

Caracterização química de resíduos de origem animal e comportamento de *Eisenia andrei*

Chemistry characterization from animal origin residues and *Eisenia andrei* behaviour

Antonio Carlos Bassaco*¹, Zaida Inês Antonioli², Berilo de Souza Brum Júnior³,
Daniel Pazzini Eckhardt⁴, Daiane Fiuza Montagner⁵ e Gabriel Pereira Bassaco⁶

^{1,5} Mestrandos, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil.

² Doutora, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil.

³ Doutor, Instituto Federal Farroupilha, Campus Júlio de Castilhos - Júlio de Castilhos - RS - Brasil

⁴ Doutorando, pós graduação em ciência do solo, Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil

⁶ Graduando- Centro Universitário Franciscano - UNIFRA - Santa Maria - RS - Brasil

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a composição química, preferência alimentar e multiplicação de minhocas da espécie *Eisenia andrei* (Bouché, 1972), em resíduos de origem animal. Os resíduos usados foram conteúdo do rúmen de bovinos e esterco de coelhos, ovinos e bovinos. A avaliação do processo de vermicompostagem constou de quatro tratamentos com seis repetições. Potes de PVC pretos contendo 2 kg de matéria seca dos resíduos foram utilizados para cada uma das repetições, nos quais foram inoculadas 90 minhocas cliteladas. Determinou-se a composição química dos resíduos quando da instalação do experimento e aos 90 dias de vermicompostagem, bem como se avaliou a multiplicação das minhocas. A avaliação da preferência alimentar constou de quatro repetições para cada resíduo em estudo. Copos de PVC perfurados, preenchidos com os resíduos dos tratamentos, foram introduzidos em uma leira com resíduo compostado, contendo minhocas. Avaliou-se a preferência das minhocas pelos resíduos após 14 dias. A preferência alimentar e a multiplicação das minhocas são favorecidas pelo esterco de bovinos e pelo conteúdo do rúmen de bovinos. O esterco de coelhos apresenta maiores teores de nutrientes químicos e de metais pesados em relação ao esterco de bovinos, ovinos e conteúdo do rúmen de bovinos.

Palavras-chave: Multiplicação de minhocas. Esterco de coelhos. Conteúdo do rúmen bovino. Esterco de ovinos, Esterco de bovinos.

Abstract

This research aims to value the chemical composition, the food preference and the earthworms *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) multiplication, from animals residues. The used residues were bovine rumen content, rabbits manure, ovine manure and bovine manure. The evaluation of vermicomposting process consisted of four treatments with six repetitions. PVC black pots containing 2 kg of the dry matter residues were used for each one of the repetitions, in which 90 clitellates earthworms were inoculated. It was evaluated the residues chemical composition at the time of the experiment installation, and after 90 days of vermicomposting were carried out the earthworms reproduction. The evaluation of food preference consisted four repetitions for each studied residues. PVC role pots with each treatment residues inside, were introduced in a composted with earthworms. The food preference was valued by the residues after 14 days. The food preference and the earthworms' reproduction are favored by the bovine manure and by the rumen bovine content. The rabbit manure has higher levels of chemical nutrients and heavy metals then the bovine manure, ovine manure and rumen bovine content.

Keywords: Earthworms multiplication. Rabbits manure. Bovine rumen content. Ovine manure. Bovine manure.

1 Introdução

A grande produção de resíduos de origem animal, como por exemplo, esterco, dejetos, entre outros, constitui-se num problema ambiental, principalmente, em sistemas de confinamentos. Estes resíduos, quando depositados em locais inadequados podem resultar na contaminação dos solos e das águas (ECKHARDT, 2011; MORALES, 2011). A constante preocupação com a preservação do ambiente faz com que se busquem tecnologias para o tratamento destes resíduos. A vermicompostagem é uma alternativa viável para redução destes impactos ambientais, por ser uma técnica de tratamento de resíduos de baixo custo e não poluente. Além disto, pode auxiliar na recuperação de solos degradados pelo incremento de matéria orgânica e da fertilidade do solo (ECKHARDT, 2011).

Diferentes resíduos orgânicos podem ser utilizados com sucesso no processo de vermicompostagem. Devido a grande disponibilidade, existem diversos trabalhos com o esterco de bovinos (ANTONIOLLI et al., 2009; STEFFEN et al., 2010; ECKHARDT, 2011; DOMÍNGUEZ; GÓMEZ-BRANDÓN, 2013), no entanto, ainda há poucas pesquisas com esterco de coelhos, ovinos e conteúdo do rúmen de bovinos.

A cunicultura, embora ainda pouco difundida no Brasil, vem crescendo como alternativa para a agricultura familiar e no combate a fome, uma vez que o coelho tem fácil adaptação a condições adversas de clima, manejo e alimentação (BRUM JÚNIOR et al., 2012). Os esterco destes animais apresentam potencial fertilizante (MAYER, 2009), e podem ser utilizados como adubos orgânicos, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de produção familiar.

Outro material disponível é o esterco ovino, pois a ovinocultura é uma atividade em expansão (VIANA, 2008). Estes resíduos quando adicionados ao solo promovem o aumento da fertilidade (PEREIRA et al., 2014).

Nos últimos anos tem aumentado a geração de resíduos pelo setor agroindustrial, como por exemplo, o conteúdo do rúmen de bovinos proveniente dos matadouros e frigoríficos. Estes resíduos quando descartados no ambiente sem nenhum tratamento podem ocasionar problemas ambientais (EDVAN; CARNEIRO, 2011). Por outro lado, quando manejados adequadamente, como em processos de compostagem e/ou vermicompostagem, podem ser utilizados na produção agrícola, suprimindo a demanda nutricional das culturas, além de promover o uso sustentável dos resíduos do abate de bovinos.

O processo biológico de decomposição de resíduos orgânicos, através da vermicompostagem, conta com o auxílio das minhocas para transformar estes resíduos em fertilizantes. Esta degradação ocorre pela ação contínua e conjunta de minhocas e microrganismos acelerando o processo de transformação do mesmo, uma vez que fracionam o material ingerido, facilitando a ação dos microrganismos e a consequente mineralização dos

nutrientes (DOMINGUEZ, 2004, 2010), promovendo a reciclagem de nutrientes no solo ao transformar os resíduos orgânicos em biofertilizantes.

Nesse sentido este estudo teve o objetivo de avaliar a composição química, preferência alimentar e multiplicação de minhocas em resíduos do conteúdo do rúmen de bovinos, esterco de coelhos, esterco de ovinos e esterco de bovinos.

2 Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório Experimental de Cunicultura do Instituto Federal Farroupilha, Campus Júlio de Castilhos (LECIFF) e no minhocário pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, RS. A execução do experimento foi realizada no período de março a julho de 2013.

Os resíduos orgânicos utilizados no processo de vermicompostagem foram: conteúdo do rúmen de bovinos (CRB), esterco de coelhos (EC), esterco de ovinos (EO) e esterco de bovinos (EB). O conteúdo do rúmen de bovinos foi proveniente de um abatedouro municipal de Júlio de Castilhos. O esterco de coelhos foi coletado das coelheiras do Laboratório Experimental de Cunicultura do Instituto Federal Farroupilha. O esterco de ovinos e de bovinos foi coletado na mesma instituição. Os materiais foram depositados em pilhas para uma pré-estabilização, onde permaneceram por um período de 30 dias, antes da inoculação das minhocas. O esterco de coelhos e o esterco de ovinos foram reidratados para que a umidade ficasse próxima a do esterco bovino e do material do rúmen. Após este período foi implantado o experimento, que constou de quatro tratamentos com seis repetições. Potes de PVC pretos com capacidade de 15 L foram utilizados para cada uma das repetições. Dentro dos potes de cada tratamento foi colocado 2 kg de matéria seca de resíduos. Posteriormente inoculou-se 90 minhocas cliteladas da espécie *E. andrei*. O controle da umidade foi realizado através da pesagem das unidades experimentais, e quando necessário feito à reposição. Aos 90 dias foi realizada a avaliação da multiplicação das minhocas do interior, através da contagem das minhocas e casulos. Para determinação do índice de multiplicação das minhocas, utilizou-se a fórmula $IM = Pf / Pi$, onde Pf = população final de minhocas e Pi = população inicial de minhocas, correspondente ao número de matrizes inoculadas.

Uma amostra de cada material foi coletada para avaliação química dos resíduos no momento da inoculação das minhocas e outra aos 90 dias para avaliação do vermicomposto. As avaliações foram realizadas segundo a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Foram avaliados: umidade % - (gravimetria); pH em água (1:5); densidade úmida; carbono orgânico (C_{org}) - (combustão úmida/Walkey Black a 0,01%); nitrogênio (NTK) - Kjeldahl a 0,01%; nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$); fósforo

total (P_{total}), potássio total (K_{total}), cálcio total (Ca_{total}), magnésio total (Mg_{total}) e enxofre total (S_{total}) - (digestão úmida nítrico - perclórica/ICP - OES a 0,01%); cobre total (Cu_{total}) - (digestão úmida nítrico - perclórica/ICP - OES/ 0,6 mg kg⁻¹); zinco total (Zn_{total}) - (digestão úmida nítrico - perclórica/ICP - OES/ 2 mg kg⁻¹); ferro total (Fe_{total}) e manganês total (Mn_{total}) - (digestão úmida nítrico - perclórica/ICP - OES/ 4 mg kg⁻¹); sódio total (Na_{total}) - (digestão úmida nítrico - perclórica/ICP - OES/ 10 mg kg⁻¹) e boro (Bo_{total}) - (digestão seca/ICP - OES/ 1 mg kg⁻¹).

O experimento para avaliar a preferência das minhocas pelos resíduos foi realizado no minhocário do Departamento de Solos, e constou de quatro repetições para cada um dos resíduos. Para essa avaliação foram utilizados copos plásticos com perfurações de um centímetro de diâmetro, ao redor e na base, para facilitar o fluxo das minhocas. Os copos preenchidos com os resíduos dos tratamentos foram introduzidos em uma leira com resíduo compostado, contendo minhocas. Cada unidade experimental ficou equidistante 50 cm uma do outra. Após 14 dias os copos foram removidos para a contagem de minhocas.

Para determinação da umidade dos resíduos foram retiradas amostras, no momento da inoculação das minhocas e aos 90 dias, as quais foram pesadas e posteriormente colocadas em estufa a 65^o C até atingirem

peso constante.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram transformados para raiz quadrada de $x + 0,5$ e submetidos ao teste de médias e análise da variância pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

3 Resultados e discussão

Analisando a tabela 1 pode-se observar que na avaliação da preferência alimentar, o número de minhocas jovens foi superior no conteúdo do rúmen de bovinos diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Com relação ao número de minhocas adultas e minhocas totais não houve diferenças estatísticas entre o conteúdo do rúmen de bovinos e o esterco de bovinos, porém ambos foram superiores ao esterco de ovinos e ao esterco de coelhos.

Na tabela 2 observa-se que na multiplicação das minhocas aos 90 dias de vermicompostagem o número de minhocas adultas entre o esterco de bovinos, esterco de ovinos e conteúdo do rúmen de bovinos não diferiram entre si, mas foram superiores ao esterco de coelhos. Entretanto, o número de minhocas jovens e casulos en-

Tabela 1. Preferência alimentar das minhocas *E. andrei*, por resíduos do conteúdo do rúmen de bovinos (CRB), esterco de coelhos (EC), esterco de ovinos (EO) e esterco de bovinos (EB). Média de quatro repetições.

Resíduo	Número de minhocas		
	Jovens	Adultas	Total
CRB	288 a ¹	108 a	396 a
EC	11 d	7 c	18 c
EO	103 c	27 b	129 b
EB	184 b	129 a	313 a
CV%	14,74	19,14	14,74

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Número de minhocas *E. andrei* jovens, adultas, total, casulos e índice de multiplicação (IM) por Kg de matéria seca, obtida nos resíduos à base de conteúdo do rúmen de bovinos (CRB), esterco de coelhos (EC), esterco de ovinos (EO) e esterco de bovinos (EB). Média de seis repetições.

Tratamento	Número de minhocas			Casulos	IM ²
	Jovens	Adultas	Total		
CRB	190 b ¹	65 a	255 b	123 b	5,7 b
EC	1 c	0 b	1 d	0 c	0 d
EO	16 c	56 a	72 c	5 c	1,6 c
EB	1111 a	72 a	1183 a	255 a	26,3 a
CV%	24,1	26,36	21,06	29,07	18,46

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

²IM (Índice de Multiplicação) = (População final) / (População inicial).

contrados no esterco de bovinos foram superiores aos encontrados nos demais tratamentos. O número total de minhocas e o índice de multiplicação também foram superiores no esterco de bovinos em relação aos demais resíduos. A quantidade de minhocas no conteúdo do rúmen de bovinos foi superior à quantidade no esterco de ovinos. O esterco de coelhos apresentou número de minhocas inferior aos demais resíduos.

A predominância de minhocas jovens observada no teste de preferência, em todos os resíduos estudados, provavelmente deve-se ao fato delas estarem em maior quantidade no resíduo compostado.

Analisando a tabela 1 nota-se que a maior quantidade total de minhocas ocorreu nos resíduos do conteúdo do rúmen de bovinos e no esterco de bovinos, que não diferiram estatisticamente, entre si. Estes resultados corroboram com os encontrados na multiplicação de minhocas nos diferentes resíduos testados, demonstrados na tabela 2, onde os maiores valores encontrados para o total de minhocas e índice de multiplicação também foram no esterco bovino seguido do conteúdo do rúmen de bovinos. Resultados semelhantes foram encontrados por Huber e Morselli (2011), ao estudar a produção de

casulos em processo de vermicompostagem de diferentes substratos, constataram uma maior produção dos mesmos no esterco de bovinos.

Estudando a multiplicação de minhocas em substrato a base de esterco bovino misturado com casca de arroz, Steffen et al. (2010) obtiveram, após 60 dias, um índice de multiplicação de 38 vezes no tratamento constituído exclusivamente de esterco bovino. O valor encontrado pelos pesquisadores foi superior ao deste trabalho, que pode ser observado na tabela 2, o qual obteve aos 90 dias um índice de multiplicação de 26,3 vezes, porém deve-se levar em consideração que este trabalho foi realizado nos meses do ano que apresentam temperaturas mais baixas, desfavoráveis ao desenvolvimento das minhocas.

O maior índice de multiplicação de minhocas *E. andrei* observado no esterco de bovinos em relação ao conteúdo do rúmen de bovinos pode estar relacionado com a composição química deste resíduo, principalmente com o elevado teor de cálcio, conforme demonstra a tabela 3. Resultados semelhantes foram observados por Steffen et al. (2010), que ao avaliar a multiplicação de minhocas da espécie *E. andrei*, constataram que os resíduos que apresentaram maiores números de indivíduos jovens foram

Tabela 3. Análise química dos resíduos orgânicos de origem animal utilizados na multiplicação de *E. andrei*, realizada pelo Laboratório de Análises de Solos - Faculdade de Agronomia - UFRGS; conteúdo do rúmen de bovinos (CRB), esterco de coelhos (EC), esterco de ovinos (EO) e esterco de bovinos (EB).

Parâmetro	Instalação Vermicompostagem				Aos 90 dias			
	CRB	EC	EO	EB	CRB	EC	EO	EB
Umidade - %	82	63	54	75	79	69	62	76
pH	9,3	9,4	9,4	8,7	8,7	6,8	7,4	7,9
DU (Kg. m ⁻³) ¹	748	537	458	802	910	671	573	692
C _{org} - %	36	33	28	29	23	29	22	27
N total - %	1,9	3,6	2,2	1,8	1,5	3,9	2,2	1,8
P total - % (m/m) ²	0,59	2,9	0,60	0,38	0,67	4,2	0,7	0,47
K total - % (m/m)	0,58	3,1	1,9	1,3	0,65	4,4	2,4	1,5
Ca total - % (m/m)	0,48	4,0	0,89	0,60	0,52	5,2	0,99	0,65
Mg total - % (m/m)	0,13	1,6	0,58	0,51	0,16	1,9	0,64	0,56
S total - % (m/m)	0,21	0,62	0,30	0,28	0,24	0,78	0,36	0,36
Cu total - mg/Kg	13	130	28	22	17	193	33	28
Zn total - mg/Kg	85	740	143	113	103	1100	154	139
Fe total - % (m/m)	0,54	0,34	2,1	0,71	0,93	0,43	2,5	0,80
Mn total -mg/Kg	350	612	849	1200	412	906	1200	1400
Na total - mg/Kg	16000	5000	634	981	15000	5800	258	90
B total - mg/Kg	5	35	14	11	7	37	13	11
N-NH ₄ ⁺ (g/kg)	10,62	29,98	1,25	7,02	-	-	-	-

¹Densidade úmida. ²Massa sobre massa.

os mesmos que apresentaram maiores teores de cálcio no substrato. Ao avaliar a multiplicação de minhocas da espécie *E. andrei*, Castro et al. (2007) concluíram que a adição de casca de ovo de galinha no esterco bovino favorece a produção de casulos, por ser um alimento rico em cálcio.

Estudo realizado por Morales (2011), no inverno, na região sul do Brasil, com resíduos provenientes de frigoríficos, demonstrou que o substrato constituído pelo conteúdo ruminal, obteve aos 120 dias um índice de multiplicação de minhocas de 18,19 vezes. Pode-se observar na tabela 2 que este valor é superior ao encontrado neste estudo, que foi de 5,7 vezes aos 90 dias, em condições climáticas semelhantes.

A umidade do conteúdo do rúmen de bovinos, apresentada na tabela 4, que se manteve elevada durante todo o processo, pode ter influenciado na multiplicação das minhocas, pois houve a formação de uma camada compactada na superfície do resíduo, dificultando trocas gasosas e a consequente perda de umidade. Os resultados encontrados neste estudo sugerem que o conteúdo do rúmen de bovinos seja favorável ao desenvolvimento das minhocas tanto quanto o esterco de bovinos, pela sua composição química e física. No entanto, o resíduo necessita passar por uma secagem prévia para evitar a compactação do mesmo.

Analisando as tabelas 1 e 2 observa-se que embora o conteúdo do rúmen de bovinos tenha mostrado resultados inferiores ao esterco de bovinos na multiplicação de minhocas, este não diferenciou estatisticamente no teste de preferência e mostrou-se superior ao esterco de ovinos e ao esterco de coelhos em ambas as avaliações. Provavelmente, os resultados obtidos tenham uma relação com a origem dos resíduos utilizados, uma vez que a dieta alimentar recebida por esses animais é proveniente de pastagens e, portanto, rica em fibras vegetais. De acordo com Migdalski (2001) a mistura de resíduos vegetais fibrosos ao esterco evita a compactação, melhora a aeração e a drenagem, favorecendo o desenvolvimento das minhocas. O conteúdo do rúmen de bovinos, devido ao estágio da digestão, encontra-se parcialmente digerido, não sendo caracterizado como capim nem como esterco, portanto, trata-se de um material mais oxigenado que é favorável ao desenvolvimento das minhocas. A textura e a aeração proporcionadas por este tipo de material pode ter determinado a preferência alimentar da *E. andrei* por esses resíduos de origem animal.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que os substratos que contêm esterco de bovinos ou

conteúdo do rúmen de bovinos na sua formulação favorecem a multiplicação e desenvolvimento das minhocas.

Pode ser verificado nas tabelas 1 e 2 que as minhocas apresentaram menor preferência alimentar, número total e índice de multiplicação no esterco de coelhos e no esterco de ovinos. Ao avaliar a multiplicação minhocas em diferentes resíduos orgânicos no processo da vermicompostagem Mayer (2009), constatou uma maior multiplicação inicial, aos 30 dias, no esterco de bovinos em comparação ao esterco de coelhos. No entanto, aos 60 dias observou maior incremento na população de minhocas no esterco de coelhos, contrariando os resultados obtidos neste estudo.

A presença de amônia, observada na tabela 3, no esterco de coelhos pode ser uma das causas da não aceitação do resíduo pelas minhocas, uma vez que a amônia é uma substância tóxica e apresenta odor desagradável. Segundo Dores-Silva et al. (2013), altos teores de amônia influenciam na relação C/N como ocorre no esterco de galinha, dificultando a identificação do grau de maturação dos materiais orgânicos. Assim, é importante realizar mais estudos com a utilização de esterco de coelhos.

A rejeição ao esterco de coelhos também pode ser efeito da alta concentração de metais pesados como o Cobre (Cu) e Zinco (Zn) presentes nesse resíduo, observados na tabela 3. Estudando a absorção de cobre por minhocas da espécie *E. andrei* em solos e húmus contaminados Ribeiro et al. (2012), constataram que a concentração de 1000 mg kg⁻¹ foi letal para as minhocas, e que estas toleram bem o Cu até concentrações de 500 mg Kg⁻¹, embora diminua o desenvolvimento das mesmas. A rejeição de minhocas a contaminantes também foi objeto de estudo de Lukkari e Haimi (2005), os quais verificaram que as minhocas das espécies (*Aporrectodea tuberculata*, *Lumbricus rubellus* e *Dendrobaena octaedra*) evitaram solos naturais contaminados com Cu e Zn. Estudos realizados por Lukkari et al. (2005) constataram 100% de mortalidade das minhocas em concentrações de 400/700 mg Cu/Zn. Nestas pesquisas, as dosagens de cobre utilizadas foram superiores a encontrada neste estudo (130 mg kg⁻¹), sugerindo que este metal de forma isolada e nesta concentração não seja a causa da rejeição do resíduo pelas minhocas. No entanto, o teor de Zn encontrado neste trabalho é superior à dosagem de Zn do estudo citado (740 mg Kg⁻¹). A elevada concentração de zinco presente no resíduo pode ter provocado à fuga ou a morte das minhocas. No entanto, novos estudos devem ser realizados, com diferentes concentrações

Tabela 4. Teor de umidade (%) dos resíduos orgânicos à base de conteúdo do rúmen de bovinos (CRB), esterco de coelhos (EC), esterco de ovinos (EO) e esterco de bovinos (EB).

Avaliação	CRB	EC	EO	EB
Instalação Vermicompostagem	84,22	66,56	57,6	75,04
Aos 90 dias	79,83	66,34	64,99	74,38

de Zn para determinar seus níveis de toxicidade para a espécie de minhoca utilizada neste trabalho.

É importante salientar que o esterco de coelhos utilizado no experimento foi proveniente de animais que estavam sendo tratados com medicamentos a base de sulfametoxazol, trimetoprim e bromexina para o controle da coccidiose (doença parasitária cauda por protozoários do gênero *Eimeria*), (PAREDES, 2010), podendo ser esse medicamento responsável pela fuga das minhocas. Portanto, nas condições em que o experimento foi realizado, a rejeição das minhocas pelo esterco de coelhos pode ser resultado da presença de amônia, altos teores de zinco ou pela possível presença de resíduos de medicamentos neste material. Estes fatores de forma isolada ou associados podem ter determinado a rejeição pelo material. Estudos mais aprofundados serão viabilizados para tentar esclarecer estas informações.

A baixa preferência e o baixo índice de multiplicação das minhocas observados no esterco de ovinos, observados nas tabelas 1 e 2, pode ser resultado da presença residual de vermífugos tóxicos às minhocas. Resultados semelhantes foram encontrados por Huber e Morselli (2011) que estudaram a densidade populacional de minhocas na vermicompostagem de diferentes substratos, e obtiveram resultados não satisfatórios para o esterco de ovinos. Atribuíram os resultados a presença de algum medicamento administrado a estes animais. Mesmo com a comprovada eficácia do esterco de bovinos no desenvolvimento de minhocas, Morales (2011) obteve resultados desfavoráveis com a utilização deste resíduo, concluindo que o efeito residual de vermífugos presentes no esterco foi um dos motivos para que não ocorresse desenvolvimento das minhocas. Diante disto, é importante conhecer a procedência do resíduo que será utilizado no processo de vermicompostagem.

Analisando a tabela 3 observa-se que após os 90 dias de vermicompostagem houve incremento na concentração de todos os componentes químicos. A ação das minhocas nos resíduos modifica significativamente a composição do mesmo, uma vez que fracionam o material ingerido, facilitando a ação dos microrganismos e a consequente mineralização dos nutrientes (DOMÍNGUEZ et al., 2010). O esterco de coelhos utilizado no ensaio de vermicompostagem apresentou a maior quantidade de nutrientes químicos quando comparado com os demais. Acredita-se que a decomposição deste material foi realizada por microrganismos, sem o auxílio das minhocas, visto que houve fuga das mesmas durante o experimento. A composição química diferenciada do esterco de coelhos pode ser explicada pela dieta alimentar, rica em nutrientes, recebida por estes animais.

4 Conclusões

A preferência alimentar e a multiplicação das minhocas são favorecidas pelo esterco de bovinos e pelo

conteúdo do rúmen de bovinos.

O esterco de coelhos apresenta maiores teores de nutrientes químicos e de metais pesados em relação ao esterco de bovinos, ovinos e conteúdo do rúmen de bovinos.

Referências

- ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato Para a multiplicação de *Eisenia fetida* Savigny (1826). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 824-830, 2009.
- BRUM JÚNIOR, S. B.; PELLEGRINI, L. G.; SILVA, E. S.; SILVA, M. C. B.; LIMA, Q. T.; PELLEGRINI, A. C. R. S. Implantação da cunicultura como uma alternativa de produção de proteína animal para a comunidade carente de São João do Barro preto - Brasil, **Revista Brasileira de Cunicultura**, Minas Gerais, v. 2, n. 1, p. 01 – 16, 2012.
- CASTRO, A. R.; COVA, L. J.; GARCIA, D. E.; MEDINA, M. G. Efecto de La cáscara de huevo em laproducción de cápsulas de lombriz roja (*Eisenia andrei*). **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 25, n. 2, p. 135-142, 2007.
- DOMÍNGUEZ, J. State of the art and new perspectives in vermicomposting research. **Earthworm Ecology**. In: C. A. Edwards (ed), Boca Raton. 2004. p. 401-425.
- DOMÍNGUEZ, J.; PEREZ-LOUSADA, M. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) y *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) son dos especies diferentes de Lombrices de tierra. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial 2: p. 321 - 331, 2010.
- DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. The influence of earthworms on nutrient dynamics during the process of vermicomposting. **Waste Management & Research**, Kuala Lumpur (Malásia), v.31, n.8, p. 859-868, 2013.
- DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de Estabilização de Resíduos Orgânicos: Vermicompostagem Versus Compostagem. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013
- EDVAN, R. L.; CARNEIRO, M. S. S. Uso da digesta bovina como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, PR, v. 4, n. 2, p. 211-225, 2011.
- ECKHARDT, D. P. **Potencial fertilizante de adubos orgânicos à base de esterco bovino e sua utilização na produção de mudas de alface**. 2011. Santa Maria,

- RS, 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. Densidade populacional e numero de casulos de *Eisenia foetida* no processo de vermicompostagem sob residuos de origem animal e vegetal. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinaria e Agronomia** (PUCRS. Uruguaiana), v. 18, p. 21-29, 2011.
- LUKKARI, T.; AATSINKI, M.; VÄISÄNEN, A.; HAIMI, J. Toxicity of Copper and Zinc assessed with three different earthworm tests. **Applied Soil Ecology**, v. 30, p.133–146, 2005.
- LUKKARI, T.; HAIMI, J. Avoidance of Cu- and Zn-contaminated soil by three ecologically different earthworm species. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 62, p. 35–41, 2005.
- MAYER, F. A. **Produção e qualidade biológica e química de diferentes vermicompostos para a produção de cenouras rumo à sustentabilidade dos agroecossistemas**. 2009. Pelotas, RS, 64 f. Dissertação – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.
- MIGDALSKI, M. C. **Criação de minhocas**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2001. 118 p.
- MORALES, D. S. A. **Resíduos sólidos de bovinos proveniente da estação de tratamento de efluentes de um frigorífico pelo processo de compostagem e vermicompostagem na produção de mudas de alface**. 2011. Santa Maria, RS, 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.
- PAREDES, P. I. G. **Coccidiose em Pequenos Ruminantes**. 2010. Lisboa, 94 f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.
- PEREIRA, T. A.; SOUTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; Paiva, E. P.; SOUZA, D. L.; SILVA, V. N.; SOUZA, F. M. Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campus de Patos, v. 10, n.1, p. 59-64, 2014.
- RIBEIRO, R.; HOEHNE, L.; CARLESSO, W. M.; ETHUR, E. M.; STÜLP, S. A. Absorção de Cobre por Minhocas da Espécie *Eisenia andrei* em Solos e Húmus Contaminados. **Destques Acadêmicos**, v. 4, p. 31-39, 2012.
- STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial 2: p. 333-343, 2010.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, 2 ed., Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.
- VIANA, J. G.A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, v. 4, n. 12, p.44-47, 2008.