

EFEITO DA AÇÃO DECOMPOSITORA DA MINHOCA CALIFORNIANA (*Lumbricus rubellus*) NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

*Effect of action putrefactive californian earthworm (*Lumbricus rubellus*) in the chemical composition of a fertilizer organomineral*

Heliomar Baleeiro de MELO JÚNIOR¹; Mariana Velasque BORGES²; Marta Andréia DOMINGUES³; Elias Nascentes BORGES⁴

1. Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil.

Heliomar_agro@yahoo.com.br; 2. Bióloga formada pela UFU, Uberlândia-MG, Brasil; 3. Engenheira Agrônoma formada pela UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 4. Professor, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias – UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

RESUMO: Avaliou-se a ação decompositora de minhocas Californianas (*Lumbricus rubellus*) na composição química de um fertilizante organomineral produzido a partir da mistura em diferentes proporções de resíduos orgânicos não degradados do rúmen de bovinos (ROND), cama de frango de granja (CFG), calcário dolomítico (Cal D) e fertilizante mineral 4-14-8 granulado (FM). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com nove tratamentos, constituídos de ROND; ROND + Cal D; ROND + Cal D + FM (quatro concentrações) e ROND + Cal D + CFG (três concentrações), em três repetições, os quais foram submetidos à vermicompostagem durante um período de 80 dias em condições controladas de umidade e temperatura. Entre as características químicas avaliadas, observou-se que o melhor efeito da utilização da cama de frango foi como fonte de P₂O₅, sendo que a disponibilidade de fósforo foi aumentada mediante a utilização da calagem. Entretanto, a calagem mostrou efeito significativo na redução do teor de nitrogênio no composto. A perda de nitrogênio foi observada em todos os tratamentos, sendo em menor grau no tratamento em que foram utilizados apenas resíduos de rúmen sob ação das minhocas. Quanto à utilização de matérias primas com relação C:N baixa, foi observado maiores perdas de nitrogênio, sendo recomendado acrescer à mistura materiais ricos em carbono. A utilização da vermicompostagem em conjunto com os demais materiais aplicados mostrou benefícios significativos na melhoria da composição química do fertilizante organomineral.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos orgânicos. Cama de frango de granja. Rúmen de bovinos. Vermicompostagem.

INTRODUÇÃO

Antes mesmo da introdução dos fertilizantes minerais, há cerca de 150 anos, o esterco e o composto constituíam, praticamente, a única fonte de nutrientes à disposição das plantas. Com a modernização da agricultura, o consumo de fertilizantes orgânicos diminuiu muito em relação aos fertilizantes minerais. Entretanto, mais recentemente, com o aumento de preço dos fertilizantes minerais e o intenso processo de degradação da qualidade física do solo, está aumentando interesse pelo aproveitamento mais racional de resíduos agrícolas e mesmo dos urbanos e industriais, inclusive de adubos verdes (OLIVEIRA et al. 2010).

Uma alternativa de utilização no momento é a adoção do fertilizante organomineral. Os fertilizantes organominerais possuem fórmulas com menor concentração em NPK e são fabricados em associação com fertilizantes orgânicos, o que potencializa os efeitos dos nutrientes minerais a serem disponibilizados às plantas.

Para as plantas, não há diferença se os nutrientes são provenientes de fertilizantes minerais ou da mineralização da matéria orgânica, contudo, a qualidade física do solo é dependente da fonte do nutriente. Quando a fonte é orgânica, diversos benefícios à qualidade física do solo podem ser observados, cabendo destacar: melhoria na agregação, melhor equilíbrio entre macro e microporos, equilíbrio na relação sólidos e vazios do solo. Estes atributos na verdade acabam por refletir na absorção dos nutrientes e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas.

Embora a utilização de resíduos orgânicos diretamente no solo seja a prática mais intensamente utilizada, ganha-se destaque no cenário nacional, uso da compostagem para a produção de biofertilizantes (TIBAU, 1986).

A compostagem é a produção do composto (adubo) orgânico formado por matéria orgânica humificada, obtida a partir da transformação (decomposição biológica) de restos orgânicos (sobras de culturas, frutas, verduras, dejetos de animais, etc.) pela ação microbiana do solo. No final da decomposição, o composto apresenta estrutura

fofa, cheiro agradável, temperatura ambiente, pH próximo de 7, livre de agentes patogênicos e de sementes de plantas infestantes (LOURES, 1983).

Atualmente, o enfoque é na integração dos processos de compostagem e vermicompostagem para otimizar a reciclagem (NDEGWA; THOMPSON, 2001; SINGH; SHARMA, 2002; NAIR; SEKIOZOIC, 2006; TOGNETTI et al., 2005). Ambos os processos compõem um sistema tecnológico de baixo custo, para a transformação de resíduos orgânicos em compostos que podem ter alto valor nutricional para as plantas (HAND et al., 1988) e para a produção de mudas (ALVES; PASSONI, 1997).

A minhoca utilizada no processo de vermicompostagem pode gerar fonte de renda ao produtor além de propiciar as vantagens da vermicompostagem, uma vez que os piscicultores vêm alimentando peixes em criadouros e pesque-pague com anelídeos, processo este em escala crescente em todo país, destacando-se o Estado de São Paulo, que detém mais de 50% de todo o ramo de pesque-pague do país (PEREIRA, 1997).

Ainda segundo Pereira (1997) outro ponto a ser considerado é a exportação das minhocas utilizadas na vermicompostagem para alimentação humana, devido seu alto valor protéico e produção de medicamentos devido a alta habilidade de regeneração, fatos esses de relevância e de extrema aceitabilidade em países asiáticos, como Japão e China.

Estudos têm demonstrado que a vermicompostagem, em comparação ao composto produzido sem as minhocas, acelera a estabilização da matéria orgânica e produz um composto com menor relação C:N, maior capacidade de troca catiônica e maior quantidade de substâncias húmicas (ALBANELL et al., 1988) e fitormônios (TOMATI et al., 1995). Além disso, a combinação da compostagem com a vermicompostagem reduz o tempo para obtenção do composto (NDEGWA; THOMPSON, 2001; SINGH; SHARMA, 2002).

A maioria dos produtores de vermicompostos utiliza a espécie *Eisenia foetida*, conhecida vulgarmente como minhoca Vermelha da Califórnia ou minhoca de esterco. Essa preferência deve-se à sua habilidade em converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado, à sua extraordinária proliferação e ao seu rápido crescimento. Em menor escala, *Lumbricus rubellus* e *Lumbricus terrestris*, igualmente conhecidas como minhocas de esterco ou minhocas Californianas, são também utilizadas na estabilização de resíduos orgânicos. Normalmente, as minhocas utilizadas na

vermicompostagem são híbridas de *Eisenia* e *Lumbricus*, que a partir de uma dieta à base de solo, matéria orgânica como esterco bovino, areia e silte, produzem o vermicomposto (AQUINO et al. 1992; FERRUZZI, 1986).

Devido ao grande número de abate de bovinos para exportação e para consumo interno, há uma produção significativa de resíduos orgânicos não degradados retirados do rúmen, constituindo material de baixa qualidade, sob o ponto de vista de adubo orgânico. Esses resíduos orgânicos constituem por outro lado sérios problemas de estocagem, poluição do ambiente e odores desagradáveis à população.

Na tentativa de minimizar esse problema, vários métodos de tratamento e disposição de resíduos orgânicos foram e vêm sendo pesquisados em todo o mundo (VERGNOX et al., 2009), destacando-se a compostagem. Estes autores ressaltam que na França, a compostagem representava 2% em 1998, 6% em 2001, alcançando em 2004, 16% do beneficiamento da matéria orgânica "in natura".

O presente estudo teve por objetivo avaliar a transformação de resíduos orgânicos não degradados do rúmen animal, pela ação decompositora de minhocas Californianas em mistura com resíduos de cama de frango e fertilizantes NPK mineral associados com calcário dolomítico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia-MG, BR 050, km 078, latitude 18° 57' 30" S e longitude 48° 12' 00" W, no período de julho a novembro de 2009.

A matéria-prima utilizada para a produção do fertilizante organomineral consistiu de uma mistura em proporções diferentes, de resíduos orgânicos não degradados retirados do rúmen de bovinos (ROND), resíduos de cama de frango de granja (CFG), calcário dolomítico (Cal D) e fertilizante mineral 4-14-8 granulado.

O material orgânico (ROND) foi coletado no Frigorífico Central de Ituiutaba-MG, e a (CFG) coletada na granja Experimental da Fazenda do Glória.

As análises químicas dos dois materiais orgânicos encontram-se na Tabela 1. O adubo mineral 4-14-8 foi analisado pelo Laboratório de Solos da Universidade Federal de Uberlândia, com relação aos teores de N, P₂O₅ e K₂O, apresentando 3,0% de N; 14,7% de P₂O₅ e 7,8% de K₂O. O

calcário também analisado no mesmo laboratório apresentou teores de CaO, MgO e PRNT de 29%,

18,3% e 82%, respectivamente.

Tabela 1. Caracterização química dos substratos orgânicos submetidos à vermicompostagem.

Substrato orgânico	pH H ₂ O	P ₂ O ₅ ⁽¹⁾	K ₂ O ⁽¹⁾	Ca ²⁺ ⁽²⁾	Mg ²⁺ ⁽²⁾	H+Al ⁽³⁾	SB	T	V	C. org	N	MO	C : N
		mg dm ⁻³		Cmolc dm ⁻³									
ROND ⁽⁴⁾	2,3	400	800	1,9	0,3	0,3	2,4	2,7	89	24,2	1,8	43,5	13:1
CFG ⁽⁵⁾	3,9	6900	700	1,1	0,7	1,2	3,1	4,3	72	19,1	0,7	34,4	28:1

⁽¹⁾ P e K; Extrator de Melich; ⁽²⁾ Ca, Mg; Extrator KCl 1N; ⁽³⁾ H+Al; Extrator Ca. Ac 1N, pH 7,0; ⁽⁴⁾ ROND – Resíduos orgânicos não degradados retirados de rúmen de bovinos; ⁽⁵⁾ CFG – Cama de frango de granja.

As misturas foram colocadas em 27 canteiros construídos em alvenaria de cimento com fundo de terra batida de dimensões de 1,0 x 0,5 x 0,5 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, para a decomposição do material, totalizando uma área total de 13,5 m². A montagem das parcelas com o tratamento em cada canteiro foi

feita manualmente, deixando uma bordadura de 20 cm entre tratamentos para impedir o trânsito de minhocas e a mistura entre tratamentos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e três repetições dispostos conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Quantidade e concentração dos substratos organominerais submetidos à ação decompositora de minhocas Californianas (*Lumbricus rubellus*).

Tratamento	VT ⁽¹⁾ m ³	Substratos Organominerais							
		ROND ⁽²⁾		CFG ⁽³⁾		FM ⁽⁴⁾		Cal D ⁽⁵⁾	
		kg m ⁻³	kg	kg m ⁻³	kg	kg m ⁻³	kg	kg m ⁻³	kg
T1	0,150	600	90	-	-	-	-	-	-
T2	0,162	556	90	-	-	-	-	185	30
T3	0,168	536	90	-	-	45	7,5	179	30
T4	0,174	517	90	-	-	86	15,0	172	30
T5	0,180	500	90	-	-	125	22,5	167	30
T6	0,187	481	90	-	-	160	30,0	160	30
T7	0,162	463	75	123	20	-	-	185	30
T8	0,162	370	60	247	40	-	-	185	30
T9	0,162	278	45	370	60	-	-	185	30

⁽¹⁾ VT = Volume total de cada tratamento; ⁽²⁾ ROND = Resíduo orgânico não degradado retirado do rúmen de bovinos (densidade = 0,6 g cm⁻³); ⁽³⁾ CFG = Cama de frango de granja (densidade = 0,8 g cm⁻³); ⁽⁴⁾ FM = Fertilizante mineral 4-14-8 (densidade = 1,2 g cm⁻³); ⁽⁵⁾ Cal D = Calcário dolomítico (densidade = 2,6 g cm⁻³).

Os tratamentos foram deixados por um período de 10 dias curtindo ao sol e sob irrigação diária controlada, mediante uso de uma mangueira de crivo fino para adequar a umidade e temperatura ao desenvolvimento das minhocas. A umidade foi mantida próxima à capacidade de campo durante esse período, tomando-se o cuidado de manter as parcelas com os tratamentos apenas úmidos e não encharcados. Para que não houvesse compactação do material e consequente redução do arejamento, a mistura durante esse período foi revolvida diariamente.

Para verificar a temperatura diária, foram introduzidos vergalhões de ferro de 1 m de comprimento com um termômetro na ponta, conforme recomendado por Loures (1983).

No início do experimento foram introduzidas em cada canteiro 100 minhocas adultas do tipo Californianas (*Lumbricus rubellus*), medindo aproximadamente 20 centímetros de comprimento e provenientes do próprio criatório da Universidade Federal de Uberlândia. A temperatura, verificada com um termômetro adaptado à uma haste, encontrava-se na faixa média apropriada ao

cultivo das minhocas, variando entre 20 a 22° C. As minhocas foram colocadas nos canteiros após a primeira irrigação, fazendo-se buracos no composto para que pudessem procurar as partes mais frias até se adaptarem e subirem pelas pilhas, pois, segundo Kiehl (1985), as minhocas procuram o alimento na superfície.

Após colocação das minhocas, os canteiros foram cobertos com uma camada de capim gordura (*Melinis minutiflora*), secos e com hastes lignificadas, de difícil decomposição, para evitar a radiação solar direta sobre a superfície do composto, impedir o contato direto com a água e manter a umidade e temperaturas estáveis. Para isso também foram colocadas sobre os canteiros pedaços de telhas de amianto, para que sob condições climáticas extremas pudessem as minhocas se abrigarem. Para impedir o ataque de predadores e fuga das minhocas, foram colocadas telas de anagem estendidas na parte superficial de cada tratamento.

Os tratamentos ficaram sob ação decompositora das minhocas durante 80 dias no período de 28 de agosto a 17 de novembro de 2009. Após esse período, o húmus foi retirado da parte superficial do canteiro e passado por peneira de 5 mm afim de separar o material não decomposto do húmus propriamente dito. As minhocas foram separadas mediante o uso de peneira sendo transferidas para outros canteiros.

A retirada do húmus para ser analisado quimicamente se deu a partir da superfície para o interior do canteiro, sendo que na superfície as características quanto à friabilidade, textura e umidade são bem mais acentuadas, mostrando o grau de decomposição. O teste realizado foi o “teste da mão” recomendado por Kiehl (1985).

O húmus amostrado foi seco ao ar, em seguida ensacado, e, enviado ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Foram analisadas 27 amostras, com relação aos teores de matéria orgânica, carbono, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), capacidade de troca catiônica e índice de pH. Estas amostras foram submetidas à análises químicas de acordo com a metodologia descrita por Rajj et al. (2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste de F a 1% de probabilidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,005 de significância, pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 3, que quanto aos teores de P₂O₅, os maiores valores foram obtidos nos tratamentos que continham cama de frango, provavelmente, pelo maior teor de P₂O₅ existente entre os resíduos orgânicos pesquisados (Tabela 1).

Tabela 3. Teores de P₂O₅, K₂O, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al e valores de pH de nove vermicompostos obtidos pela ação de minhocas californianas.

Tratamentos ⁽¹⁾	pH H ₂ O (1:2,5)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al
		mg dm ⁻³		Cmolc dm ⁻³		
T1	5,8 d	969,9 h	422,6 a	10,1 ab	2,9 c	6,9 a
T2	7,0 a	1966,1 gh	442,2 a	7,4 cd	4,6 ab	1,2 c
T3	6,6 ab	3511,4 fg	457,9 a	10,7 a	4,3 b	2,4 bc
T4	6,5 abc	4712,5 ef	460,3 a	10,9 a	4,7 ab	2,7 bc
T5	6,4 bc	5871,6 e	586,4 a	10,9 a	5,2 a	3,0 b
T6	6,0 cd	7985,3 d	583,2 a	10,9 a	4,4 ab	3,4 b
T7	6,7 ab	14770,4 c	547,9 a	8,1 bc	4,2 b	1,9 bc
T8	6,8 ab	17360,1 b	450,7 a	8,0 c	4,4 b	2,1 bc
T9	7,0 a	20192,6 a	442,6 a	5,9 d	4,2 b	2,1 bc
D.M.S.	0,58	1714,7	174,5	2,0	0,82	1,67
C.V. (%)	3,07	6,87	16,99	7,50	6,56	20,07

⁽¹⁾ As médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A disponibilidade do fósforo foi maior mesmo o pH estando próximo da neutralidade (7,0), onde as formas H₂PO₄⁴⁻ e HPO₄²⁻ além de serem mais

absorvidas pelas plantas tendem a precipitar como fosfato natural (Tabela 3). Nessa faixa de pH não há favorecimento para a fixação do fósforo com os

Efeito da ação...

sesquióxidos de ferro e alumínio. Esta fixação geralmente tende a ocorrer na presença de maior concentração hidrogeniônica. Na presença de cálcio e em situação de alcalinidade o fósforo tende a tornar mais insolúvel, causando a retrogradação do fósforo (ALCARDE et al., 1991). Segundo Kiehl (1985) a presença de sesquióxidos de ferro e alumínio, o valor de pH e a presença de microorganismos são fatores responsáveis pela maior ou menor quantidade de fósforo disponível. O tratamento que possui apenas resíduo orgânico de rúmen, apresentou o menor teor de P_2O_5 , sendo também o que apresentou menor valor de pH. Estes baixos valores, para este tipo de resíduo orgânico, está relacionado com a existência na região de pastagem extensiva de brachiária, geralmente implantada em solos de cerrado pobres em fósforo e sem manejo da calagem e adubação.

Mesmo com a adição do fertilizante mineral 4-14-8 não foi suficiente para elevar os teores de P_2O_5 ao nível dos tratamentos que continham cama de frango. Esta situação pode ter ocorrido devido à adição do fertilizante ter sido feita na forma granulada, que dificulta o ataque pelas minhocas, ou até mesmo devido à insolubilização do mesmo após passar pelo trato digestivo das minhocas.

A reação dos excrementos é sempre mais neutra do que o material que lhe deu origem, mesmo quando estes se apresentam inicialmente ácidos ou alcalinos (KIEHL, 1985). Esse fato, talvez possa explicar que, mesmo sendo o pH do resíduo orgânico do rúmen de bovino ácido, em torno de 2,3 (Tabela 1), sem a adição de calcário esse valor passou para 5,8 após ação decompositora das minhocas (Tabela 3).

Observa-se que quanto aos valores de pH, a correção com os 30 kg de calcário dolomítico foi suficiente para elevar o pH de alguns tratamentos até à neutralidade, logicamente interagindo com os efeitos positivos da ação das minhocas. De acordo com Tibau (1986), as minhocas são dotadas de glândulas calcíferas que naturalmente servem para neutralizar o ambiente em que vivem.

Os maiores valores de pH foram obtidos nos tratamentos que continham cama de frango e calcário, bem como calcário em associação com os resíduos orgânicos de rúmen. Apesar dos dois materiais orgânicos apresentarem baixos índices de pH (Tabela 1), com a adição do calcário a acidez foi reduzida e as minhocas se desenvolveram satisfatoriamente. Esse fato é ressaltado por Kiehl (1985), que diz que devem ser evitados materiais excessivamente ácidos ou que esses, se usados, que sejam corrigidos com o calcário.

A adição de fertilizante mineral, quando se compara deste o Tratamento 3 até o Tratamento 6 (Tabela 2), onde há incremento na quantidade de fertilizante mineral aplicado, embora em associação com o calcário, há um aumento da acidez, provavelmente devido à ação acidificante das fontes amoniacais contidas como matérias-primas do fertilizante.

Quanto aos teores de K_2O não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). A redução do teor de potássio no fertilizante organomineral (Tabela 3), comparada à matéria-prima utilizada para a sua fabricação (Tabela 1), se deve ao fato de que como o material cru foi analisado sem passar pelo processo de compostagem pode ter sido pequena alixiviação do potássio.

Com relação às matérias-primas utilizadas, o aumento dos teores de cálcio e magnésio foi considerável como mostra a Tabela 3. Isso deve, provavelmente, à ação dos microorganismos presentes nos intestinos das minhocas (KIEHL, 1985) combinados com o a aplicação de calcário.

Em relação à matéria prima (ROND) notou-se um aumento não só em relação ao fósforo, mas em geral de todos os nutrientes, provavelmente devido à ação das minhocas. Segundo Kiehl (1985), os excrementos das minhocas são mais ricos, apresentando maior concentração de nutrientes por haver matéria orgânica juntamente com secreções intestinais e urinárias. Este mesmo autor relata que as dejeções das minhocas são pobres em argila e ricas em matéria orgânica, nitratos, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, apresentando alta capacidade de troca catiônica e saturação por bases.

Nota-se pela Tabela 4 que com relação à soma de bases, os maiores valores foram obtidos mediante a adição do fertilizante, provavelmente, devido ao aumento nos teores de potássio. Sabe-se que soma de bases é o parâmetro que reflete a soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e se for o caso, de sódio. Os menores teores foram encontrados nos tratamentos com cama de frango e calcário e no tratamento apenas com calcário, devido aos baixos teores de K_2O nesses tratamentos.

Quanto aos teores de CTC, os maiores valores foram encontrados nos tratamentos contendo apenas resíduos de rúmen e nos tratamentos com fertilizante mineral, sendo que nesses o aumento se deu de forma ascendente quanto ao aumento nas quantidades de adubo, proporcional ao aumento do teor de soma de bases e conseqüente aumento do teor de K_2O de cada tratamento. Outro fator importante na geração de cargas do solo é a presença da matéria orgânica decomposta, a qual estava presente nos compostos. Estas cargas,

geralmente pH dependente, tendem a ser negativas e crescente com a elevação do pH do meio,

favorecendo a elevação da CTC do material.

Tabela 4. Valores da soma de base (SB), Capacidade de Troca de cátions(T) e Saturação por bases V, de nove vermicompostos obtidos.

Tratamentos ⁽¹⁾	SB	T	V
	Cmolc dm ⁻³		%
T1	13,89 bc	20,86 a	66,6 c
T2	13,22 cd	13,62 c	93,0 a
T3	15,97 ab	18,37 ab	86,9 ab
T4	16,55 a	19,25 a	86,0 ab
T5	17,27 a	20,27 a	85,2 b
T6	16,54 a	19,94 a	82,9 b
T7	13,51 bcd	15,41 bc	87,7 ab
T8	13,32 cd	15,42 bc	86,6 b
T9	11,13 d	13,23 c	84,3 b
D.M.S.	2,56	3,34	7,74
C.V. (%)	6,08	6,62	3,16

⁽¹⁾As médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos teores de saturação por bases (V%), houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo encontrados os maiores valores nos tratamentos em que foram adicionados calcários associados às baixas concentrações de fertilizantes e cama de frango, como mostra a Tabela 4. Na Tabela 3 verifica-se que o menor valor foi obtido no tratamento apenas com esterco de rúmen (T1), provavelmente pelo elevada acidez potencial (H +Al) encontrado nesse tratamento.

Quanto aos teores de carbono, houve um aumento do teor de carbono do composto tratado apenas com as minhocas em relação à matéria-prima crua de 4,6%. Tal fato se deve, possivelmente, à decomposição do material usado para evitar a insolação nos canteiros.

Os maiores teores de carbono foram encontrados nos tratamentos com maior quantidade de resíduos orgânicos. Com a adição de NPK houve diminuição no teor de carbono. Este é analisado quimicamente por via úmida, sendo que a relação C:N final será em função da matéria orgânica compostável.

A matéria orgânica foi calculada em função do teor de carbono orgânico usando, para isso o fator de conversão igual a 1,724, para calcular a matéria orgânica compostável.

Em relação à matéria prima (ROND) o teor de nitrogênio diminuiu, provavelmente devido à

volatilização da amônia, à imobilização pelas minhocas e à lixiviação.

De um modo geral, o tratamento com os maiores teores de carbono orgânico, nitrogênio, matéria orgânica e relação C:N foi o que continha apenas esterco de rúmen e minhocas, com uma redução acentuada dos valores para todos os outros tratamentos.

Segundo Kiehl (1985), a reação inicial alcalina, obtida pela adição de calcário, acelera a velocidade de decomposição de resíduos orgânicos. A pequena melhoria que o calcário pode produzir no produto acabado, entretanto, perde em importância para o seu custo e para a maior perda de nitrogênio que essa aplicação pode causar, pois as condições alcalinas artificialmente criadas no início da compostagem favorecem a volatilização da amônia que vai se formando durante o processo.

Apesar da adição de NPK, os tratamentos que receberam adubação mineral em maiores quantidades foram os que apresentaram os teores mais baixos. Isso possivelmente se deve ao fato de que o adubo mineral, para ser aproveitado pelos microorganismos e pelas minhocas, evitando-se as perdas, deve ser adicionado ao composto somente na forma farelada ou após ser triturado. A adição de fertilizantes na forma de grânulos não apresentou resultados favoráveis.

O nitrogênio no composto encontra-se, principalmente, como componente das substâncias protéicas, na forma de nitrogênio orgânico. Com a compostagem o nitrogênio imobilizado passa pela ação de microorganismos, para a forma de nitrito e, finalmente à de nitrato (TIBAU, 1986).

Nota-se na Tabela 5 uma redução no teor de nitrogênio em todos os compostos em relação ao teor inicial contido na matéria-prima. Segundo Kiehl e Porta (1980), quando a relação C:N é baixa no início da compostagem, como é o caso dos resíduos orgânicos do rúmen, os organismos tendo à disposição alto teor de nitrogênio e baixo de carbono como fonte de energia, utilizam todo o

carbono disponível e eliminam o excesso de nitrogênio na forma amoniacal. Esta liberação de amônia na atmosfera causa perdas de nitrogênio, reduzindo o teor do elemento no produto acabado. As perdas de nitrogênio são mais acentuadas quando se procura preparar o composto em curto prazo, realizando mais revolvimentos para garantir melhor arejamento da massa que, por suas características naturais, tende a se compactar. As perdas são mais pronunciadas com o pH na faixa da alcalinidade a qual favorece o desprendimento da amônia, volatilização essa auxiliada pela elevação da temperatura e pelo revolvimento a que vem sendo submetido.

Tabela 5. Teores de carbono orgânico, matéria orgânica, % de nitrogênio e relação C:N, de nove vermicompostos obtidos.

Tratamentos ⁽¹⁾	C. orgânico	N	MO	C:N
		%		
T1	28,83 a	1,29 a	51,89 a	22,23 bc
T2	12,95 b	0,49 b	23,32 b	26,56 bc
T3	7,69 de	0,42 bc	13,84 de	18,17 c
T4	9,78 cd	0,43 bc	17,61 cd	23,33 bc
T5	6,44 e	0,31 cd	11,58 e	21,00 bc
T6	5,77 e	0,17 d	10,39 e	33,23 b
T7	10,36 bcd	0,40 bc	18,64 bcd	26,40 bc
T8	11,53 bc	0,17 d	20,75 bc	67,30 a
T9	11,04 bc	0,38 bc	19,87 bc	29,33 bc
DMS	3,03	0,14	5,45	13,73
C.V. (%)	8,99	10,43	8,99	15,90

⁽¹⁾As médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos teores de nitrogênio, nota-se que os compostos que apresentaram menores teores do nutriente foram os que apresentaram as maiores relações C:N. Comparando-se os teores de carbono e nitrogênio aos das matérias-primas (Tabela 1), verificou-se que o aumento da relação C:N foi devido principalmente às perdas de nitrogênio.

Geralmente, após a humificação dos compostos, há um abaixamento na relação C:N, já que após a imobilização do nitrogênio pelos microorganismos há a mineralização do mesmo. Nesse caso, como a matéria-prima (ROND) apresentava baixa relação C:N (13:1), todo o nitrogênio foi consumido pelos microorganismos que precisam de uma relação C:N variando de 20 a 25 partes de carbono para uma de nitrogênio (Kiehl,

1985). A relação C:N de todos os compostos tiveram um aumento significativo, mesmo com o acréscimo de fertilizante mineral contendo nitrogênio em alguns compostos. As perdas provavelmente nesses tratamentos foram devidas à adição do fertilizante em forma de grânulos, havendo desperdício de fertilizante em forma de adubo, já que não houve homogeneização do mesmo pelas minhocas.

Os conteúdos intestinais dos animais podem ser transformados em um fertilizante rico em nutrientes. Por apresentarem baixa relação C:N, portanto, se compostados diretamente, desprenderiam nitrogênio na forma amoniacal. Para evitar essa perda é necessário juntar o material rico em carbono, como serragem de restos vegetais, a

fim de elevar a relação C:N para valores ideais para início de compostagem (25:1 e 35:1). Kiehl (1985) recomenda juntar ao composto materiais com capacidade de reter amônia como terra argilosa, argila bentonita ou montmorilonita ou ainda, o fertilizante mineral superfosfato de cálcio, o qual pode combinar-se com a amônia dando fosfato de amônio. Segundo o mesmo autor, há quem recomende a aplicação de gesso (sulfato de cálcio) com a finalidade de reagir com a amônia dando sulfeto de amônia, porém, dada à pouca solubilidade do gesso em água, os resultados não tem sido os melhores.

CONCLUSÕES

A utilização de matérias-primas com relação C:N baixa acentuou as perdas de nitrogênio, sendo

recomendado crescer à mistura um material rico em carbono.

O melhor efeito da utilização da cama de frango foi como fonte de P_2O_5 .

A calagem aumentou a disponibilidade de fósforo e reduziu o teor de nitrogênio do composto.

Em todos os tratamentos houve perda de nitrogênio, sendo em menor grau no tratamento em que foram utilizados apenas resíduos de rúmen sob ação das minhocas.

A utilização de minhocas melhorou a composição do fertilizante organomineral; enquanto a utilização de fertilizante granulado não resultou em aumento nos teores dos nutrientes no composto.

ABSTRACT: We evaluated the action putrefactive Californian worms (*Lumbricus rubellus*) in the chemical composition of an organomineral fertilizer produced from the mixture in different proportions of organic waste is not degraded in the rumen of cattle (ROND), Chicken manure (CFG) dolomitic limestone (Cal D) and 4-14-8 granular mineral fertilizer (FM). The experimental design was randomized blocks with nine treatments consisting of ROND; ROND + Cal D; ROND + ROND + Cal D + FM (four concentrations) and Cal D + CFG (three concentrations) and, with three replicates, which were subjected to vermicomposting for a period of 80 days under controlled conditions of humidity and temperature. Among the chemical characteristics evaluated, it was observed that the best effect of the use of poultry litter has been a source of P_2O_5 , and phosphorus availability was increased through the use of lime. However, liming showed a significant effect in reducing the nitrogen content in the compost. The loss of nitrogen was observed in all treatments, and to a lesser extent in the treatment where residues were used only under the action of earthworms rumen. Regarding the use of raw materials with C:N ratio low, we observed greater loss of nitrogen, and recommended addition to the mix carbon-rich materials. The use of vermicompost in combination with other materials used showed significant benefits in improving the chemical composition of the organomineral fertilizer.

KEYWORDS: Organic waste. Chicken manure. Rumen of cattle. Vermicomposting.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 2. ed. São Paulo ANDA, 1991.
- ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 58-62, 1997.
- AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Comunicado Técnico, 8**; Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo; Rio de Janeiro, 1992.
- FERREIRA, F. A. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: Universidade Federal de Lavras, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielfff/sisvarmanual.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2010.
- FERRUZZI, C. **Manual de Lombricultura**; Ediciones Mundi- Prensa; Madri, 1986. 216p.

HAND, P.; HAYES, W. A.; FRANKLAND, J. C.; SATCHELL, J. E. Vermicomposting of cow slurry. **Pedobiologia**, Berlin, v. 31, p. 199-209, 1988.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres 1985. 492p.

KIEHL, E. J.; PORTA, A. **Análises de lixo e composto**. 1 ed. Piracicaba: ESALQ, 1980. 55p.

LOURES, E. G. **Produção de composto no Meio Rural**, 3 ed. Conselho de Extensão. Universidade Federal de Viçosa, Informe Técnico, nº17, 1983.

NAIR, J.; SEKIOZOIC, M. Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. **Bioresources Technology**, v. 16, p. 2091-2095, 2006.

NDEGWA, P. M.; THOMPSON, S. A. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. **Bioresource Technology**, v. 76, p. 107-112, 2001.

OLIVEIRA, M. W. de; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. **Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, nº 239, p. 30-43, jul/ago. 2010.

PEREIRA, José Eduardo. **Minhocas – Manual Prático sobre minhocultura**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1997. 73 p.

RAIJ, B. VAN.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

SINGH, A.; SHARMA, S. Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting. **Bioresource Technology**, v. 85, p. 107- 115, 2002.

TOGNETTI, C.; LAOS, F.; MAZZARINO, M.J.; HERNANDES, M. T. Composting vs. vermicomposting: a comparison of end product quality. **Compost Science & Utilization**, v. 13, p. 6-13, 2005.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica na capacidade de troca de cátions do solo**. 2 ed. São Paulo, NOBEL, 1986.p.127-130.

TOMATI, U.; GALLI, E.; PASETTI, L.; VOLTERRA, E. Bioremediation of olive-mill wastewaters by composting. **Waste Management and Research**, v. 13, p. 509-518, 1995.

VERGNOUX, A., M. GUILIANO, Y. LE DRÉAN, J. KISTER, N. DUPUY AND P. DOUMENQ. 2009. Monitoring of the evolution of an industrial compost and prediction of some compost properties by NIR spectroscopy. **Sci. Total Environ.** <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 10/07/2010.