostagem a forma facilmente disponível dos nutrientes, mas os resultados do presente estudo não corroboram essa afirmação.

Em relação ao K, observa-se que o solo utilizado no estudo apresenta um valor considerado alto (Cavalcanti *et al.* 1998). Sendo assim, em geral, a aplicação dos compostos causou apenas uma moderada elevação nos teores de K do solo, exceto no caso dos compostos 3 e 8, que elevaram fortemente os teores de K (Tabela 5). Por outro lado, os teores de Ca e Mg, após aplicação dos compostos, não diferiram significativamente do solo controle,

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre algumas características químicas dos compostos e o N mineral do solo ($\text{N-NO}_3^- + \text{N-NH}_4^+$) e a percentagem do N adicionado que foi mineralizado e o aos 3, 7, 14 e 28 dias de incubação.

Tempo de incubação (dias)	Lignina	Lignina/N	% N	C/N	% C
	N-Mineral no solo				
3	-0,22 ^{ns}	-0,45*	0,50*	-0,50*	-0,29 ^{ns}
7	-0,12 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	-0,25 ^{ns}
14	-0,12 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	-0,25 ^{ns}
28	-0,17 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,10*	-0,21 ^{ns}	-0,31 ^{ns}
N-mineralizado					
3	0,11 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,39 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
7	-0,04 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,61*	-0,55 ^{ns}
14	0,24 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,42 ^{ns}	-0,65*	-0,25 ^{ns}
28	0,07 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	-0,37 ^{ns}

^{ns} não significativo, * nível de probabilidade (5%).

Tabela 5. Teores de P, K, Ca e Mg em um Argissolo após incubação com diferentes compostos orgânicos durante 28 dias.

Compostos	P mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg
		cmol _c Kg ⁻¹		
1	14,14 c	0,59 c	0,97 a	0,56 b
2	15,37 c	0,53 c	1,96 a	0,65 b
3	9,22 d	1,12 a	1,53 a	0,70 b
4	14,66 c	0,94 b	1,86 a	0,75 b
5	6,84 d	0,55 c	1,99 a	2,11 a
6	16,00 c	0,89 b	1,79 a	0,50 b
7	11,62 d	0,54 c	1,78 a	0,68 b
8	16,51 c	1,17 a	1,09 a	0,55 b
9	6,33 d	0,46 c	2,27 a	0,67 b
10	11,44 d	0,26 d	1,63 a	0,44 b
11	20,56 c	0,4 d	1,77 a	0,46 b
12	38,89 a	0,35 d	2,05 a	0,66 b
13	13,54 c	0,62 c	1,90 a	0,69 b
14	30,20 b	0,3 d	2,40 a	0,38 b
15	34,95 a	0,42 d	1,63 a	0,56 b
Controle	5,85 d	0,45 c	2,16 a	0,53 b
CV (%)	19,32	20,38	26,91	21,60

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

com exceção apenas do composto 5 que elevou o teor de Mg do solo em aproximadamente 400% comparado ao controle. Dados sobre o efeito da aplicação de compostos de composições variadas sobre a fertilidade do solo (Benito *et al.*, 2003b) mostram que em geral, a fertilidade é melhorada devido a elevação da SB, V e redução da acidez potencial. Simonete *et al.* (2003), aplicando 50

Mg de lodo de esgoto elevou os teores de matéria orgânica, P, K, Ca e Mg do solo.

Conclusões

Os compostos orgânicos tiveram efeitos variados sobre a disponibilidade de N no solo após incubações de curto prazo, causando desde

imobilização até mineralização líquida de N após sua aplicação;

Os teores de lignina, polifenóis e N, além da relação lignina/N dos compostos orgânicos não se mostraram promissores como indicadores do potencial de mineralização de N dos compostos;

A relação C/N dos compostos foi o único parâmetro que apresentou correlação significativa com a mineralização de N dos compostos orgânicos avaliados a curto prazo;

Os compostos também apresentaram alta variabilidade quanto aos efeitos sobre a disponibilidade de

P do solo. O teor total de P dos compostos não foi um bom indicador do potencial de disponibilização desse elemento após a aplicação dos compostos ao solo.

Agradecimentos

Aos Professores Dr.^a Adriana Maria de Aguiar Accioly e Rômulo Simões César Menezes pela orientação; A Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas - BA) pelo apoio financeiro necessário à conclusão do trabalho e a FACEPE - PE pela concessão da bolsa.

Literatura Citada

- Anderson, J. D.; Ingram, J. S. I.
1996 Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2.ed. Wallingford, UK CAB International, p. 171.
- Benito, M.; Masaguer, A.; Moliner, A.; Arrigo, N.; Palma., R. M.
2003b Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. *Biology Fertility of Soils*, 37: 184-189.
- Bernal, M. P.; Paredes, C.; Sanchez-Monedero M. A.; Cegarra, J.
1998 Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, 63: 91-99.
- Bremner, J. M.; Mulvaney, C. S.
1982 Nitrogen-total. In: Page, A. L.; Miller, R.H.; Keeney, D.R. *Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, pp. 595-624.
- Cabrera, M. L.; Kissel, D. E.; Vigil, M. F.
2005 Nitrogen mineralization from organic residues: research opportunities. *Journal of Environmental Quality*, 34: 75-79.
- Calvanti, F. J. A.; Santos, J. C. P.; Pereira, J. R.; Leite, J. P.; Silva, M. C. L.; Freire, F. J.; Silva, D. J.; Souza, A. R.; Messias, A. S.; Faria, C. M. B.; Burgos, N.; Júnior, M. A. L.; Gomes, R. V.; Calvalcanti, A. C.; Lima, J. F. W. F.
1998 *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco*: 2 ed. Aproximação, IPA, p. 198.
- Cobo, J. G.; Barrios, E.; Kass, D. C. L.; Thomas, R. J.
2002 Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. *Plant and Soil*, 240: 331-342.
- Constantinides, M.; Fownes, J. H.
1994 Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. *Soil Biology Biochemistry*, 26: 49-55.
- EMBRAPA
1997 *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de pesquisa de Solos, p. 212.
- Fang, S.; Xie, B.; Zhang, H.
2007 Nitrogen dynamics and mineralization in degraded agricultural soil mulched with fresh grass. *Plant and Soil*, 300: 269-280.
- Flavel, T. C.; Murphy, D. V.
2006 Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *Journal of Environmental Quality*, 35: 183-193.
- Gabrielle, B.; Silveira, J. D.; Francou, C. S. H.
2004 Simulating urban waste compost effects on carbon and nitrogen dynamics using a biochemical index. *Journal of Environmental Quality*, 33: 2333-2342.
- Gliesman, S. R.
1992 Agroecology in the Tropics: achieving a balance between land use and preservation. *Environmental Management*, 16: 681-689.
- Kiehl, E. J.
1985 *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba, São Paulo, p. 492.
- Loudes, E. G.
1983 *Produção de composto no meio rural*. 3 ed. UFV, 12 p. Informe Técnico 17.
- Mantovani, J. R.; Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Chiba, M. K.; Braz, L. T.
2003 Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alfafa. *Horticultura Brasileira*, 21: 494-500.
- Marin, A. M. P.; Menezes, R. S. C.; Salcedo, I. H.
2007 Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 669-677.
- Mafongoya, P. L.; Giller, K. E.; Palm, C. A.
1998 Decomposition and nitrogen release patterns of tree pruning and litter. *Agroforestry Systems*, 38: 77-97.
- Mendonça, E. S.; Matos, E. S.
2005 *Matéria orgânica do solo: métodos de análises*. UFV, Viçosa, p. 107.
- Nahm, K. H.
2005 Current pollution and odour control technologies for poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 14: 131-155.
- Palm, C. A.; Catherine, N.; Gachengo, K.; Delve, R. J.; Cadisch, G.; Giller, K. E.
2001 Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 83: 27-42.

- Sampaio, A. A. M.; Ezequiel, J. M. B.; Campos, F. P. Oliveira, M. D. S.; Tosi, H.
1995 Utilização da cama de frangos e da soja em grão na alimentação de bovinos confinados. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24: 252-260.
- Schlesinger, W. H.
1997 Biogeochemistry: An analysis of global change. Academic Press, San Diego. USA, p. 588.
- Silva, T. O.; Menezes, R. S. C.; Tiessen, H.; Sampaio E. V. S. B.; Salcedo, I. H.; Silveira, L. M.
2007 Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *crotalaria juncea*. I - produtividade vegetal e Estoque de nutrientes no solo em longo prazo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31: 39-49.
- Simonete, M. A.; Kiehl, J. C.; Andrade, C. A.; Teixeira, C. F. A.
2003 Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38: 1187-1195.
- Thomas, R. L.; Sheard, R. W.; Moyer, J. R.
1967 Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. Agronomy Journal, 59: 240-243.
- Valauwe, B; Gachengo, K; Shepherd, E; Barrios, G.; Cadisch, G; Palm, C. A.
2005 Laboratory validation of a resource quality-based conceptual framework for organic matter management. Soil Science Society of America Journal, 69: 1135-1145.
- Van Soest, P. J.; Wine. R. H.
1968 Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal Association Official Analytics Chemistry, 51: 780-785.

