

# Adições de nutrientes na compostagem de podas de árvores na região semiárida do NE do Brasil

E. D. Dutra; R. S. C. Menezes; D. C. Primo

*Departamento de Energia Nuclear; Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire, 1000 - Cidade Universitária, CEP 50.740-540 – Recife, PE.*

*emadutra86@yahoo.com.br*

*(Recebido em 04 de maio de 2011; aceito em 11 de julho de 2013)*

**Resumo:** Um dos principais problemas na reciclagem de resíduos orgânicos na região semiárida brasileira é a baixa concentração de nutrientes nas biomassas disponíveis. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das adições de biomassa de gliricídia, como fonte de N, e do pó de rocha MB-4, como fonte de Ca e Mg, sobre a qualidade e o potencial de fornecimento de nutrientes dos compostos orgânicos produzidos a partir de poda de mangueira e esterco bovino na região semiárida do Nordeste do Brasil. O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira foi no pátio de compostagem da Fazenda Tamanduá, localizada no município de Santa Terezinha – PB, onde foram construídas pilhas de 100 kg de biomassa residual em delineamento inteiramente casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Em uma segunda etapa, os compostos orgânicos produzidos foram testados em ensaio com delineamento inteiramente casualizado em casa de vegetação utilizando-se da planta de milho como indicadora da disponibilidade de nutrientes. A adição de biomassa de gliricídia produziu um composto orgânico com maior concentração de N ( $12,1 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e menor relação C/N (13,9), enquanto que a adição de MB-4 não aumentou as concentrações de Ca e Mg nos compostos. A análise de variância para o acúmulo de nutrientes pela planta de milho não apresentou diferença significativa entre os compostos orgânicos, porém com diferença significativa em relação ao tratamento testemunha. A adição da biomassa de gliricídia, na compostagem de resíduos de podas e esterco bovino melhorou a qualidade do composto orgânico.

Palavras-chave: Reciclagem; resíduos orgânicos; biomassa residual; pó de rocha.

## Nutrient additions for composting of tree prunings in semi-arid northeastern Brazil

**Abstract:** A major problem in the recycling of organic wastes in semiarid region is the low concentration of nutrients in the biomass available. The aim of this study was to evaluate the effects of additions of gliricidia biomass as a source of N, and rock powder MB-4 as source of Ca and Mg on the quality and potential nutrient supply of organic compost produced from pruning mango and cattle manure in the semiarid region of NE Brazil. The study was conducted in two stages. First, was at the field of composting in the Fazenda Tamanduá, located in Santa Terezinha – PB, where heaps were constructed of 100 kg in a randomized design with four treatments and four replications. Second, the organic compounds were tested in an assay using a randomized design in a greenhouse using maize plant as an indicator of nutrient available. The addition of gliricidia biomass resulted in organic compost with the highest concentration of N ( $12.1 \text{ g.kg}^{-1}$ ) and the low C/N ratio (13.9). However, the addition of MB-4 did not lead to higher concentration of Ca and Mg compost. The analyses of variance for the accumulation of nutrients in maize plants showed no significant between the organic composts, but with significant differences compared to control treatment. The addition of gliricidia biomass in the composting the pruning wastes and cattle manure leads to the production of organic compost the best quality.

Keywords: Recycling; organic wastes; waste biomass; rock powder.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola na região semiárida do nordeste (NE) do Brasil são limitados pela escassez e irregularidade das precipitações pluviométricas, pela alta evapotranspiração e por apresentar solos com baixa fertilidade natural, principalmente em termos de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo [1, 2]. Dentre os fatores citados como limitantes da produção agrícola no semiárido, a disponibilidade de nutrientes para as culturas agrícolas pode ser contornada com uma melhor ciclagem de nutrientes, através da utilização dos resíduos orgânicos presentes nas propriedades, como esterco animal e resíduos vegetais [3].

Um dos principais processos utilizados na reciclagem de resíduos orgânicos nas propriedades rurais é a compostagem [4], que consiste na decomposição microbiológica da matéria orgânica por diferentes populações de micro-organismos, em ambiente aeróbico, resultando em um produto humificado denominado composto orgânico [5, 6].

Como exemplo de aproveitamento dos resíduos orgânicos na região semiárida do NE do Brasil, tem-se o uso de fontes de carbono para a produção dos compostos orgânicos que utilizam principalmente biomassa oriunda de podas de mangueiras (*Mangifera indica* L), que é obtida durante o manejo das áreas de cultivo; e como fonte de N, utiliza-se esterco bovino curtido proveniente das vacas em lactação. No entanto, geralmente os compostos orgânicos produzidos com a biomassa de podas e o esterco bovino possuem baixas concentrações de nutrientes.

As concentrações de nutrientes nos materiais utilizados como matéria prima são cruciais, pois podem afetar tanto o processo de compostagem, quanto a qualidade final do composto orgânico produzido. A relação C/N da biomassa das arbóreas é relativamente alta, pois este tipo de material apresenta altas concentrações de C e baixas concentrações de N [7], portanto é necessária a adição de N às pilhas para estreitar a relação para valores próximos a 30/1 e assim diminuir o tempo de compostagem [5]. Uma vez que o sistema de produção orgânico não permite o uso de fertilizantes minerais, como uréia e superfosfatos, a adição da biomassa da gliricídia (*Gliricidia sepium*) pode ser uma estratégia viável para o suprimento de N para as pilhas de composto, dado que a gliricídia é uma leguminosa arbórea adaptada às condições da região semiárida e capaz de promover a fixação de N<sub>2</sub> atmosférico via FBN [8], aproximadamente 43 kg ha<sup>-1</sup>[9].

Além do nitrogênio, a qualidade dos compostos orgânicos pode ser melhorada aumentando-se a disponibilidade de outros macronutrientes através da adição de rochas moídas, as quais, por sua vez, podem ser mais rapidamente solubilizadas ao serem submetidas ao processo de compostagem. Na região NE, o MB-4 é uma das principais rochas comerciais utilizadas como fonte de Ca, Mg e micronutrientes [10].

Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das adições de biomassa de gliricídia, como fonte de N orgânico, e do MB-4, como fonte de Ca e Mg, sobre a qualidade e o potencial de fornecimento de nutrientes por compostos orgânicos produzidos a partir de podas de mangueiras e esterco bovino na região semiárida do NE do Brasil.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área de estudo

A Fazenda Tamanduá localiza-se no município de Santa Terezinha, estado da Paraíba, na região conhecida como Sertão das Espinharas a 7°2'20" de latitude sul e 7°26'43" longitude oeste com uma altitude média de 240 metros. O clima é característico das regiões tropicais semiáridas, com chuvas anuais médias de 730,4 ± 290,4 mm [11].

### 2.2 Coleta e caracterização das amostras de biomassas

O processo de compostagem é conduzido rotineiramente na Fazenda Tamanduá, e a coleta das amostras das podas das mangueiras foi realizada no momento de preparação desta matéria prima, no qual consiste na trituração do resíduo vegetal e acondicionamento nos caminhões para transporte. Foram realizadas amostragens em diferentes pontos do caminhão e homogeneizadas para remoção de uma amostra representativa de cerca de 5 kg. O esterco bovino utilizado foi coletado retirando-se uma sub-amostra de aproximadamente 3 kg da pilha no pátio de compostagem. Amostras de ramas de gliricídia (folhas e galhos finos) foram cortadas com o uso de facão e coletadas na estação Agroecológica São Miguel, localizada no município de Taperoá – PB. Com as amostras de biomassa citada foram realizadas a caracterização química (Tabela 1). Em preparação para a análise química, as amostras foram secas em estufa a 65°C por 72 h, moídas, misturadas e retiradas sub-amostras para digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio [12]. Nos extratos de digestão foram determinados Nt (nitrogênio total) pelo método de destilação Kjedahl [13], P [12], K [12], Ca [12], e Mg [12]. O Carbono orgânico total (COT) foi quantificado via oxidação úmida [14].

Tabela 1: Caracterização química das biomassas residuais utilizadas no processo de compostagem na região semiárida do NE do Brasil.

Biomassas	N	P	K	C	C/N
Poda de mangueiras*	9,6	0,6	7,9	371,3	39,3
Biomassa de gliricídia	34,4	2,0	18,9	386,0	11,2
Esterco bovino	9,6	2,4	10,2	162,5	16,9

\*valores médios para n=3.

### 2.3 Experimento de compostagem

O experimento de compostagem foi conduzido nos meses de maio a agosto de 2009, no pátio de compostagem da Fazenda Tamanduá - PB. Foram construídas pilhas de 100 kg no formato cônico com os resíduos de podas vegetais de manga e esterco bovino, adicionados ou não de gliricídia e MB-4 (Tabela 2). Os resíduos foram dispostos em camadas sucessivas de poda de mangueira, esterco bovino, biomassa de gliricídia e MB-4, sendo misturados manualmente com auxílio de pá. O MB-4 utilizado no experimento apresentou a seguinte composição conforme declaração do fabricante, 39,7 % de SiO<sub>2</sub>, 7,1 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6,9 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,9 % CaO, 17,8 % de MgO, 1,5 % Na<sub>2</sub>O, 0,8 % K<sub>2</sub>O, 0,075 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,2 % de S e traços de Mn, Cu, Co e Zn [15]. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições.

Para o acompanhamento do processo de compostagem foram realizadas amostragens em cinco pontos diferentes da pilha nos tempos 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias. As amostras foram homogeneizadas, acondicionadas em recipientes plásticos e conduzidas para determinação da relação C/N, do pH em água (1:2,5) [16] e umidade gravimétrica [5]. Ao final do processo também foram determinado às concentrações de P e K, conforme metodologia descrita anteriormente.

As determinações da temperatura foram realizadas diariamente nas pilhas utilizando-se termômetros digitais. Os revolvimentos foram realizados a cada 15 dias, durante os dois primeiros meses do processo e no momento do revolvimento foram realizadas regas com água para manutenção da umidade nas pilhas, com quantidades semelhantes de água para cada tratamento.

Os dados de macronutrientes e relação C/N final foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey a 5 % de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR [17].

Tabela 2: Descrição dos tratamentos do experimento de compostagem utilizando podas vegetais de manga, gliricídia, MB-4 e esterco bovino, na região semiárida do NE do Brasil.

Tratamentos	EB* (kg)	PM (kg)	GS (kg)	MB-4(kg)
T1	40	60		
T2	40	50	10	
T3	40	49	10	1
T4	40	59		1

\*EB: Esterco bovino; PM: Poda de mangueiras e GS: gliricídia

### 2.4 Ensaio em casa de vegetação para avaliação da qualidade dos compostos orgânicos

O potencial de fornecimento de nutrientes pelos compostos nos diferentes tratamentos foi determinado através de um ensaio em casa de vegetação. O solo utilizado foi um Neossolo Flúvico de textura arenosa, coletado na camada de 0-20 cm, na Estação Agroecológica Vila Maria Rita no município de Taparoá - PB. Para fins de caracterização química e física [16] uma sub-amostra do solo foi caracterizada e apresentou os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O) = 8,1; d = 1,25 g.cm<sup>-3</sup>; areia = 538 g.kg<sup>-1</sup>; silte = 191 g.kg<sup>-1</sup>; argila = 271 g.kg<sup>-1</sup>; H+Al = 0,5 cmolc.kg<sup>-1</sup>; Na = 0,9 cmolc.kg<sup>-1</sup>; Ca = 8,9

cmolc.kg<sup>-1</sup>; Mg = 1,8 cmolc.kg<sup>-1</sup>; K = 0,7 cmolc.kg<sup>-1</sup>; N = 600 mg.kg<sup>-1</sup>; P-total = 366,8 mg.kg<sup>-1</sup> e P-Melich-1 = 121,4 mg.kg<sup>-1</sup>.

Nos vasos de polietileno contendo 1 kg de solo, seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm, foram semeadas três sementes de milho da variedade “pontinha” e após 15 dias foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. O milho foi utilizado como planta indicadora, uma vez que tem importância fundamental como cultura de subsistência no semiárido do Brasil [18].

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: (T0) sem adição de composto orgânico, (T1) adição de composto orgânico produzido com poda de mangueira e esterco bovino, (T2) adição de composto orgânico produzido com poda de mangueira, esterco bovino e biomassa de gliricídia, (T3) adição de composto orgânico produzido com poda de mangueira, esterco bovino, biomassa de gliricídia e MB-4 e (T4) adição de composto orgânico produzido com poda de mangueira, esterco bovino e MB-4. A dose equivalente, calculada de acordo com a densidade do solo, utilizada na adubação foi de 15 t ha<sup>-1</sup> para todos os compostos orgânicos (6 g MS por vaso). A umidade do solo foi mantida através de rega diária e 45 dias após a semeadura do milho foi realizada a colheita da parte aérea da planta. O material vegetal colhido foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 h, para a determinação da massa seca.

Para determinação dos teores de nutrientes no material vegetal foram realizados procedimentos análogos aos descritos anteriormente para caracterização das biomassas. Com os dados de produção de massa seca e os teores de nutrientes na planta foi calculado o acúmulo de macronutrientes [19] pelo milho. As variáveis massa seca e acúmulo de nutrientes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5 % de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR [17].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeito da temperatura na compostagem

A evolução da temperatura, expressada pelos valores médios semanais, durante o processo de compostagem está ilustrada na figura 1. Os resultados indicaram dois grupos distintos quanto à evolução da temperatura, os tratamentos que receberam biomassa de gliricídia (T2 e T3) apresentaram temperaturas termofílicas durante as duas primeiras semanas de compostagem, atingindo temperaturas médias máximas de 49,2 °C e 47,7 °C, para T2 e T3, respectivamente; e os tratamentos apenas adicionados de podas de mangueiras e esterco bovino, que apresentaram uma evolução de temperatura mesofílica, com valores médios máximos de 34,7°C e 35 °C, para T1 e T4, respectivamente (Figura 1).

Nos tratamentos T2 e T3, o aumento de temperatura está associado com a maior oferta de N (Tabela 1), o que favoreceu o aumento populacional da microbiota, com conseqüente aumento da atividade dos micro-organismos [20]. O não aquecimento das pilhas de compostagem para os tratamentos T1 e T4 pode estar associado à limitação de N nas pilhas (Tabela 1) e com maiores trocas de energia da massa com o meio externo, fato também observado na avaliação da decomposição mesofílica dos resíduos orgânicos com águas residuárias da suinocultura [21].

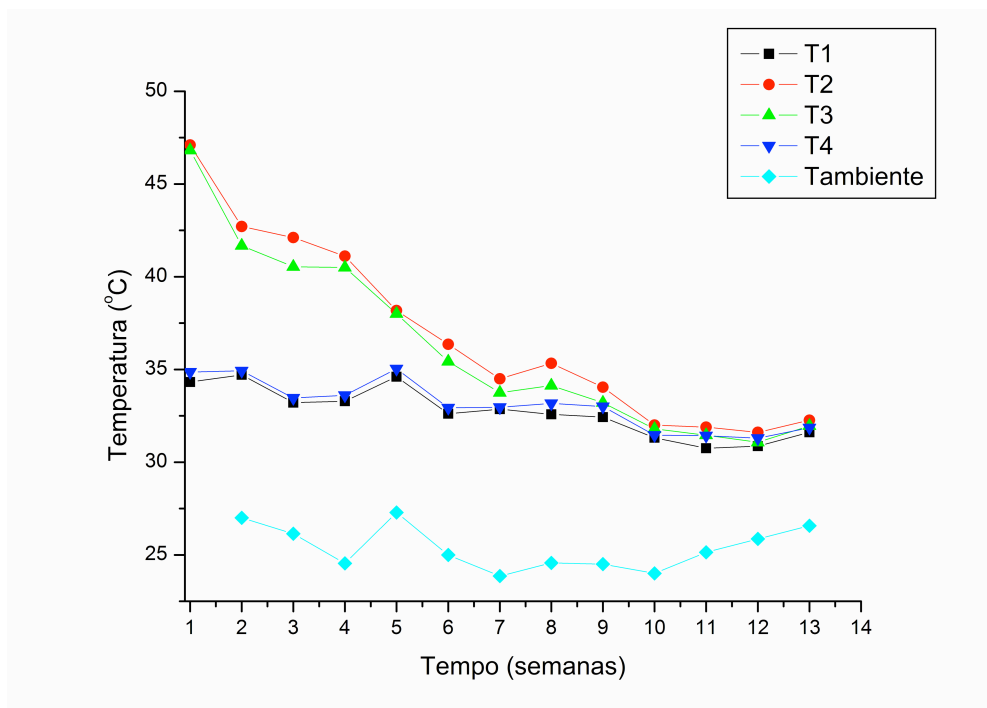


Figura 1: Evolução da temperatura durante a compostagem de resíduos de podas de mangueiras, esterco bovino, biomassa de gliricídia e MB-4 no semiárido NE do Brasil, T1: Esterco bovino + poda de mangueira, T2: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia, T3: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia + MB-4; T4: Esterco bovino + poda de mangueira + MB-4 e Tamb: Temperatura ambiente.

### 3.2 Efeito do pH na compostagem

Para todos os tratamentos a dinâmica do pH (Figura 2) foi semelhante, com diminuição nos primeiros 15 dias de compostagem, resultado da rápida decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos [22]. Ao final do experimento, todos os tratamentos tiveram seus valores de pH aumentados. De forma similar, trabalhos na literatura observaram aumentos no valor de pH na compostagem de resíduos de podas com esterco de cavalo [22]. O aumento do pH durante o processo de compostagem ocorre devido ao acréscimo na concentração de bases o que ocasiona a obtenção de compostos orgânicos alcalinos [23].

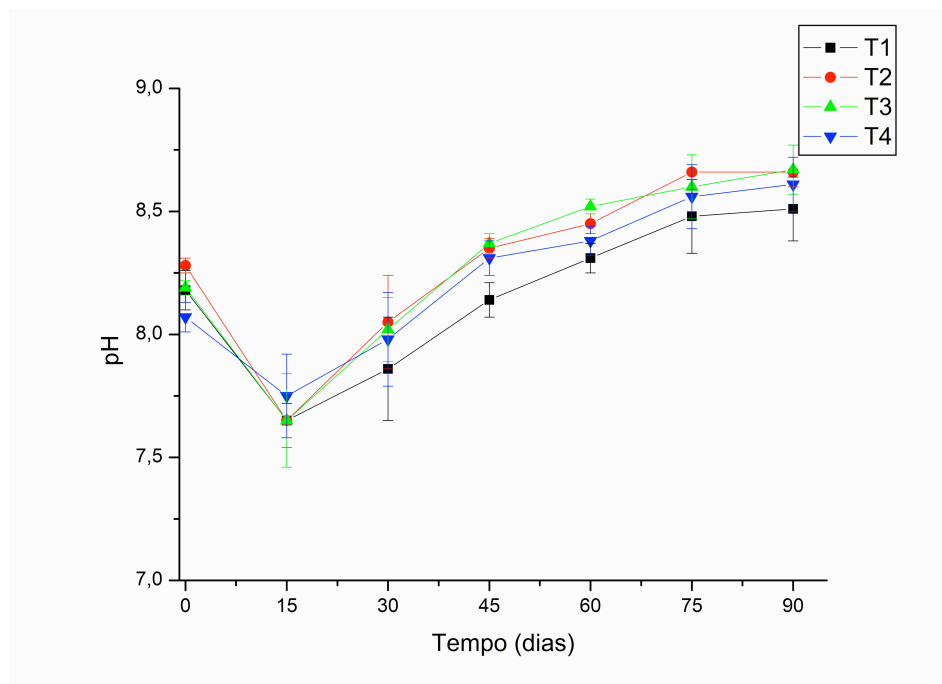


Figura 2: Evolução do pH na compostagem de poda de mangueira, esterco bovino, biomassa de gliricídia e MB-4 na região semiárida NE Brasil. T1: Esterco bovino + poda de mangueira, T2: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia, T3: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia + MB-4 e T4: Esterco bovino + poda de mangueira + MB-4.

### 3.3 Umidade

Os teores da umidade durante a compostagem (dados não apresentados) estiveram condicionados aos intervalos iniciais considerados ótimos entre 55 - 60 % [5, 24, 25]. Ao final do experimento, os valores de umidade para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram: 45,7, 45,2, 48,1, e 45,5%, respectivamente. O decréscimo da umidade durante a compostagem é relatado por diversos trabalhos citados na literatura, sendo as principais causas, o revolvimento e as altas temperaturas [5, 26].

### 3.4 Nitrogênio total

A concentração do nitrogênio total (Nt) nos compostos ao longo do processo de compostagem (Figura 3) para todos os tratamentos não mostrou uma tendência clara. Houve aumento relativo final em relação ao inicial no teor de Nt somente para o tratamento T4 (8,80 – 9,95 g.kg<sup>-1</sup>), possivelmente pela maior perda de carbono apresentada neste tratamento (310 – 142 g.kg<sup>-1</sup>), para os demais tratamentos houve redução nos teores de Nt ao final dos 90 dias de compostagem. Os valores finais de Nt para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram: 9,05, 12,05, 10,28, 9,95 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Aumentos relativos de Nt na compostagem de resíduos orgânicos estão associados à perda de carbono na forma de CO<sub>2</sub> e a presença de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> na pilha de compostagem [27], enquanto perdas de N estão relacionadas às altas temperaturas, frequência de revolvimentos, pH elevado, lixiviação do íon nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e volatilização da amônia (NH<sub>3</sub>) [28].

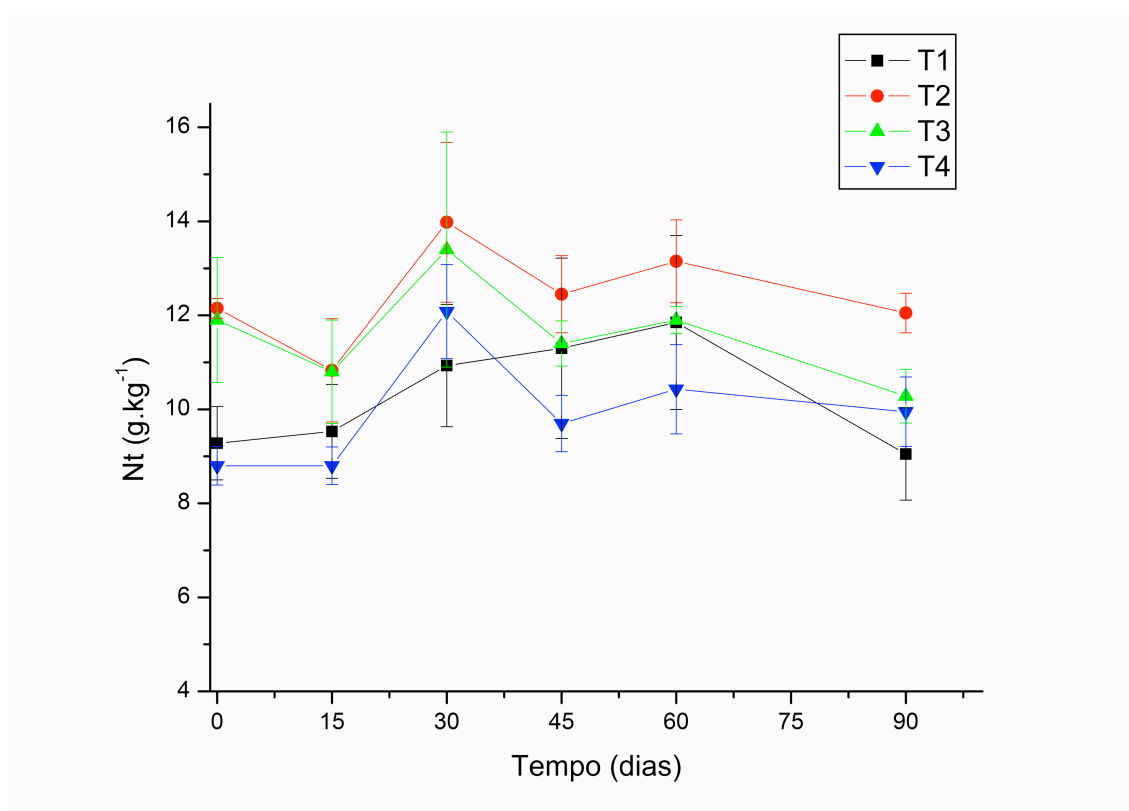


Figura 3: Evolução do teor de Ntotal durante a compostagem de resíduos de podas de mangueiras, biomassa de gliricídia, esterco bovino e MB-4 no semiárido NE do Brasil. T1: Esterco bovino + poda de mangueira, T2: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia, T3: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia + MB-4 e T4: Esterco bovino + poda de mangueira + MB-4.

### 3.5 Relação C/N

Os valores de relação C/N (Figura 4) iniciais para os tratamentos demonstraram dois grupos distintos, os tratamentos que receberam biomassa de gliricídia apresentaram média de relação C/N inicial de 21, enquanto os tratamentos que não receberam biomassa de gliricídia apresentaram valores médios de relação C/N = 31. Este fato é resultado de um maior aporte de N para os tratamentos que foram adicionados de gliricídia que leva a um estreitamento na relação C/N. Para todos os tratamentos foram observadas reduções da relação C/N, devido à decomposição e mineralização da matéria orgânica durante a compostagem, mesmo para os tratamentos T1 e T4 que apresentaram perfil de temperatura mesofílica.

Os valores de relação C/N após 60 dias de compostagem, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram: 14,5, 13,6, 15,7 e 15,4, respectivamente, indicando que os compostos orgânicos já estavam estabilizados. Com 90 dias de compostagem, as relações C/N finais apresentaram valores superiores ao tempo de 60 dias, fato determinado pela diminuição do teor de Nt observada para os tratamentos T1, T2 e T3 nos últimos 30 dias de compostagem.

A relação C/N é um parâmetro utilizado para indicar a maturação de compostos orgânicos, sendo o valor de C/N = 12 um indicador para composto maturado [5, 29, 30]. Os valores finais de relação C/N para os tratamentos foram: T1 (18,0), T2 (13,9), T3 (16,5) e T4 (14,3). Em estudo semelhante, ao avaliarem a compostagem de resíduos sólidos de frigorífico adicionados de serragem e material palhoso verificaram que após 90 dias de compostagem a relação C/N média era de 10,7, indicando um elevado grau de maturação dos compostos orgânicos [31].

No entanto, considerações devem ser feitas na compostagem de resíduos de podas de espécies arbóreas, tendo em vista estes resíduos apresentarem grande quantidade de materiais lenhosos em sua matriz orgânica, o que tem levado a alguns pesquisadores a admitirem uma relação C/N acima de 12 para a maturação destes compostos orgânicos [22].

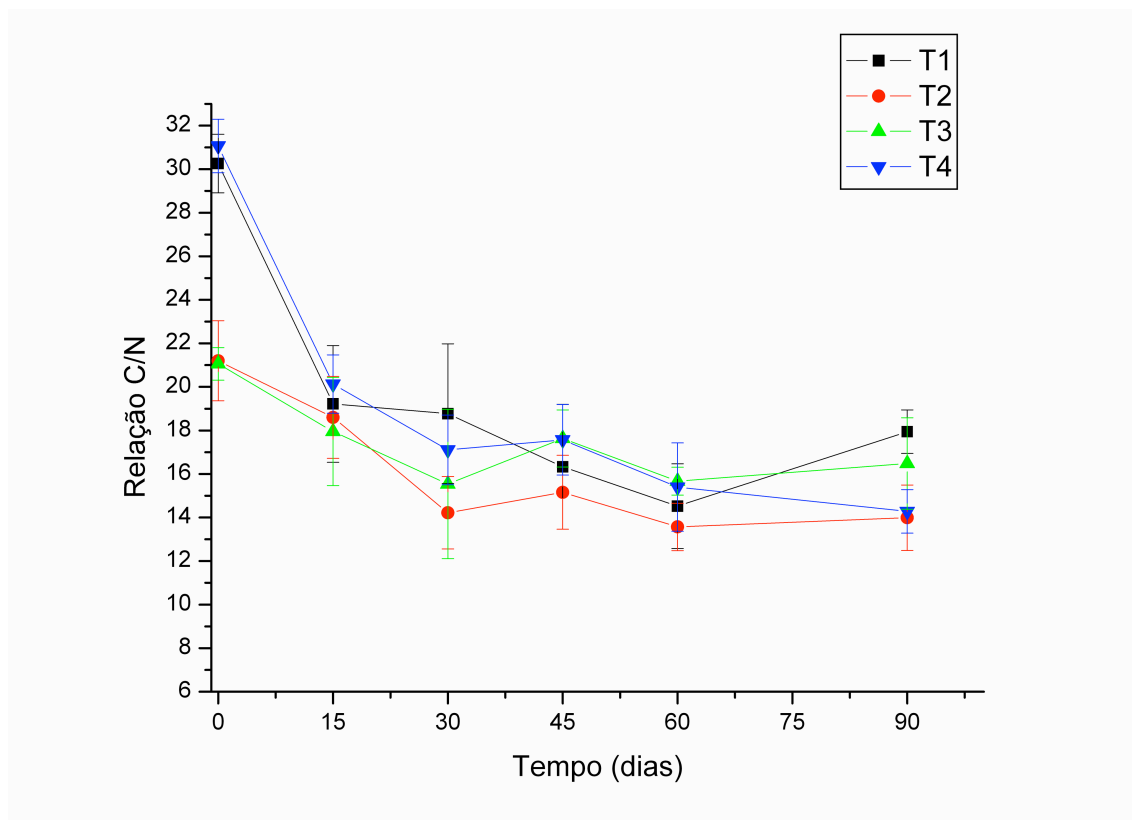


Figura 4: Evolução da relação C/N na compostagem de resíduos de podas de mangueiras, biomassa de gliricídia, esterco bovino e MB-4 no semiárido NE Brasil. T1: Esterco bovino + poda de mangueira, T2: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia, T3: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia + MB-4 e T4: Esterco bovino + poda de mangueira + MB-4.

### 3.6 Concentrações de nutrientes nos compostos orgânicos

As concentrações de nutrientes, N, P, K, Ca, Mg e as relações C/N finais dos compostos orgânicos estão ilustradas na Tabela 3. A análise de variância evidenciou diferença significativa nos teores de Nt para o tratamento T2 em relação aos demais tratamentos, possivelmente pela adição da biomassa da gliricídia com altos teores de N (Tabela 1). Para o teor de P não houve diferença, apesar de o tratamento T2 ter apresentado o maior valor médio absoluto. Para o teor de K observou-se efeito significativo entre os tratamentos T2 e T1. Não foi verificado efeito significativo para os teores de Ca e Mg entre os tratamentos avaliados, apesar de o tratamento T3 ter apresentados os maiores valores médios absolutos. Os teores de nutrientes nos compostos orgânicos dependem da matéria-prima usada na compostagem e do tipo de enriquecimento utilizado no processo [32]. Fica evidente que a adição de MB-4 nas condições experimentais avaliadas não acarretou um aumento nas concentrações de Ca e Mg, o que possivelmente está relacionada com a quantidade utilizada no experimento. Uma vez que adições de quantidades significativas de rocha moídas acarretam em compostos orgânicos com maiores concentrações de nutrientes [32].

Cabe ressaltar que a legislação brasileira determina algumas condições para que um material seja considerado composto orgânico (Instrução Normativa nº23 de 31 de Agosto de 2005). Neste sentido, todos os compostos orgânicos produzidos nas condições experimentais testadas enquadram-se nas especificações.



Tabela 3: Teores de nutrientes nos compostos orgânicos produzidos na compostagem de podas de mangueiras, gliricídia, esterco bovino e/ou MB-4, no semiárido do NE do Brasil.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	C/N
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----					
T1	9,1 b*	2,8 a	4,9 b	6,7 a	2,5 a	18,0 a
T2	12,1 a	3,6 a	7,2 a	7,3 a	3,0 a	13,9 b
T3	10,3 b	3,1 a	6,7 ab	8,7 a	3,3 a	16,5 ab
T4	9,9 b	3,1 a	5,6 ab	7,0 a	2,5 a	14,3 ab
Media Geral	10,3	3,1	6,1	7,4	2,8	15,7
CV (%)	6,9	12,2	15,7	15,7	22,4	9,3

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % ( $p < 0,05$ ) de probabilidade. T1: Esterco bovino + poda de mangueira, T2: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia, T3: Esterco bovino + poda de mangueira + gliricídia + MB-4 e T4: Esterco bovino + poda de mangueira + MB-4.

Outros estudos apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho, a exemplo de estudo [33] que avaliou as concentrações de nutrientes em 15 tipos de compostos orgânicos produzidos na região semiárida do NE do Brasil e obteve valores médios de: 6,89, 3,86, 6,85, 8,94 e 1,14 g.kg<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Este estudo apresentou a mesma tendência decrescente da composição dos nutrientes nos compostos orgânicos, ou seja, N>Ca>K>P>Mg.

### 3.7 Qualidade Nutricional dos compostos orgânicos

A produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes pelo milho nos diferentes tratamentos estão ilustrados na tabela 4. Não houve diferença significativa na produção de matéria seca pela planta de milho, possivelmente devido à boa fertilidade do Neossolo Flúvico utilizado no experimento. Os tratamentos adubados com composto orgânico T2, T3, T1 e T4 apresentaram acúmulos totais, expresso pela soma dos nutrientes, de N, P, K, Ca e Mg com incrementos médios de 39,9, 36,6, 36,1 e 29,4% em relação à testemunha sem adubação, para T2, T1 e T3 e T4, respectivamente. Os incrementos observados com a adição dos compostos orgânicos em relação à testemunha sem adubação pode ser explicado pelo aumento no teor de macronutrientes na solução do solo [34].

Tabela 4: Acúmulos de N, P, K, Ca e Mg pelo milho cultivado em vasos e adubados com compostos orgânicos com ou sem adição de gliricídia e/ou MB-4.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	MSA <sup>1</sup>
	mg.vaso <sup>-1</sup>					g.vaso <sup>-1</sup>
T1	9,9 a*	4,5 ab	50,4 a	5,1 ab	1,0 ab	1,4a
T2	10,5 a	5,2 a	54,6 a	4,8 ab	1,0 ab	1,4a
T3	9,3 ab	4,5 ab	50,8 a	5,1 ab	1,0 ab	1,4a
T4	10,0 a	2,7 c	39,4 b	5,8 a	1,2 a	1,2a
T0	8,0 b	3,4 bc	36,9 b	3,7 b	0,7 b	1,0a
Media geral	9,6	4,1	46,4	4,9	0,98	1,35
CV (%)	9,97	18,57	8,63	18,17	18,69	36,64

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. T1: composto orgânico à base de poda de mangueira e esterco bovino; T2: composto orgânico à base de poda de mangueira, esterco bovino e biomassa de gliricídia; T3: composto orgânico à base de poda de mangueira, esterco bovino, biomassa de gliricídia e MB-4; T4: composto orgânico à base de poda de mangueira, esterco bovino e MB-4; T0: tratamento sem adubação. 1: MAS: matéria seca da parte área.

Os tratamentos T2, T4 e T1 destacaram-se no acúmulo de N, com superioridade significativa em relação ao tratamento testemunha, sem adubação. Para o acúmulo de N, os incrementos foram de 32,3, 25,6 e 23,8% para os tratamentos T2, T4 e T1, respectivamente, quando comparados ao tratamento

testemunha sem adubação. Para todos os tratamentos, o acúmulo de N pela planta de milho foi baixo, possivelmente pela lenta liberação do N pelos compostos orgânicos, uma vez que do N aplicado ao solo com adubos orgânicos somente 50% é absorvido pelas plantas, 25% é perdido por diferentes mecanismos e 25% fica retido no solo em formas estáveis [35]; e pelo baixo teor de N no solo ( $N = 0,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ) utilizado no experimento (Tabela 4).

Para o acúmulo de P pela planta de milho, o tratamento que apresentou diferença significativa foi T2, com incremento de 52,9%, quando comparado com o tratamento testemunha, sem adubação. Os valores elevados no acúmulo de P pelos tratamentos refletem os elevados teores observados no solo utilizado no experimento ( $P \text{ total} = 367 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e aos teores elevados nos compostos orgânicos aplicados (Média geral =  $3,1 \text{ g.kg}^{-1}$  - Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por [36] no acúmulo de P pela planta de milho quando adubada com esterco bovino curtido.

Para o acúmulo de K pela planta de milho houve diferença significativa para os tratamentos T2, T3 e T1 em relação ao tratamento T4 e com incrementos de 47,7, 37,6 e 36,7%, respectivamente, quando comparados ao tratamento testemunha, sem adubação. Os altos valores para o acúmulo de K para todos os tratamentos estão associados ao teor deste elemento no Neossolo Flúvico [37]. Para o acúmulo de Ca e Mg pela planta de milho não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados, somente o tratamento T4 diferiu do tratamento testemunha sem adubação, com incrementos de 59,4 e 59,3%, para Ca e Mg, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÃO

Nosso estudo demonstrou que a adição da biomassa da gliricidia na compostagem de podas de mangueiras com esterco bovino acarretou na produção de composto orgânico de melhor qualidade, maior concentração de N e menor relação C/N. No entanto, a adição do pó de rocha comercial MB-4 não afetou a qualidade final dos compostos orgânicos.

Os compostos orgânicos produzidos disponibilizaram nutrientes para a planta de milho, indicando a importância de aplicação da reciclagem de resíduos orgânicos pelo processo de compostagem para a região semiárida do NE do Brasil.

- 
1. SAMPAIO, E. V. S. B; SALCEDO, I. H; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do Semiárido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DOS SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. Insumo básico para a agricultura e combate à fome: Anais..... Petrolina: Embrapa-TSA/SBCS, 1: 51-71(1995).
  2. MENEZES, R. S. C; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12: 251-257 (2008).
  3. TIESSEN, H; CUEVAS, E; SALCEDO, I.H. Organic matter stability and nutrient availability under temperate and tropical conditions. *Advances GeoEcology*. 31: 415-422 (1998).
  4. PRIMO, D. C; FADIGAS, F. de .S; CARVALHO, J. C. R; SCHMIDT, C. D. S; BORGES FILHO, A. C. S. Avaliação da qualidade nutricional do composto orgânico produzidos com resíduos de fumo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 14: 742-746 (2010).
  5. KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Ed. Ceres, Piracicaba,1985. 492p.
  6. BUENO, P; TAPIAS, R; LÓPEZ, F; DÍAZ, M.J. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. *Bioresource Technology*. 99: 5069-5077 (2008).
  7. DUTRA, E. D; MENEZES, R. S. C; PRIMO, D. C. Aproveitamento de biomassa residual agrícola para produção de compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*.7: 465-472 (2012).
  8. MARIN, A. M. P; MENEZES, R. S. C; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricidia adubado com duas fontes orgânicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 42: 669 – 677 (2007).
  9. MARTINS, J.C.R; MENEZES, R.S.C; FREITAS, A.D.S; SAMPAIO, E.V.S.B; PRIMO, D.C. Fixação biológica de nitrogênio em gliricidia em sistemas agroflorestais em no semiárido paraibano. In: *XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. 2011. Uberlândia. Anais..... 1: 1-4 (2011).
  10. DUTRA, E. D; MARTINS, J. C. R; ALTHOFF, T. D; ALVES, R. N; MENEZES, R. S. C. Utilização de resíduos vegetais para produção de compostos orgânicos na Fazenda Tamanduá – PB. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 9: 42-44 (2009).
  11. SILVA, L. L; COSTA, R. F; CAMPOS, J. H. B da C; DANTAS, R. T. Influências das precipitações na produtividade agrícola no estado da Paraíba. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. 13: 454-461 (2009).

12. THOMAS, R. L; SHEARRD, R. W; MOYER, J. R. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. *Agronomy Journal*. 59: 240-243 (1967).
13. BREMNER, J. M; MULVANEY, C. S. Nitrogen-Total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (eds). *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part. 2.* Madison, ASA-SSSA, 1982. p. 595-624. (Agronomy Monograph, 9).
14. SNYDER, J. D; TROFYMOW, J. A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. *Commun. Soil Science and Plant Analysis*. 15: 587-597 (1984).
15. PINHEIRO, S; BARRETO, S.B. “MB-4”: Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes. Edição especial V Fórum Social Mundial. 2005. 273p.
16. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Informática Agropecuária (Brasília, DF). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. I Ed. 1999. 370p.*
17. FERREIRA, D. F. SISVAR: versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
18. PRIMO, D.C; MENEZES, R.S.C; da SILVA, T.O; ALVES, R.N; CABRAL, P.K.T. Biomassa e extração de nutrientes pelo milho submetido a diferentes manejos de adubos orgânicos na região semiárida. *Scientia Plena*. 7: 1-8 (2011).
19. FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2: 6-16 (1998).
20. BRITO, L. M; AMARO, A. L; MOURAO, 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*. 32: 1959-1968 (2008).
21. FEBRER, M. C. A; MATOS, A. T; SEDIYAMA, M. A. N; COSTA, L. M. Dinâmica da decomposição mesofílica de resíduos orgânicos misturados com águas residuárias da suinocultura. *Engenharia na Agricultura*. 10: 18-30 (2002).
22. BENITO, M; MASAGUER, A; MOLINER, A; HONTORIA, C; ALMOROX, J. Dynamics of pruning waste and spent horse litter co-composting as determined by chemical parameters. *Bioresource Technology*, 100: 497-500 (2009).
23. KIEHL, E. J. *Manual de Compostagem: Maturação e qualidade do composto*. Ed. Ceres. Piracicaba, 2002. 171p.
24. GAJALAKSHMI, S; ABBASI, S. A. Solid waste management by composting: state of the art. *Critical Review Environmental Science & Technology*. 38: 311–400 (2008).
25. HAMADA, M.F; ABU QDAIS, H.A; NEWHAM, J. Evaluation of municipal solid waste composting kinetics. *Resources, Conservation and Recycling*. 23: 209-223 (1998).
26. SEDIYAMA, M. A. N; VIDIGAL, S. M; PEDROSA, M.W, PINTO, C. L. O; SALGADO, L. T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12: 638-644 (2008).
27. BISHOP, P.L; GODFREY, C. Nitrogen transformation during sewage composting. *Biocycle*. 24: 34–39 (1983).
28. RAVIV, M; MEDINA, S; KRASNOVSKY, A; ZIADNA, H. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. *Compost Science and Utilization*. 12: 6-10 (2004).
29. BERNAL, M.P; SANCHEZ-MONEDERO, C; PAREDES, ROIG, A. Mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 69: 175–189 (1998).
30. IGLESIAS-JIMENEZ, E; PEREZ-GARCIA, V. Determination or maturity indices for city refuse composts. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*. 38: 331-343 (1992).
31. COSTA, M.S.S; COSTA, L.A.M; DECARLI, L.D; PELÁ, A; SILVA, da C.J; MATTER, U.F; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 13: 100-107 (2009).
32. LIMA, C. C; MENDONÇA, E. S; SILVA, I. R; SILVA, L. H. M; ROIG, A. Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 13: 334-340 (2009).
33. OLIVEIRA, L. B; ACCIOLY, A.M.A; MENEZES, R.S.C; ALVES, R.N; BARBOSA, F.S; SANTOS, C.L.R. Parâmetros indicadores de mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos. *Idesia*. 30: 65-73 (2012).
34. 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*. 29: 817-824 (2005).
35. AZAM, F; MALIK, K. A; SAJJAD, M. J. Transformations in soil and availability to plants of <sup>15</sup>N applied as inorganic fertilizer and Legume Residues. *Plant and Soil*. 86: 3-13 (1985).

36. SAMPAIO, E. V. S. B; OLIVEIRA, N. M. B; NASCIMENTO, P. R. F. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e Egeria densa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 31: 995-1002 (2007).
37. CURRI, N; KAMPF, N; MARQUES, J. J. *Mineralogia e forma de potássio em solos brasileiros*. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (Ed). *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba. Potafos. 2005. p.71-91.