



Atributos químicos de substrato de composto de lixo orgânico

Rosiane L. S. Lima¹, Liv S. Severino², Valdinei Sofiatti³, Hans R. Gheyi⁴ & Nair H. C. Arriel³

RESUMO

O composto de lixo urbano é um material orgânico rico em alguns nutrientes, comumente utilizado na formulação de substratos para produção de mudas. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de doses de composto de lixo em atributos químicos do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Campina Grande, PB, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições e 10 tubetes por parcela. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de composto de lixo urbano (0, 10, 20 e 40% - v/v) adicionadas a um solo Neossolo Regolítico arenoso. Tubetes de 288 cm³ foram utilizados como recipiente de incubação. A mistura de solo e composto de lixo orgânico foi incubada durante 40 dias, em umidade do solo equivalente a 60% da capacidade de campo. Após a incubação os substratos foram analisados para determinação de pH em CaCl₂ e teor de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions (mmol_c dm⁻³), Saturação de bases (%) e Teor de matéria orgânica (g kg⁻¹). O uso de composto de lixo urbano na formulação de substratos para o cultivo de plantas em recipientes contribui significativamente para a melhoria da fertilidade do substrato.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, propriedades químicas do solo, fertilidade

Chemical properties of substrate of organic waste compost

ABSTRACT

The urban waste compost is an organic material rich in some nutrients, commonly used as an ingredient in substrates for seedling production. The effects of addition of waste compost on the chemical properties of substrate were evaluated in a greenhouse experiment conducted in Campina Grande, PB under a completely randomized design with four replications and 10 polytubes per plot. The treatments consisted of 4 doses of compost (0, 10, 20 and 40% - v/v) added to samples of sandy Entisol. Polytubes of 288 cm³ were used as containers for incubation. The mixture of soil and organic waste compost was incubated for 40 days at moisture content equivalent to 60% of field capacity. After the incubation the substrates were analyzed for pH in CaCl₂ and content of Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, sum of cations (mmol_c dm⁻³), cation exchange capacity (mmol_c dm⁻³), base saturation (%) and organic matter (g kg⁻¹). The fertility of substrate increased with the addition of urban waste compost.

Key words: nutrients cycling, soil chemical properties, fertility

¹ Pesquisadora DCR pela FAPESQ/PB/CNPq. Rua: Osvaldo Cruz 1143, Centenário, CEP 58.107-720, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3182-4300. E-mail: limarosiane@yahoo.com.br

² Doutorando em Agronomia pela Texas Tech University, Lubbock, TX, USA, Embrapa Algodão. E-mail: liv@cnpa.embrapa.br.

³ Embrapa Algodão. Rua: Osvaldo Cruz 1143, Centenário, CEP 58.107-720, Campina Grande, PB. Fone: (83) 318243-00. E-mail: vsofiatti@cnpa.embrapa.br; nair@cnpa.embrapa.br

⁴ NEAS/UFRB. CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone: (75) 3621-2798. E-mail: hans@pq.cnpq.br

INTRODUÇÃO

O uso de resíduos orgânicos e inorgânicos, como esterco bovino (Caetano & Carvalho, 2006; Artur et al., 2007; Pimentel et al., 2009; Silva et al., 2009), lodo de esgoto (Guerrine & Trigueiro, 2004), resíduos de curtume e carboníferos (Ferreira et al., 2003), cinza de madeira (Lima et al., 2009), compostos orgânicos oriundos da indústria processadora de goiabas (Mantovani et al., 2005; Corrêa et al., 2005) composto de lixo urbano (Alves et al., 1999; Oliveira et al., 2002; Sampaio et al., 2008), e composto de lodo têxtil (Prado & Natale, 2005; Araújo et al., 2005), dentre outros, tem aumentado consideravelmente, tanto pela redução do volume desses resíduos no ambiente quanto em relação ao fornecimento de nutrientes e melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e de substratos.

De acordo com Moreira et al. (2005), Vespa & Lucas Júnior (2006) e Silva (2007), um dos grandes problemas ambientais enfrentados na atualidade diz respeito à disposição de resíduos sólidos de origem domiciliar. Esses resíduos, quando dispostos no solo sem tratamento e em grandes quantidades, provocam graves problemas de contaminação ambiental (San Martin, 2000; Veras, 2004; Conte et al., 2006). Os resíduos domiciliares são constituídos de 50 a 60% de material orgânico (Fachini et al., 2004), e sua reciclagem, por meio do processo de compostagem e posterior aplicação agrícola, é uma maneira eficiente de reduzir o volume de material destinado aos aterros sanitários (Saborano, 2006).

O composto de lixo orgânico é um material orgânico rico em nutrientes, apresentando 389 g kg⁻¹ de matéria orgânica, elevado teor de nitrogênio (11,5 g kg⁻¹), baixos teores de fósforo (2,2 g kg⁻¹), potássio, magnésio e enxofre (3,3; 1,5 e 1,2 g kg⁻¹, respectivamente) além de elevados teores de cálcio e sódio (19,1 e 1,785 g kg⁻¹) (Almeida, 2003). Por apresentar elevados teores de metais pesados, como zinco (475 mg kg⁻¹), cobre (230 mg kg⁻¹), manganês (245 mg kg⁻¹), níquel (12,7 mg kg⁻¹), chumbo (158 mg kg⁻¹) e cádmio (5,08 mg kg⁻¹) (Fachini et al., 2004), o uso do composto de lixo orgânico de origem doméstica ou urbano deve ser criteriosamente estudado sobretudo quando se deseja formular substratos para produzir mudas, pois o limitado espaço físico oferecido pelo recipiente poderá ocasionar a morte das plantas e consequente poluição ambiental, em função da elevada concentração de alguns elementos tóxicos como o Ni²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Na⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, dentre outros (Ruppenthal & Castro 2005).

Do ponto de vista agrônomo, os efeitos do uso de composto de lixo no cultivo de plantas têm sido relatados na literatura, por diversos autores. Assim, Ruppenthal & Castro (2005) trabalhando com diferentes doses de composto de lixo urbano sobre o desenvolvimento de plantas de gladiolo, constataram que a aplicação de 10 t ha⁻¹ de composto de lixo urbano proporcionou condições adequadas para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e melhorou o desenvolvimento das plantas. Na produção de mudas de abieiro, Teixeira et al. (2003) e Furlan Júnior et al. (2003), recomendam o uso de 10 e 20% de composto de lixo urbano em mistura com solo na formulação do substrato. Por outro lado, para a produção de mudas de maracujá, Almeida (2003) recomendou a aplicação de 0,7 dm³ de composto de lixo para

cada dm³ de solo; já para a produção de mudas de aroeira-vermelha, Caldeira et al. (2008) recomendam para a formulação do substrato misturas de terra de subsolo e composto de lixo, na proporção de 40 e 60% (v/v).

De acordo com Oliveira et al. (2002) a alta concentração de carbono orgânico presente no composto de lixo urbano exalta o seu potencial agrônomo, visto que a adição de quantidades superiores a 20 t ha⁻¹ proporcionou o aumento da CTC do solo em consequência do incremento no teor de carbono orgânico e nos valores de pH, o que revela melhorias nas suas propriedades; no entanto, é necessário estudar as alterações nas propriedades do solo e a provável contaminação do ambiente por metais pesados.

Apesar do grande número de trabalhos com a aplicação de composto de lixo realizados no Brasil e no mundo, seja em nível de campo como na formulação de substratos, existem dúvidas quanto à sua eficiência agrônoma e uso como condicionador de substratos para o cultivo de plantas em recipientes. Neste contexto se objetivou, com este trabalho, avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de composto de lixo urbano nos atributos químicos de um substrato formulado com Neossolo Regolítico, textura arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições controladas, em casa de vegetação da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, no período de setembro a outubro de 2008, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições cada um, consistindo de 10 tubetes com capacidade para 288 cm³ de volume por parcela. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de composto de lixo orgânico (0; 10; 20 e 40% - v/v). Utilizaram-se amostras de Neossolo Regolítico coletado na camada de 20-40 cm de profundidade. A escolha do subsolo como material para compor o substrato se deveu ao fato de que o uso deste material reduz os riscos de introdução de plantas invasoras e patógenos, supre a fração inorgânica do substrato e reduz a expansão de áreas degradadas pela extração de solo superficial.

Os tratamentos formulados foram acondicionados em tubetes de 288 cm³ os quais foram mantidos incubados pelo período de 40 dias.

Nas Tabelas 1 e 2 consta a análise da composição química do solo e do composto de lixo orgânico.

O composto de lixo orgânico utilizado no experimento foi produzido pela Empresa Durafertil Processadora de Adubo Orgânico Ltda, situada no município de Eusébio, CE. Como recipientes de incubação foram utilizados tubetes com capacidade para 288 cm³ de substrato. Tanto o solo como o composto de lixo foram passados em peneira de 2 mm. Calculou-se a quantidade de composto de lixo a ser aplicada por unidade experimental, nas doses equivalentes aos tratamentos do estudo. O composto de lixo foi misturado às amostras de solo em sacos plásticos garantindo a homogeneidade dos tratamentos e, posteriormente, acondicionado nos tubetes.

O volume de água adicionado a cada tratamento foi determinado com base na capacidade de campo da respectiva

Tabela 1. Composição química do solo e do composto de lixo utilizado na formulação do substrato

Características do solo											
pH 1:2,5	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T	V	P	M.O
	mmol _c dm ⁻³								%	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
5,4	52,7	16,2	3,2	1,0	73,1	8,3	4,5	81,4	90	27,1	1,0

M.O = Teor de matéria orgânica do solo

Tabela 2. Teores de nutrientes no composto de lixo utilizado na formulação do substrato

Características do composto de lixo							
pH 1:2,5	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	M.O
	(%)						g kg ⁻¹
6,5	0,92	3,29	0,12	0,63	0,36	0,32	8,2

M.O = Teor de matéria orgânica do composto de lixo

mistura, mantendo-se a 60%, utilizando-se água deionizada. A cada dois dias os tubetes foram pesados e a eles adicionada água deionizada, com o objetivo de manter os substratos sempre com o mesmo teor de umidade.

Quarenta dias após a incubação os substratos foram coletados, postos para secar ao ar, identificados e conduzidos ao laboratório de análise química para determinação dos atributos químicos estudados. Para comparação dos atributos químicos de cada tratamento realizaram-se as seguintes determinações laboratoriais, conforme metodologia descrita por Raij et al. (2001), pH (pH em CaCl₂), teores trocáveis de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), V (%) (Saturação de bases) e Teor de matéria orgânica (M.O).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão e se estimaram os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada de "Y" em relação a "X", segundo recomendação de Santos & Gheyi (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os atributos de fertilidade do substrato, com exceção do pH, observou-se efeito benéfico da aplicação do composto de lixo sobre a composição do substrato (Figura 1). O valor do pH se manteve ligeiramente constante com a aplicação de diferentes doses de composto de lixo testadas, constatando-se um pequeno incremento de 7,3% quando se compara o tratamento sem aplicação de composto (0%) com aquele que recebeu a maior dose testada (40%) (Figura 1A). Todos os tratamentos apresentaram valores de pH (CaCl₂) dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento de mudas, ou seja, de 5,5 a 6,5 (Gonçalves & Poggiani, 1996; Valeri & Corradini, 2000). A aplicação de fertilizantes orgânicos pode elevar o valor de pH, como já constatado por Yagi et al. (2003), Artur et al. (2007), Pires et al. (2008) e Lima et al. (2009). Dentre os materiais mais discutidos na literatura, o esterco bovino, o vermicomposto e a cinza de madeira, têm contribuído significativamente para a elevação do pH do substrato.

Com a aplicação do composto de lixo a composição do substrato resultou em efeito linear nos teores de Ca e Mg (Figura 1B e C). O Ca atingiu teor máximo de 85,7 mmol_c dm⁻³

com a aplicação de 40% do composto de lixo e foi 72,4% superior ao do tratamento testemunha (Figura 1B). Por outro lado, contrastando os teores de Ca obtidos quando se aumentaram as doses de composto de lixo orgânico de 10 para 20% e deste para 40% de composto de lixo orgânico, nota-se que ocorreu um pequeno aumento da ordem de 15,2%, no primeiro caso, e um incremento bem maior na dose subsequente, de 26,5%. O teor de Mg no substrato (Figura 1C) aumentou de 18,7 mmol_c dm⁻³, valor obtido na dose zero do composto, para 62,7 mmol_c dm⁻³, valor obtido quando se adicionaram 40% de composto na composição do substrato. Tanto os teores de Ca quanto de Mg aumentaram no substrato em resposta à aplicação do composto de lixo, apesar desses teores no material orgânico utilizado serem considerados medianos. Resultados similares foram constatados por Alves et al. (1999) e Yagi et al. (2003) os quais verificaram que a aplicação de composto de lixo à composição do substrato aumentou significativamente os teores de Ca e Mg com a aplicação de composto de lixo urbano. Almeida (2003), avaliando os efeitos da aplicação de doses de composto de lixo urbano sobre os atributos químicos do solo, constatou que os teores de Ca aumentaram em média de 148 a 507%, e que o Mg se eleva em média de 62,3 a 132,5%, em relação ao tratamento controle. Efeitos positivos da aplicação de matéria orgânica sobre os teores de Ca e Mg trocáveis do solo foram constatados também por Maia & Cantarutti (2004), os quais verificaram que o uso contínuo das adubações orgânica e mineral na cultura do milho, proporciona 1,6 e 1,3 vezes mais Ca e Mg trocáveis no solo.

Quanto aos teores de Na e K (Figura 1D e E) no substrato, observou-se, respectivamente, efeito quadrático e linear, de acordo com as doses de composto de lixo urbano aplicadas. Quanto ao Na (Figura 1D), notou-se um aumento de 2,95 para 11,35 mmol_c dm⁻³, valores obtidos na ausência e no tratamento que recebeu a maior dose de composto de lixo. O ponto de máximo estimado seria obtido quando se adicionassem 46,25% de composto de lixo na formulação do substrato. Marschner (2002) ressalta que o sódio exerce prejuízos ao ambiente celular, além de uma série de efeitos deletérios, por meio da inibição de reações enzimáticas. Uma compartimentalização inadequada desse elemento, entre citoplasma e vacúolo, leva a uma

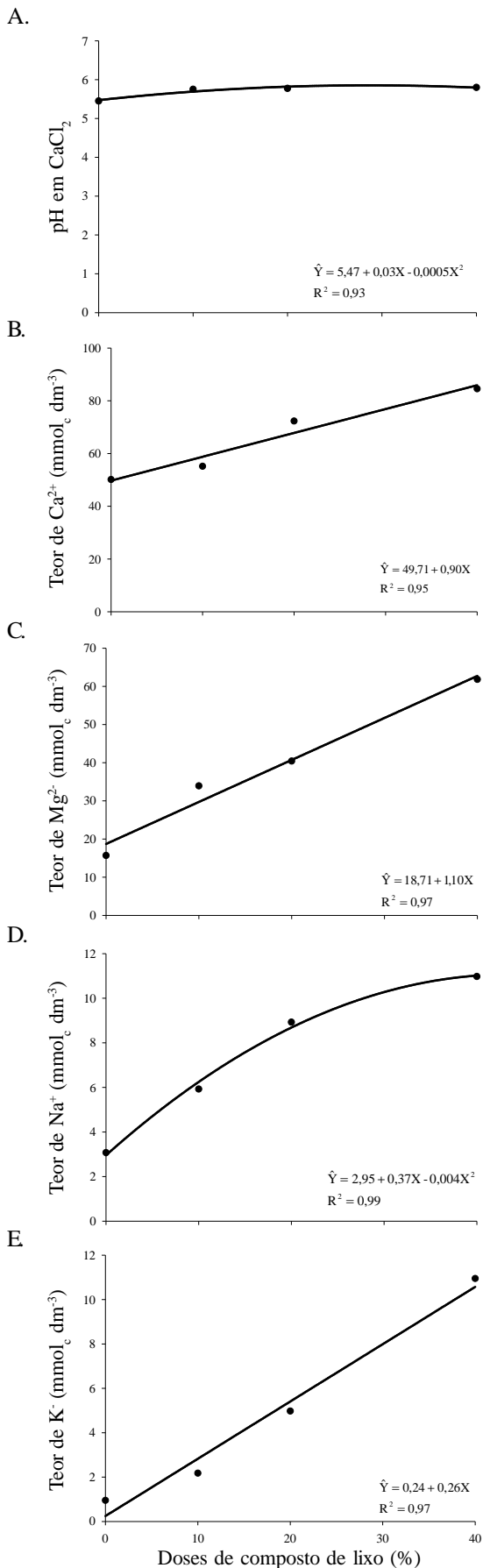


Figura 1. Efeito da aplicação de composto de lixo sobre o pH e teores de Ca, Mg, Na e K no substrato

desidratação e consequente diminuição da turgescência da célula, o que pode provocar morte celular em folhas e ramos.

A variação nos teores de K em resposta a aplicação do composto foi de 2,8 a 10,6 mmol_c dm⁻³ (Figura 1E), o que demonstra alto potencial do material orgânico em fornecer este nutriente para as plantas. Resultados similares aos verificados nesta pesquisa foram constatados por Almeida (2003), ao observar que a aplicação de composto de lixo urbano promoveu aumento de 2,4 para 5,6 no teor de K do substrato significando um aumento de 133%. Por outro lado, Ruppenthal & Castro (2005), avaliando o uso de composto de lixo urbano observaram que, além da discreta elevação do pH, a adição de composto de lixo urbano, especialmente quando adicionado à adubação química, promoveu tendência de pequeno aumento na matéria orgânica e manteve teores adequados de K no solo. Resultados positivos da aplicação de doses de composto orgânico sobre o teor de K trocável do solo foram também constatados por Pimentel et al. (2009).

A soma de bases foi fortemente influenciada pela aplicação do composto de lixo (Figura 2A), apresentando resposta linear. O valor da soma de bases se elevou de 97,1 mmol_c dm⁻³, no tratamento com 10% do composto aplicado para 170,6 mmol_c dm⁻³, com 40% do composto de lixo no substrato. Por outro lado, o menor valor para este atributo foi constatado no tratamento controle de 72,6 mmol_c dm⁻³. É importante destacar que a simples aplicação de 10% de composto de lixo à composição do substrato, elevou a soma de bases em média 33%, o que representa um aumento real de 1,3 vezes. A aplicação da menor dose de composto foi suficiente para elevar os valores da soma de bases.

A CTC do substrato aumentou de forma linear com a aplicação do composto de lixo (Figura 2B). Valores médios de 109,1; 137,5 e 194,3 mmol_c dm⁻³ de CTC do substrato foram obtidos em resposta à aplicação de 10, 20 e 40% de composto de lixo na composição do substrato. Contrastando-se os efeitos das menores com as maiores doses de composto estudadas, verifica-se que o aumento de 10 para 20% de composto de lixo na formulação do substrato proporcionou um leve incremento de 26% sobre a CTC do substrato, enquanto de 10 para 40% o incremento foi de 78,1%. O maior incremento sobre a CTC do substrato foi obtido quando se aplicaram 40% de composto de lixo (140,7%), em comparação ao controle, confirmando que nos solos tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica pode representar um grande percentual da CTC total. De acordo com Almeida (2003) a CTC da matéria orgânica, diferentemente dos minerais de argila, do tipo 2:1 não é um valor fixo. Por outro lado, Celi et al. (1997) mencionam que isto ocorre não somente porque a acidez das substâncias húmicas varia diferentemente dos minerais de argila 2:1, mas também porque a CTC da matéria orgânica aumenta com a elevação do pH (Oliveira et al., 2002), em função da ionização de grupos acídicos, principalmente COOH (Velloso et al., 1982). Assim, em se tratando de solo com minerais de argilas do tipo 1:1 e de óxidos de Fe e Al, cujas cargas são dependentes do pH, o acréscimo na CTC é decorrente

da elevação do pH pela adição das cargas negativas provenientes da matéria orgânica do composto (Almeida, 2003), como é o caso desses resultados.

A saturação de bases (Figura 2C) também foi influenciada pela aplicação de composto de lixo à composição do substrato. Referidos valores variaram entre 87,4 a 89,6%, resultados obtidos quando se aplicaram a maior (40%) e a menor dose de composto de lixo (10%) na formulação do substrato.

A saturação de bases apresentou resposta quadrática à aplicação do composto de lixo atingindo ponto de máximo com a dose estimada de 14,8% de composto de lixo aplicada. Contrastando-se os valores de saturação de base obtidos no tratamento controle (88,9) com os resultados obtidos com a aplicação do composto de lixo, observa-se que esta variável foi pouco influenciada pela aplicação do resíduo. A saturação média do substrato foi de 88,8%, valor similar ao constatado para o tratamento controle. De forma geral, a aplicação de composto de lixo à composição do substrato promoveu uma leve redução sobre a saturação de bases, sendo mais perceptível nas doses mais elevadas.

Em relação ao teor de M.O, constata-se resposta linear à aplicação do composto. O maior incremento sobre o teor de matéria orgânica do substrato foi constatado quando se aplicaram 40% de composto de lixo. A cada aumento unitário de composto de lixo ocorre um aumento de 71% sobre o teor de matéria orgânica do substrato (Figura 2D).

Com esses aumentos e se considerando o teor de C orgânico do composto orgânico (5,20 g kg⁻¹) e o teor final de M.O no substrato em cada tratamento, que foram de 0,55; 7,65; 14,75 e 28,95 g kg⁻¹, respectivamente, tem-se que 0,31, 4,43, 8,55 e 16,79 g kg⁻¹ do C orgânico adicionado, foram incorporado a M.O estável do substrato, após 40 dias. Artur et al. (2007) constataram que a adição de doses de esterco à composição do substrato aumenta significativamente o teor de M.O e, conseqüentemente, o teor de carbono. Yagi et al. (2003) também relataram aumento do teor de M.O do solo com aplicação de esterco e de vermicomposto de esterco bovino, em que 70 t ha⁻¹ de esterco seriam necessárias para produzir a mesma quantidade de M.O gerada por 39 t ha⁻¹ de vermicomposto. Para a aplicação de doses de biofertilizante sobre o teor de M.O do solo, Araújo et al. (2007), constataram que o uso de 2,3 L por cova promove um incremento de 0,51 g kg⁻¹ para cada aumento unitário de biofertilizante fornecido. A elevação do teor de matéria orgânica do solo constitui-se no principal benefício do uso agrícola de resíduos orgânicos, devido à sua contribuição para a melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Berton & Valadares, 1991).

Com relação ao N e mesmo não tendo sido feita sua quantificação no substrato, constata-se que o teor deste elemento no composto de lixo é bastante elevado (0,92%), o que lhe confere grande potencial para fornecimento de nitrogênio ao substrato visando à produção de mudas. Aparentemente, apenas uma pequena parte da carga orgânica do composto de lixo sofreu decomposição em função do curto período de tempo de condução do trabalho (40 dias); entretanto, os resultados evidenciam benefícios potenciais da aplicação

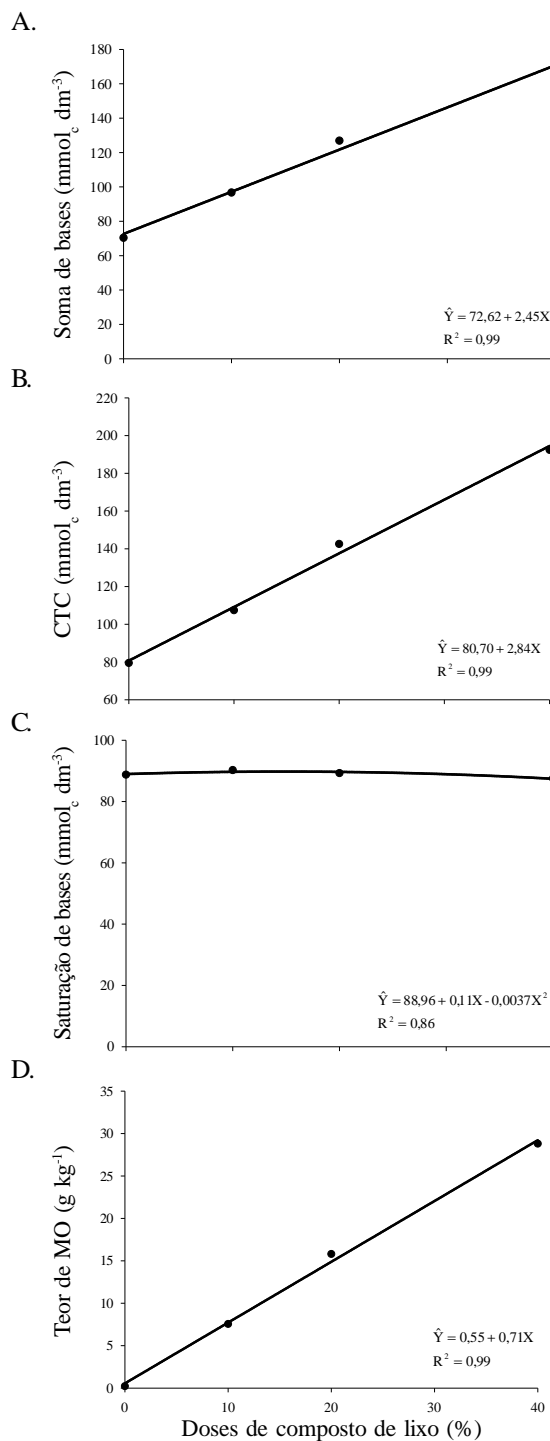


Figura 2. Efeito da aplicação de composto de lixo sobre a soma de bases (A), capacidade de troca catiônica (CTC) (B), percentagem de saturação de bases (C) e teor de matéria orgânica (MO) (D) do substrato

do composto de lixo urbano para a fertilidade do solo, mostrando ser o mesmo um material potencialmente utilizável em sistemas agrícolas; além disto, a utilização de composto de lixo na formulação de substratos para o cultivo de plantas envasadas reduz sensivelmente os riscos potenciais de poluição, contaminação dos mananciais de água e investimentos na construção de aterros sanitários e/ou incineração deste resíduo.

CONCLUSÕES

O uso de composto de lixo urbano na formulação de substratos para o cultivo de plantas em recipientes contribui significativamente para a melhoria da fertilidade do substrato.

AGRADECIMENTOS

Ao convênio FAPESQ - PB/CNPq, pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- Almeida, A. Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* L.). *Revista de Biociência*, v.9, p.7–15, 2003.
- Alves, W. L.; Melo, W. J.; Ferreira, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.729-736, 1999.
- Araújo, A. S. F.; Monteiro, R. T. R.; Cardoso, P. C. Composto de lodo têxtil em plântulas de soja e trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.549-554, 2005.
- Araújo, E. N. de.; Oliveira, A. P. de; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Brito, N. M. de. Neves, C. M. de L.; Silva, É. da. Produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, p.466–470, 2007.
- Artur, A. G.; Cruz, M. C. P.; Ferreira, M. E.; Barreto, V. C. M.; Yagi, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de Guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.843–850, 2007.
- Berton, R. S.; Valadares, J. M. A. S. Potencial agrícola de composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, v.43, p.87-93, 1991.
- Caetano, L. C. S.; Carvalho, A. J. C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. *Ciência Rural*, v.36, p.1150–1155, 2006.
- Caldeira, M. V. W.; Rosa, G. N.; Fenilt, T. A. B.; Harbs, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira vermelha. *Scientia Agrária*, v.9, p.27–33, 2008.
- Celi, M.; Schnitzer, M.; Négre, M. Analysis of carboxyl groups in soil acids by a wet chemical method, Fourier-transform infrared spectrophotometer, and solution-state carbon-13 nuclear magnetic resonance. A comparative study. *Soil Science*, v.162, p.189-196, 1997.
- Conte, M. L.; Castro, A. M.; Breda, C. C.; Cruz, R. L.; Fernandes, C. S. B. Qualidade da água resultante da utilização de composto de lixo urbano e lodo de esgoto na cultura de crisântemo. *Scientia Agrária Paranaensis*, v.5, p.21-30, 2006.
- Corrêa, M. C. de. M.; Fernandes, G. C.; Prado, R. M.; Natale, W. Propriedades químicas do solo tratado com resíduos orgânicos da indústria processadora de goiabas. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, p.241-243, 2005.
- Fachini, E.; Galbiatti, J. A.; Pavan, L. C. Níveis de irrigação e de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas em casa de vegetação. *Engenharia Agrícola*, v.24, p.578-588, 2004.
- Ferreira, M. M. M.; Ferreira, G. B.; Fontes, P. C. R.; Dantas, J. P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.468-473, 2003.
- Furlan Júnior, J.; Müller, C. H.; Carvalho, J. E. U. de.; Teixeira, L. B.; Dutra, S. Composto orgânico de lixo urbano na formação de mudas de açaizeiro. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 2p. Comunicado Técnico, 87
- Gonçalves, J. L. M.; Poggiani, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia. Resumos....Águas de Lindóia: USP/ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. CD-Rom.
- Guerrini, I. A.; Trigueiro, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.1069-1076, 2004.
- Lima, R. L. S. S.; Severino, L. S.; Albuquerque, R. C.; Ferreira, G. B.; Sampaio, L. R.; Beltrão, N. E. M. Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.13, p.9-17, 2009.
- Maia, C. E.; Cantarutti, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, p.39-44, 2004.
- Mantovani, J. R.; Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Barbosa, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.817-824, 2005.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic, 2002. 889p.
- Moreira, C. R.; Guerrini, I. A.; Biaggioni, M. A. M. Avaliação energética do cultivo de eucalipto com e sem composto de lixo urbano. *Revista Energia na Agricultura*, v.20, p.1-19, 2005.
- Oliveira, F. C.; Mattiazzo, M. E.; Marciano, C. R.; Abreu Júnior., C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.529-538, 2002.
- Pimentel, M. S.; De-Polli, H.; Lana, A. M. Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, p.225-232, 2009.
- Pires, A. A.; Monnerat, P. H.; Marciano, C. R.; Pinho, L. G. da. R.; Zampirolli, P. D.; Rosa, R. C. C.; Muniz, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1997-2005, 2008.
- Prado, R. M.; Natale, W. Desenvolvimento inicial e estado nutricional do maracujazeiro em resposta à aplicação de lodo têxtil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.621-626, 2005.

- Raij, B. van; Andrade, J. C.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. (ed.). Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- Ruppenthal, V.; Castro, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.145-150, 2005.
- Saborano, D. Z. Utilização de composto de lixo urbano na produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de irrigação. Jaboticabal: UNESP, 2006. 95p. Dissertação Mestrado
- Sampaio, R. G.; Guivara, L.; Fernandes, L. A.; Costa, C. A.; Guilherme, D. O. Produção e concentração de metais pesados em plantas de beterraba adubadas com composto de lixo urbano. *Caatinga*, v.21, p.83-88, 2008.
- San Martin, E. Lixo urbano: Um artigo de luxo no Brasil. *Banas Ambiental*, n.4, p.26-31, 2000.
- Santos, J. W.; Gheyi, H. R. Estatística experimental aplicada. Campina Grande: Gráfica Marcone, 2003. 213p.
- Silva, A. A.; Lucas Júnior, J.; Jardim, C. A.; Xavier, C. A. N.; Malhado, C. R. Atributos de solo após aplicação de dejetos compostados de bovinos leiteiros. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais – Uso de Resíduos da Produção Animal como Fertilizante, 1, 2009, Florianópolis. Anais...Florianópolis: SIGERA, 2009. p.412-417.
- Silva, E. T. da. Tratamento de lixo domiciliar e sua aplicação na recuperação de áreas degradadas. *Revista Acadêmica*, v.5, p.197-209, 2007.
- Teixeira, L. B.; Carvalho, J. E. V. de; Muller, C. H.; Furlan Júnior, J.; Dutra, S. Uso de composto orgânico de lixo urbano na produção de mudas de abieiro. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 3p. Comunicado Técnico, 86
- Valeri, S. V.; Corradini, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: Gonçalves, J. L. de M., Benedetti, V. (ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-190.
- Velloso, A. C. X.; Santos, G. A.; Ramos, D. P. Capacidade de troca de cátions e adsorção de fosfato de solos sob vegetação de Cerrado do Amapá. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17, p.27-32, 1982.
- Veras, L. R. V. A. Vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciado com composto de lixo urbano. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.9, p.218-224, 2004.
- Vespa, I. C. G.; Lucas Júnior, J. de. Características minerais e energéticas do lixo urbano em processos de compostagem e biodigestão anaeróbia. *Revista Energia na Agricultura*, v.21, p.61-80, 2006.
- Yagi, R.; Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Barbosa, J. C. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Scientia Agricola*, v.60, p.549-557, 2003.