

Liberação de Nutrientes dos Resíduos de Rochas pelo Uso do Processo de Compostagem

Ramires Ventura Machado

Bolsista de Iniciação Científica, Agronomia, UFES.

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Profº Eng. Químico, D. Sc.

Felipe Vaz Andrade

Orientador, Profº Eng. Agrônomo, D. Sc.

Resumo

O descarte inadequado dos resíduos gerados nos setores, agropecuário e de rochas ornamentais, causa um grave impacto ambiental que preocupa todas as esferas governamentais, que incentivam pesquisas para seu aproveitamento. No processo de compostagem, a decomposição aeróbica de resíduos, torna o material compostado com atributos químicos, físicos e microbiológicos superiores para aplicação na agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de nutrientes presentes em resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais associados à compostagem, e a possibilidade de sua utilização na produção de plantas para obtenção de biodiesel. Foram montados experimentos em laboratório e em casa de vegetação utilizando 2 tipos de resíduos de rochas, 3 tipos de materiais orgânicos e 4 doses de materiais orgânicos. Os resultados indicaram que o material compostado, a partir dos diferentes resíduos de rochas e diferentes materiais orgânicos, apresentou diferença significativa na disponibilidade de K, Ca e Mg indicando a disponibilização desses nutrientes para o solo por meio de resíduos.

1. Introdução

Os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia respondem por 80% da produção nacional de rochas ornamentais (RO) e o Espírito Santo se destaca como principal produtor e processador dessas rochas, respondendo por cerca de 47% da produção nacional, sendo este setor de grande importância econômica para o Estado, gerando empregos diretos e indiretos.

A lavra e o beneficiamento de rochas ornamentais e a produção agropecuária se caracterizam pela alta geração de resíduos, seja na forma mineral ou na forma orgânica, e isso vem cada vez mais se tornando um problema de grandes proporções ambientais devido ao descarte inadequado dos resíduos gerados. Entretanto esses materiais têm possibilidades de serem aproveitados de diversas formas, e na agricultura não é diferente, podendo ser utilizados como corretivos da acidez do solo e como fonte de nutrientes para as plantas, principalmente em relação ao cálcio, ao magnésio e ao potássio presentes nos resíduos de rochas.

A compostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição aeróbica de materiais orgânicos onde há um desprendimento de gás carbônico e água. O composto, produto da compostagem, é um material homogêneo e relativamente estável (Peixoto *et al.*, 1989), com atributos químicos, físicos e microbiológicos superiores àqueles encontrados em matérias primas. Segundo Lima *et al.* (2008), a melhoria na

qualidade de compostos orgânicos pode ser obtida mediante o enriquecimento mineral dos mesmos. O composto pode também passar por um processo de vermicompostagem, que é o resultado da combinação da ação de minhocas e dos microrganismos que habitam seus intestinos, dando origem ao vermicomposto (Albanel *et al.*, 1988), embora as metodologias sejam diferentes, os processos têm o mesmo objetivo.

A comunidade Européia e os Estados Unidos, além de diversos outros países, têm estimulado a substituição de derivados de petróleo por fontes de combustíveis renováveis como é o caso do biodiesel, devido ao seu menor índice de poluição atmosférica, quando comparado aos derivados do petróleo, sendo o cultivo do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) uma alternativa para a produção de óleo. A semente contém 66% de cascas, que fornecem de 50 a 52% de óleo extraído com solventes, atendendo com isso ao Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) que é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda.

2. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo avaliar a disponibilidade de nutrientes, como cálcio, magnésio e potássio, presentes em resíduos oriundos do corte e beneficiamento de rochas ornamentais associados ao processo de compostagem, bem como da utilização do composto gerado na adubação de plantas propícias para a produção de biodiesel.

3. Experimental

Os resíduos de rochas ornamentais são oriundos de tanques de decantação de serrarias de rochas ornamentais da região de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Como fontes de materiais orgânicos, para o processo de compostagem, foram utilizados três tipos de resíduos orgânicos que são esterco bovino, vermicomposto, e material vegetal proveniente de capim colônia picado, todos coletados na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, na cidade de Alegre - ES. As análises químicas dos resíduos de rochas foram realizadas no Laboratório de Química e Física do Solo do Centro de Ciências Agrárias da UFES (CCA-UFES). Os materiais orgânicos foram analisados no Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

3.1. Experimento de Compostagem

O experimento seguiu um esquema fatorial 2x3x4 em que os fatores em estudo foram: dois resíduos de rochas ornamentais (R1 e R2), três tipos de materiais orgânicos (esterco bovino, vermicomposto, e material vegetal denominados de MO1, MO2 e MO3 respectivamente), e quatro doses de materiais orgânicos (10, 20, 40 e 80 toneladas por hectare de material orgânico).

As misturas dos compostos orgânicos e resíduos de rochas (10 t/ha) foram homogeneizadas e adicionadas em recipientes de 40 ou 60 L com perfurações laterais possibilitando a sua aeração e mantida sua umidade no decorrer da compostagem, os recipientes foram mantidos em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias

da UFES no período de janeiro a abril de 2010 onde após esse tempo foram secos em temperatura ambiente para aplicação dos tratamentos. Amostras com 250g foram retiradas e mantidas em laboratório sendo retiradas sub-amostras de 15 em 15 dias e secas em temperatura ambiente para análise de cálcio, magnésio e potássio, conforme recomendação da EMBRAPA (1997).

3.2. Experimento com Planta (Pinhão manso)

Este experimento seguiu um esquema em que os fatores em estudo foram o produto da compostagem do experimento anterior tendo 24 tratamentos, com três repetições. As doses dos compostos foram determinadas de acordo com Prezoti *et al.* (2007), a partir de prévia caracterização química dos solos (EMBRAPA, 1997).

Amostras de 4 dm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) do solo foram acondicionadas e homogeneizadas em sacos plásticos onde se realizou a aplicação dos produtos da compostagem na dose de 40 t/ha, sendo plantadas 3 sementes de pinhão manso. Após a germinação duas sementes foram eliminadas deixando-se apenas uma planta por vaso, totalizando 72 unidades experimentais conduzidas em casa de vegetação.

O experimento foi conduzido por 90 dias, após o plantio. Ao fim deste período, as plantas foram coletadas, seccionadas a cerca de 1 cm do solo, e em seguidas acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 – 72 °C, determinando-se o peso da matéria seca (MS), a produção de matéria seca da parte aérea (folha e caule), e a quantidade de nutriente absorvido pela planta principalmente cálcio, magnésio e potássio, da parte aérea. Para determinação desses três nutrientes o material vegetal foi seco, moído e submetido à digestão nitroperclórica. O potássio foi determinado pelo método de espectrofotometria de chama. Imediatamente após o corte das plantas, o solo de cada vaso foi seco ao ar, homogeneizado e passado em peneira de 2 mm, procedendo-se as seguintes análises: cálcio, magnésio, e potássio conforme EMBRAPA (1997), buscando verificar as possíveis variações químicas e físico-químicas que ocorreram nos solos em função dos tratamentos aplicados. As determinações de cálcio e magnésio, tanto para as plantas como para os solos foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. Experimento semelhante será conduzido em campo com covas de 27 dm³.

4. Resultados e Discussão

O resultado da análise dos resíduos de rochas ornamentais mostra que os mesmos apresentam um poder relativo de neutralização total (PRNT) de 23,84% e 16,72%, e um poder de neutralização (PN) de 26,95% e 24,96% para os resíduos 1 e 2 respectivamente (Tabela 1). Segundo Machado *et al.* (2009), o Poder de Neutralização (PN) depende do tipo e teor de neutralizantes no corretivo, que são as mais importantes qualidades do corretivo a ser avaliada. Esses dois parâmetros são englobados num valor único que define a qualidade do corretivo, é denominado de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT). Observam-se maiores quantidades de cálcio no resíduo 1 e magnésio no resíduo 2, possivelmente devido à diferença na composição mineralógica do resíduo de rocha.

Tabela 1. Composição elementar dos resíduos de rochas ornamentais

Resíduos	Composição Elementar			
	CaO	MgO	PN*	PRNT**
	----- dag.kg ⁻¹ -----		-----(%)------	
Resíduo 1	8,96	4,4	26,95	23,84
Resíduo 2	6,72	5,2	24,96	16,72

*PN - poder de neutralização; ** PRNT - poder relativo de neutralização total

A Tabela 2 mostra a composição química dos materiais orgânicos onde se observa que os materiais orgânicos 1 e 2 (esterco bovino e o vermicomposto, respectivamente) possuem concentração de nutrientes maiores frente ao material orgânico 3 (material vegetal), por serem materiais com maiores teores de matéria orgânica e carbono total, favorecendo a atividade microbiana e produzindo um composto mais estável e com maiores teores de substâncias húmicas. O material orgânico 1 apresenta maiores teores de cálcio e magnésio (0,25 e 0,06 dag.kg⁻¹ respectivamente) e o material orgânico 2 maiores teores de potássio, nitrogênio e fósforo (0,62, 0,77 e 0,62 dag.kg⁻¹ respectivamente), essa diferença nos teores de nutrientes é devido à natureza dos diferentes materiais analisados.

Tabela 2. Composição química dos compostos orgânicos

Amostra	----- Umidade -----		----- 110 °C -----			
	65°C	110 °C	Total	MO	Cinzas	C Total
	----- %- -----					
Mat. Org. 1	10,34	2,95	13,29	63,36	36,64	31,73
Mat. Org. 2	40,24	3,48	43,72	68,84	31,16	34,91
Mat. Org. 3	7,38	1,06	8,44	7,00	93,00	2,06

Amostra	Densidade	pH	Ca	Mg	K	N	P
	mg.cm ³		----- %- -----				
Mat. Org. 1	0,67	8,86	0,25	0,06	0,46	0,61	0,40
Mat. Org. 2	0,68	6,33	0,19	0,04	0,62	0,77	0,62
Mat. Org. 3	0,29	6,89	0,06	0,02	0,23	0,24	0,13

MO – matéria orgânica; Mat. Org. – material orgânico

Analisando o efeito da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais, em relação à concentração de cálcio, magnésio e potássio, no processo de compostagem observa-se na Tabela 3 diferenças significativas para o cálcio e magnésio para todas as coletas realizadas, sendo que o resíduo 1 foi superior para a concentração de cálcio, e o resíduo 2 apresentou-se superior para a concentração de magnésio presente nos materiais compostados. Estes resultados estão em consonância com os resultados apresentados na Tabela 1, onde apresenta maiores teores de cálcio, na forma de CaO, para o resíduo 1 e maiores teores de magnésio, na forma de MgO, para o resíduo 2, possivelmente devido ao material de origem dos resíduos de rocha ou dos insumos utilizados para o seu beneficiamento. Os resíduos não apresentaram diferença significativa para a concentração de potássio em função das coletas realizadas.

O efeito da aplicação dos diferentes materiais orgânicos em relação à concentração de cálcio, magnésio e potássio no processo de compostagem, apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A concentração de cálcio, magnésio e potássio para os materiais orgânicos 1 e 2 foram superiores a do material orgânico 3, devido ao maior teor de carbono total e maior quantidade de nutrientes presente nos materiais orgânicos 1 e 2, o que favorece a atuação de microorganismos, possibilitando maior atuação na disponibilidade de nutrientes.

Tabela 3. Concentração de nutrientes na compostagem em função dos diferentes tipos de resíduos aplicados.

Tratamento	Cálcio						
	1ª Col.	2ª Col.	3ª Col.	4ª Col.	5ª Col.	6ª Col.	7ª Col.
	----- cmol.dm ⁻³ -----						
Resíduo 1	7,14 a	11,16 a	8,41 a	7,55 a	8,50 a	8,43 a	9,70 a
Resíduo 2	6,23 b	10,44 b	7,20 b	6,48 b	7,50 b	7,09 b	8,19 b
	Magnésio						
	1ª Col.	2ª Col.	3ª Col.	4ª Col.	5ª Col.	6ª Col.	7ª Col.
	----- cmol dm ⁻³ -----						
Resíduo 1	7,83 b	7,53 b	7,80 b	7,70 b	8,09 b	7,96 b	12,50 b
Resíduo 2	10,91 a	10,78 a	10,36 a	10,41 a	11,31 a	10,89 a	16,29 a
	Potássio						
	1ª Col.	2ª Col.	3ª Col.	4ª Col.	5ª Col.	6ª Col.	7ª Col.
	----- mg.dm ⁻³ -----						
Resíduo 1	2500,66 a	2369,58 a	2379,66 a	2732,58 a	2500,66 a	2409,91 a	2490,58 a
Resíduo 2	2662,00 a	2551,08 a	2520,83 a	2803,16 a	2611,58 a	2450,25 a	2369,58 a

As médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada coleta, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Intervalo de 15 em 15 dias da 1ª a 7ª coleta.

A concentração de cálcio, quando se avalia a aplicação do material orgânico 1 e 2 na compostagem, foi de maneira geral semelhante, mostrando que a ação dos microrganismos no processo de decomposição e humificação dos materiais foi semelhante nos dois materiais orgânicos, e dentre os materiais orgânicos utilizados ambos podem ser usados quando o nutriente que se tem prioridade é o cálcio.

Para a concentração de magnésio pôde-se notar que o material orgânico 2 apresentou diferença significativa ao longo de todas as coletas (Tabela 4), mostrando-se superior aos demais materiais orgânicos utilizados. Este fato pode estar relacionado às características deste material orgânico, com maiores teores de carbono total e nutrientes (Tabela 2) favorecendo a ação de microorganismos, que atuam na decomposição do material e consequentemente na disponibilização do nutriente.

Analisando a concentração de potássio o material orgânico 1 (esterco bovino) apresentou diferença significativa, mostrando teores de potássio superiores quando comparado aos demais materiais orgânicos (Tabela 4). Este fato se deve possivelmente as características químicas do material orgânico que proporcionou maior liberação de potássio do resíduo de rocha.

Notou-se ainda que de maneira geral houve aumento na disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio ao longo do tempo (coletas), para as doses aplicadas, mostrando que o processo de compostagem e a atividade microbiana ajudam a liberação de nutrientes através da decomposição e mineralização dos compostos orgânicos no decorrer do tempo, e que possivelmente o processo de compostagem pode ser utilizado para ajudar a liberação mais rápida dos nutrientes presentes nos resíduos de rochas ornamentais.

Tabela 4. Concentração de nutrientes na compostagem em função dos diferentes tipos de materiais orgânicos.

Material Orgânico	Cálcio													
	1ª Col.		2ª Col.		3ª Col.		4ª Col.		5ª Col.		6ª Col.		7ª Col.	
	----- cmol _c .dm ⁻³ -----													
Mat. Org. 1	8,58	a	11,07	b	10,36	a	9,41	a	11,03	a	10,45	a	11,79	a
Mat. Org. 2	8,52	a	16,64	a	9,57	a	8,65	a	9,42	b	9,62	a	10,69	b
Mat. Org. 3	1,96	b	4,69	c	3,49	b	2,99	b	3,56	c	3,22	b	4,36	c

Material Orgânico	Magnésio													
	1ª Col.		2ª Col.		3ª Col.		4ª Col.		5ª Col.		6ª Col.		7ª Col.	
	----- cmol _c .dm ⁻³ -----													
Mat. Org. 1	5,45	b	5,55	b	6,16	b	6,31	b	7,59	b	6,88	b	10,78	b
Mat. Org. 2	18,49	a	18,21	a	17,65	a	17,50	a	17,59	a	18,43	a	27,23	a
Mat. Org. 3	4,16	b	3,71	b	3,41	c	3,36	c	3,92	c	2,97	c	5,16	c

Material Orgânico	Potássio													
	1ª Col.		2ª Col.		3ª Col.		4ª Col.		5ª Col.		6ª Col.		7ª Col.	
	----- mg.dm ⁻³ -----													
Mat. Org. 1	5324,00	a	4658,50	a	4961,00	a	5747,50	a	5263,50	a	5051,75	a	4961,00	a
Mat. Org. 2	1648,62	b	1815,00	b	1694,00	b	1739,37	b	1573,00	b	1421,75	b	1467,12	b
Mat. Org. 3	771,37	c	907,50	c	695,75	c	816,75	c	831,87	c	816,75	c	862,12	c

As médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada coleta, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Intervalo de 15 em 15 dias da 1ª a 7ª coleta.

5. Conclusões

Os resíduos de rocha proporcionaram maiores disponibilidade para cálcio e magnésio no processo de compostagem e não apresentaram diferença significativa na disponibilidade de potássio. No entanto, o esterco bovino e o vermicomposto mostraram-se superior ao material vegetal na liberação de cálcio, magnésio e potássio no processo de compostagem.

6. Agradecimento

Ao CNPq pelo apoio financeiro, ao CETEM e ao CCA - UFES pelo apoio técnico científico.

7. Referências Bibliográficas

ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology and Fertility of Soils**, v.6, p.266-269, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Ministério da Agricultura e do abastecimento: Rio de Janeiro, 1997. 212p.

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. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.3, p.334–340, 2009.

MACHADO, R.V.; RIBEIRO, R.C.C.; ANDRADE, F.V. **Nutrição Mineral e a Utilização de Resíduos de Rochas Ornamentais**. In: XVII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2009, Rio de Janeiro, Brasil.

PEIXOTO, R.T. DOS G.; ALMEIDA, D.L. DE; FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.599-606, 1989.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADATO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Espírito Santo** – 5a aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.