

PRODUÇÃO DE MINHOCAS E COMPOSIÇÃO MINERAL DO VERMICOMPOSTO E DAS FEZES PROCEDENTES DE BUBALINOS E BOVINOS

VICTOR CRUZ RODRIGUES¹
VANESSA CRISTINA DE ALMEIDA THEODORO²
IVO FRANCISCO DE ANDRADE³
ANTONIO INÁCIO NETO⁴
VICTOR DO NASCIMENTO RODRIGUES⁵
FABIANA VILLA ALVES⁶

RESUMO – O experimento foi conduzido no campus da Universidade Federal de Lavras, objetivando-se comparar o desempenho de minhocas Africanas e Vermelhas produzidas em "minhobox" com esterco de búfalos e de bovinos. O período experimental foi de 40 dias e o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, totalizando quatro tratamentos com quatro repetições cada um. As minhocas Vermelhas ganharam peso ($P < 0,01$), enquanto as minhocas Africanas perderam peso. Não houve diferença ($P > 0,05$) para ganho de peso em relação aos tipos de esterco. Para as porcentagens de minerais presentes nas fezes frescas, houve superioridade ($P < 0,01$) dos bovinos em relação aos búfalos para cinzas, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro, zinco, ao passo que para enxofre, cobre e manganês, não ocorreu diferença ($P > 0,05$), e os búfalos foram superiores apenas para potássio ($P < 0,01$). Para os percentuais de minerais presentes no vermicomposto, ocorreram interações de acordo com a origem do esterco e espécie de minhoca para nitrogênio, potássio, zinco e cobre. A maior por-

centagem de nitrogênio e cobre foi observada para o vermicomposto procedente de bovino com minhoca Vermelha ($P < 0,01$), de potássio para o vermicomposto derivado de búfalo com minhoca Africana e de bovino com minhoca Vermelha ($P < 0,05$) e para o zinco, as melhores combinações foram de minhocas Africanas com bovinos e de minhocas Vermelhas com búfalos ($P < 0,01$). Considerando a análise dos fatores isolados, houve diferença estatística para o fósforo ($P < 0,05$), a favor do vermicomposto proveniente de bovino, para cálcio e magnésio ($P < 0,05$), a favor de bovino e minhoca Africana e para ferro ($P < 0,01$), a favor de búfalo e de minhoca Africana. Não houve diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das fontes de variação em relação à cinza, enxofre e manganês. Concluiu-se que o minhobox é eficiente para produção de minhocas Vermelhas ($P < 0,01$), uma vez que as minhocas Africanas não se adaptam a esse sistema de criação, as fezes de bovinos são melhores fontes de minerais do que as fezes de búfalos e, para o vermicomposto, ocorrem interações quando são utilizados esterco de búfalos ou bovinos com minhocas Africanas ou Vermelhas.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Minhoca, esterco, vermicomposto, búfalo, bovino, composição mineral.

EARTHWORM PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION IN VERMICOMPOSITE AND FECES FROM BUFFALOES AND CATTLE

ABSTRACT – The experiment was carried out at "campus da Universidade Federal de Lavras", in order to compare the performance of African and Red earthworm produced in earthworm box with buffaloes

and cattle manure. The experimental period was of 40 days and the experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 2 x 2, totalizing four treatments with four replicates each. The red

1. Professor do IZ da UFRRJ, doutorando da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UFLA – Caixa Postal 37 – 37200-000 Lavras, MG. victor@ufrj.br

2. Engenheiro Agrônomo, MS em Fitotecnia pela UFLA. theodoro@lavras.br

3. Professor do DZO/UFLA, pós-doctor pela Universidade da Flórida, USA. iandrade@ufla.br

4. Professor da Escola A. F. do Crato, CE, doutorando/UFLA. ainacio@navinet.com.br

5. Mestrando em Fitotecnia/UFLA.

6. Estudante de Zootecnia/UFLA.

earthworm gained ($P < 0,01$) weight, while the African earthworm lost weight. The types of manure did not influence on earthworm performance ($P > 0,05$) for weigh gain. The earthworm box was efficient for production of red earthworm, but the African earthworm did not adapt at this production system. For mineral percentage in fresh feces, there is superiority ($P < 0,01$) of cattle in relation to buffaloes concerned to ash, nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, iron, zinc, while there was no difference for sulphur, copper and manganese ($P > 0,05$), and the buffaloes were superior only for potassium ($P < 0,01$). For mineral percent present in earthworm humus there were interactions between manure source and earthworm species for nitrogen, potassium, zinc and copper. The higher nitrogen and copper percent was observed for earthworm manure from cattle with red earthworm

($P < 0,01$) and for zinc, the better combinations were African earthworm with cattle and Red earthworm with buffaloes ($P < 0,01$). Considering analyzed and isolated factors there was difference for phosphorus ($P < 0,05$) favorable to humus earthworm from cattle manure, for calcium and magnesium ($P < 0,05$) favorable to cattle manure and African earthworm and for iron ($P < 0,01$) favorable buffaloes manure and African earthworm. There was no difference ($P > 0,05$) for any variation source relating to ash, sulphur and manganese. It was concluded that earthworm box is efficient for Red earthworm production ($P < 0,01$), since African earthworms don't adapt themselves that raising system. Cattle feces are better sources of minerals than buffaloes feces and for humus earthworm interactions happen when buffaloes and cattle manure are utilized with African and Red earthworm.

INDEX TERMS: Earthworm, manure, humus earthworm, buffalo, cattle, mineral composition.

INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura trouxe uma grande variedade de insumos, fertilizantes, pesticidas, novas máquinas e equipamentos e a intensificação da mecanização, que vêm atingindo de uma maneira perigosa o meio ambiente e a qualidade dos alimentos produzidos. Nesse contexto, a adubação orgânica voltou a receber atenção dos agricultores e as suas várias formas de uso constituem-se atualmente objeto de pesquisas. A preservação da umidade, o aumento da permeabilidade, a liberação lenta e a solubilização de nutrientes para as plantas, a melhoria da estrutura, do poder tampão e da atividade biológica do solo e o controle natural de pragas e doenças de plantas são alguns dos benefícios promovidos pela presença da matéria orgânica nos solos.

Parece irônico observar que a dramática necessidade de suplementar o teor de matéria orgânica em muitos solos aconteça neste início de século, em que muitos países têm problemas para descartar resíduos orgânicos. É justamente durante essa época que se registra um outro descobrimento com grande entusiasmo: o redescobrimto do excepcional potencial das minhocas em processar e reciclar os resíduos orgânicos (MARTINEZ, 1995).

De acordo com Lamin (1995), a vermicompostagem é uma tecnologia na qual se utilizam minhocas para digerir matéria orgânica e agregados de terra, provocando a sua degradação. O coprólito é o produto dessa digestão, contendo nutrientes em maior concentração

que o solo, em virtude de o solo e o coprólito estarem agora misturados com matéria orgânica e secreções intestinais e urinárias. Estando em estado mais avançado de decomposição, proporciona uma produção acelerada de ácidos húmicos. A aceleração da humificação ocorre pela ação das enzimas produzidas no tubo digestivo das minhocas e da atividade de microorganismos nele existente, tais como bactérias, fungos, actinomicetos, algas e protozoários, grandemente estimulados, antes de serem excretados (MARTINEZ, 1995).

Por ocasião da passagem através das minhocas, não só a matéria orgânica como também os componentes minerais que lhes servem de alimento ficam sujeitos a enzimas digestivas e a um processo de trituração. A melhoria no crescimento de gramíneas em torno dos resíduos das minhocas indica uma maior disponibilidade de nutrientes vegetais, sendo talvez o nitrogênio o mineral que está sujeito a maior influência (BUCKMAN e BRADY, 1976). Dentro do seu trato digestivo, o material do solo sofre transformações, havendo decomposição de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes para as plantas (BALOTA et al., 1998).

Comparados ao próprio solo, os resíduos das minhocas contêm maiores quantidades de matéria orgânica, de nitrogênio total e, sob a forma de nitratos, de cálcio e de magnésio permutáveis, maior disponibilidade de fósforo, além de pH, de porcentagem de saturação de bases e capacidade permutável mais elevados. Por meio de estudos, confirmaram-se os resultados benéficos da atividade das minhocas na

produtividade do solo, nos quais houve o aumento da matéria orgânica, da capacidade de permuta de cátions e da disponibilidade de fósforo e de potássio (BUCKMAN e BRADY, 1976).

Há uma preferência pela espécie *Eisenia foetida* (Savigny - 1826), conhecida como minhoca Vermelha da Califórnia ou minhoca do esterco, por causa da habilidade de converter os resíduos orgânicos. Atualmente vem se destacando a minhoca conhecida como Africana *Eudrilus eugeniae* (Kingberg - 1867), em razão do seu tamanho avantajado (20 a 22 cm); é apreciada pelos pescadores como isca. Na fase adulta, apresenta bastante mobilidade, fugindo facilmente dos canteiros (LOPES e THEODORO, 2000).

Os valores mais comuns de minerais para esterco de bovinos indicados por Rajj (1991) ficaram na faixa de 10 a 85% para umidade, 0,3 a 2,2% para nitrogênio, 0,3 a 1,8% para fósforo e 0,5 a 1,5% para potássio. Ao passo que Coelho (1973) apresenta alguma semelhança de dados para o mesmo tipo de esterco, com os valores de 83,2% de umidade, 14% de matéria orgânica, 2,0% de cinzas, 0,3% de nitrogênio, 0,17 de fósforo, 0,1% de potássio e 0,1% de cálcio.

Além da matéria orgânica, os excrementos de búfalo contêm nutrientes minerais de plantas, como nitrogênio fósforo e potássio, acrescidos de microelementos, à semelhança do adubo de outras espécies animais (VILLARES, 1981). Para as fezes de búfalos, Cockrill (1974) apresenta resultados, considerando uma umidade de 73,9%, os valores de 5,44% de cinzas, 0,28% de nitrogênio, 0,57% de fósforo, 0,11% de potássio e 0,21% de cálcio.

As relações entre fósforo ingerido e fósforo fecal mais urinário e entre cálcio ingerido e cálcio fecal mais urinário foram lineares para búfalos e zebuínos, cujos resultados sugeriram pouca diferença para o metabolismo de ambos os minerais, não diferindo estatisticamente. As conclusões do trabalho de Moran (1982) são indicativas de que os minerais presentes nas fezes são semelhantes para os dois grupos estudados. Ezequiel (1987) ofereceu dietas semelhantes contendo níveis crescentes de nitrogênio para manutenção e para ganho de peso, concluindo que bovinos perderam mais nitrogênio pela urina do que búfalos, e esses apresentaram menor estimativa de nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno e menor estimativa de requerimento total de proteína para manutenção.

Para verificar a capacidade de síntese e reciclagem da uréia endógena utilizando o ^{14}C , Abdullah et al. (1992) obtiveram resultados semelhantes para búfalos e bovinos, mas os búfalos excretaram menos uréia por

peso metabólico, cujos resultados indicaram uma tendência para maior síntese de uréia pelos búfalos.

Os excrementos de minhocas aumentam de três a onze vezes o teor de fósforo assimilável, de potássio e magnésio trocáveis no solo, e ainda elevam de cinco a dez vezes o teor de nitratos e em 30% o de cálcio, reduzindo a acidez da terra. A composição e as propriedades físico-químicas dos dejetos aceleram em até 60% o desenvolvimento de bactérias, protozoários e outros microrganismos, inclusive a bactéria que fixa o nitrogênio. Esses mesmos microrganismos multiplicados no processo tornam mais rápida a fermentação de restos vegetais e animais, que podem ser aproveitados pelas plantas (TAGLIARI, 1995).

Após analisar 13 amostras de vermicomposto de minhoca, Ferruzzi (1986) obteve os seguintes valores médios: umidade = 49,16%; pH = 7,26; substâncias orgânicas = 50,12%; nitrogênio = 1,87%; fósforo (P_2O_5) = 2,19%; potássio (K_2O) = 1,66%; cálcio = 7,81%; magnésio = 1,06%; ferro = 1,14%; manganês = 618,15 mg kg^{-1} ; cobre = 222,38 mg kg^{-1} ; zinco = 649,15 mg kg^{-1} ; cobalto = 20,33 mg kg^{-1} ; e carga bacteriana = 130 milhões de colônias por campo.

O vermicomposto obtido por Albanell et al. (1988), a partir de esterco de vaca, tendo como base a matéria seca, apresentou 47,7% de matéria orgânica, 52,3% de cinzas, 13,5% de carbono oxidável e 1,5% de nitrogênio total. Relatórios citados por Longo (1992) mostram a riqueza do vermicomposto das minhocas, que tem em sua composição: 30 a 50% de matéria orgânica; 1,5 a 3,0% de nitrogênio; 2,5 a 5,0% de fósforo; 0,6 a 1,5% de potássio; 20 a 28% de carbono orgânico; 50% de umidade e pH 7. Entretanto, Lamin (1995), trabalhando com vermicomposto proveniente de esterco bovino, obteve 36,4% de umidade, 45,6% de matéria orgânica, 47,3% de cinzas, 1,23% de nitrogênio total, 0,5 de enxofre, 0,44 de magnésio, 0,02% de potássio, 1,22% de cálcio, 0,05% de manganês, 0,03% de cobre, 2,36% de ferro e 0,05% de zinco.

O processo de compostagem e a ação das minhocas alteram qualitativa e quantitativamente a composição das substâncias húmicas e dos materiais orgânicos. O material humificado apresenta como vantagens maior capacidade de troca de cátions, maior retenção de umidade e mineralização mais lenta. O esterco bovino que passou pelo processo de vermicompostagem tem seu conteúdo de matéria orgânica humificada (ácidos fúlvicos, húmicos e humina) acrescido em até 30% (AQUINO et al., 1992).

Trabalhando com alfaca, Ricci (1993) comparou um composto tradicional obtido a partir de 60% de es-

terco de bovinos e 40% de capim seco picado com o vermicomposto originado desse mesmo composto tradicional. Houve resultados contraditórios em relação à produção, como também em relação à composição, considerando que as diferenças foram pequenas em relação ao teor de minerais, apesar de o vermicomposto ter apresentado menor teor de umidade, o que eleva os teores ao se considerar a matéria seca. Os valores obtidos para o composto tradicional foram: 54,4% de umidade, 1,37% de nitrogênio, 1,43% de fósforo, 1,25% de potássio, 3,8% de cálcio e 0,66% de magnésio. Para o vermicomposto, os valores foram 50,4% de umidade, 1,35% de nitrogênio, 1,32% de fósforo, 0,60% de potássio, 2,82% de cálcio e 0,27% de magnésio.

Em vista da necessidade do desenvolvimento de técnicas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente e da diminuição de gastos com a importação de insumos e fertilizantes, a viabilidade do aproveitamento de resíduos vegetais e animais existentes torna-se cada vez mais evidente dentro do ciclo de produção agrícola. Não se sabe com precisão o comportamento de minhocas em determinados tipos de esterco e em caixas de tamanho reduzido. Ainda que existam muitas publicações sobre o teor de minerais da matéria orgânica e do esterco de animais domésticos, são poucos os trabalhos comparativos entre espécies como búfalos e bovinos da mesma faixa etária, que receberam a mesma dieta em uma mesma época, sendo possível distinguir os valores minerais de acordo com a origem do esterco (búfalos ou bovinos) e com a espécie de minhoca (Africana ou Vermelha), analisando-se o vermicomposto obtido. Além disso, são poucas publicações referentes à composição de vermicompostos, não existindo padronização adequada. Por esse motivo, será de extrema utilidade sua caracterização química, pela análise de seus componentes e pelo teor de minerais contidos no esterco e no vermicomposto, objetivando-se comparar o desempenho de duas espécies de minhoca, Vermelha da Califórnia (*E. foetida*) e Africana (*E. eugeniae*), mediante o ganho de peso em dois tipos de esterco, de búfalos e de bovinos, bem como comparar os teores de minerais contidos no esterco e no vermicomposto. Como consequência, indicativos de adubação orgânica poderão ser facilitados com a distinção dos minerais presentes nos substratos estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), nos meses de dezembro de 1998 a janeiro de 1999, em um galpão

ventilado. O esterco foi obtido de um confinamento de bovinos da raça Canchim e de búfalos Jafarabadi, realizado no Departamento de Zootecnia da UFLA. Os dois grupos genéticos ficaram em baias individuais de dois metros de comprimento por um metro de largura, recebendo a mesma dieta (Tabela 1). As fezes foram recolhidas de 10 animais de cada grupo nos mesmos dias e misturadas até que se obtivesse a quantidade necessária para ser levada às minhocas. A contaminação por urina foi desprezível, uma vez que os animais, todos machos inteiros, ficavam em uma mesma posição e as fezes eram recolhidas pela manhã quando os animais eram retirados das baias para limpeza.

TABELA 1 – Dieta recebida por búfalos e bovinos durante o confinamento.

Ingredientes	%
Milho desintegrado com palha e sabugo	29,00
Farelo de algodão	6,00
Milho moído	34,00
Cama de frango	30,00
Sal mineralizado	1,00
Total	100,00

As fezes frescas destinadas à análise bromatológica foram retiradas diretamente do reto de cada animal, a fim de evitar contaminações; portanto, não sofreram fermentações; a seguir foram congeladas e analisadas posteriormente, após o final da coleta de campo.

O curtimento foi detectado pela elevação da temperatura e desprendimento de gases. A renovação de ar (aeração) foi feita com a revirada da pilha de esterco três vezes por semana. Foram realizadas irrigações, evitando-se o excesso de umidade, que impossibilitaria a oxigenação. O esterco foi recoberto por uma camada de palha para protegê-lo dos ventos fortes ou do calor externo e intenso. O processo de fermentação se completou após 50 dias, quando a temperatura do monte estava igual à temperatura do ambiente e o material curtido apresentava uma cor marrom-escura, homogênea e de textura amanteigada.

O esterco fermentado foi colocado em caixas suspensas (minhobox), dispostas em duas baterias paralelas, com oito caixas de cada lado, distantes 20 cm uma da outra, no total de 16 caixas, em jirais modula-

dos confeccionados em material metálico. O minhobox corresponde a uma caixa de material galvanizado, transportável, acoplável à outra em dimensões de 0,50 m x 0,50 m x 0,25 m, com fundo falso em grade envolto por lona plástica e boca coberta com juta.

Cada minhobox recebeu 40 kg de esterco, colocando-se, em seguida, 1300 gramas de minhoca em cada uma das caixas. Foram utilizadas oito caixas com esterco de búfalos e oito com esterco de bovinos, distribuídas ao acaso, e cada tipo de esterco recebeu as duas espécies de minhoca, também distribuídas aleatoriamente, a Africana (*E. eugeniae*) e a Vermelha da Califórnia (*E. foetida*). Durante o período experimental, as caixas permaneceram cobertas com sacos de juta, para proteger as minhocas da luminosidade. Os quatro tratamentos utilizados foram: MABU-minhocas Africanas em esterco de búfalos, MABO-minhocas Africanas em esterco de bovinos, MVBU-minhocas vermelhas da Califórnia em esterco de búfalos e MVBO-minhocas vermelhas da Califórnia em esterco de bovinos. A coleta manual das minhocas foi realizada após esparramar todo o conteúdo de cada caixa com ajuda de uma peneira de seis mm sobre uma lona plástica no piso plano do galpão, sendo pesadas imediatamente.

A análise dos minerais foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, sendo as amostras analisadas com base na matéria seca, após liofilização. As cinzas foram obtidas após aquecimento da amostra a 550^o C e o nitrogênio total, determinado pelo método Kjeldahl (SILVA, 1998). Os minerais foram determinados após a digestão nítrico-perclórica pela via seca; cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica, o fósforo por colorimetria, o potássio por fotometria de chama e o enxofre por turbidimetria (MALAVOLTA et al., 1989; DEFELIPO e RIBEIRO, 1981).

Os dados coletados foram preparados e analisados estatisticamente conforme o pacote computacional SISVAR (FERREIRA, 2000). O delineamento experimental para ganho de peso de minhocas e teor dos minerais do vermicomposto foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 2, cujo modelo matemático foi $Y_{ijk} = \mu + F_i + M_j + (F_i M_j)_{ij} + E_{(ij)k}$, em que Y_{ijk} é a observação do efeito da origem do esterco i , dentro da espécie de minhoca j ; μ = constante inerente a cada observação (média geral); F_i = efeito da origem do esterco i , sendo $i = 1$ e 2 ($1 =$ bovino e $2 =$ búfalo); M_j é o efeito da espécie de minhoca, sendo $j = 1$ e 2 ($1 =$ Vermelha e $2 =$ Africana); $F_i M_j$ é o efeito da interação entre origem

do esterco i e espécie de minhoca j ; e $E_{(ij)k}$ = erro da parcela k que recebeu a combinação de tratamentos envolvendo o nível i da origem do esterco e o nível j da espécie de minhoca. Para o teor de minerais das fezes foi utilizado o modelo inteiramente casualizado $Y_{ik} = \mu + F_i + E_{(i)k}$, em que F_i foi o efeito do tratamento "origem do esterco, sendo $i = 1$ e 2 ($1 =$ bovino e $2 =$ búfalo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados contidos na última coluna da Tabela 2, infere-se que houve diferença significativa ($P < 0,01$) para o ganho de peso das minhocas Vermelhas em relação às Africanas. O ganho de peso médio, durante o período experimental, foi de 180,9 gramas para as Vermelhas, enquanto as minhocas Africanas perderam, em média, 253,4 gramas por minhobox. De fato, não ocorreu perda de peso propriamente, mas evasão de algumas minhocas das caixas, as quais eram encontradas mortas pelo piso. Os resultados estão de acordo com as observações de Lopes e Theodoro (2000), que indicam fuga dos canteiros e grande mobilidade das minhocas Africanas, principalmente no período chuvoso em canteiro com ou sem cobertura.

TABELA 2 – Média de ganho de peso de duas espécies de minhoca por minhobox de acordo com o tipo de esterco empregado.

Espécies de minhocas	Esterco de búfalos	Esterco de bovinos	Média
Africana (g)	-179,3	-327,5	-253,4
Vermelha (g)	199,8	162,0	180,9**
Média	10,3	-82,8	

****P < 0,01 pelo teste t de Student.**

Isso ocorreu provavelmente porque as minhocas Africanas não se adaptaram ao sistema minhobox. As minhocas Africanas podem atingir 22 cm de comprimento quando adultas, exigindo, possivelmente, compartimentos mais espaçosos para crescerem e se reproduzirem. A perda de peso mais o escape das minhocas Africanas foi 19,5%, enquanto o ganho das minhocas Vermelhas foi de 13,9% em relação ao peso inicial (1300 g).

Quando foi observada a influência dos dois tipos de esterco no ganho de peso das minhocas, constatou-se

que não houve diferença estatística ($P>0,05$), apesar de ter ocorrido uma leve tendência de superioridade do esterco de búfalos, que influiu no aumento de 0,8% de ganho, considerando que houve uma leve diminuição de cerca de 6,4%, quando se empregou o esterco de bovinos.

Ao se comparar o ganho de peso das espécies de minhoca em cada tipo de esterco separadamente, observou-se que a minhoca Vermelha foi também superior ($P<0,01$) à Africana, tanto no esterco de búfalo quanto no esterco de bovino, pela falta de adaptação ao minhobox. No esterco de búfalo, as minhocas Africanas perderam, em média, cerca de 13,8% do peso inicial, enquanto as minhocas Vermelhas ganharam, em média, cerca de 15,4% do peso inicial por minhobox.

Em relação ao esterco de bovinos, a mesma tendência se verificou. As minhocas Africanas perderam, em média, cerca de 25,2% do peso inicial, enquanto as minhocas Vermelhas ganharam cerca de 12,5% por minhobox.

Ao se comparar as minhocas isoladamente, para um mesmo tipo de esterco, constatou-se que não houve diferença estatística ($P>0,05$) para o ganho ou perda de peso. Para as minhocas Africanas, houve uma pequena perda de peso, cerca de 13,8%, quando se utilizou o esterco de búfalos e, no caso do esterco de bovinos, a perda foi de 25,2%.

Para as minhocas Vermelhas, também não houve diferença estatística ($P>0,05$), constatando-se um ganho de peso de 15,4%, quando se utilizou o esterco de búfalos, enquanto o ganho no esterco de bovinos foi de 12,5% por minhobox em relação ao peso inicial.

De acordo com as observações experimentais, o minhobox não foi apropriado para criação de minhocas Africanas, que provavelmente exigem maior espaço de criação. As minhocas Vermelhas se adaptaram plenamente a esse sistema, podendo esse tipo de caixa ser recomendado para essa espécie de minhoca.

Na Tabela 3 estão especificados os resultados percentuais de minerais contidos nas fezes frescas de búfalos e bovinos.

Pelos resultados apresentados, de um modo geral, verifica-se que as fezes frescas de bovinos são mais ricas do que as de búfalos nas condições experimentais, considerando os minerais estudados, que apresentam um teor de cinzas 30,1% superior à de búfalos. Entre os

minerais, somente o teor de potássio foi superior nas fezes de búfalos ($P<0,01$), verificando-se uma diferença de 13,3% em relação ao potássio presente nas fezes de bovinos. Em relação ao nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco, as fezes de bovinos foram superiores ($P<0,01$) em 25,9%, 23,9%, 61,1%, 26,2%, 58,3% e 15,7%, respectivamente. Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para o teor de enxofre, cobre e manganês. Os percentuais de cinzas e dos demais minerais são diferentes da faixa apresentada por outros autores, especialmente para o valor obtido para cinzas, que foi superior. Essas diferenças provavelmente foram devidas às condições experimentais, em particular à natureza da dieta, cujos animais foram confinados recebendo concentrado mais volumoso, que influiu na composição de minerais das fezes. Os valores elevados para o zinco e cobre podem ter sido influenciados pela cama de frango, constituinte da dieta dos animais. De acordo com Leme et al. (2000), o excesso de minerais é um problema do fornecimento de cama de frango para ruminantes, em especial cobre e zinco, além da presença possível de arsenicais, antibióticos, sulfonamidas, nitrofurans e outros elementos.

O teor de nitrogênio obtido nas fezes de bovinos foi 19,3% superior ao obtido nas fezes de búfalos. Os valores obtidos foram semelhantes aos de Raj (1991), mas são diferentes dos valores apresentados por Coelho (1973) e Cockrill (1974). Esses valores podem ser uma confirmação dos resultados obtidos por Ezequiel (1987), cujos bovinos tiveram maior perda de nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno em relação aos búfalos. Da mesma forma, esses resultados podem ser um indicativo de que búfalos sintetizam mais nitrogênio do que bovinos, como concluiu Abdullah et al. (1992).

Coelho (1973) apresentou teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio em esterco de bovinos menores aos apresentados neste trabalho, possivelmente pelo substrato utilizado. Resultados encontrados por Ricci (1993) foram também diferentes, que verificou valores superiores para fósforo, potássio, cálcio e magnésio e valor inferior para o nitrogênio, quando comparado ao esterco de bovinos, possivelmente devido também ao material utilizado. Em se tratando de fezes de búfalos, Cockrill (1974) registra valores inferiores para todos os nutrientes, mesmo considerando a base de 73,9% de umidade no composto.

TABELA 3 – Porcentagens médias de minerais presentes nas fezes de búfalos e bovinos, com base na matéria seca.

Origem das fezes	% Minerais										
	Cinzas	N	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Búfalos	9,30	1,85	0,67	0,68**	0,29	1,49	0,42	0,12	1,40	1,58	0,023
Bovinos	12,10**	2,33**	0,83**	0,60	0,29	2,40**	0,53**	0,19**	1,62**	1,68	0,021
DP	0,02	0,06	0,02	0,02	0,04	0,08	0,02	0,01	0,02	0,07	0,002

**P<0,01 pelo teste t de Student na coluna, DP – desvio-padrão.

Pelo fato de as fezes de búfalos serem mais pobres, isso, em termos gerais, pode ser um indicativo de um melhor aproveitamento dos nutrientes como relatado por Hussain e Cheeke (1996), que observaram maior digestibilidade para búfalos em relação aos bovinos.

Os vermicompostos produzidos por esterco de bovinos e de búfalos e por minhocas Africanas e Vermelhas não apresentaram diferença estatística (P>0,05) para o teor de cinzas. Os percentuais encontrados foram de 55,3% para minhocas Africanas em esterco de búfalos, de 55,8% para minhocas Africanas em esterco de bovinos, de 55,5 para minhoca Vermelha da Califórnia em esterco de búfalos e de 56,1% para minhoca Vermelha da Califórnia em esterco de bovinos.

Para o teor de nitrogênio do vermicomposto, houve interação (P<0,01) entre a origem do esterco e espécies de minhoca. Verificou-se que houve influência da origem do esterco em relação às minhocas Vermelhas, ou seja, o húmus proveniente do esterco bovino foi superior ao de búfalos, cuja diferença foi de 22,7%, quando utilizadas minhocas Vermelhas. Entretanto, quando foram utilizadas minhocas Africanas, não houve diferença estatística (P>0,05) para a origem do esterco. Os teores médios de nitrogênio para cada tratamento estão contidos na Tabela 4, cujas comparações estão dentro de cada coluna.

É possível que a superioridade do vermicomposto de bovinos tenha ocorrido por causa da influência das fezes, isto é, as fezes já chegaram mais ricas para o trabalho das minhocas, logo o vermicomposto também apresentou teores mais elevados. A análise das fezes frescas de bovinos indicou maior riqueza em nitrogênio em relação às fezes de búfalos, recebendo ainda a mesma influência relativa ao maior aproveitamento do nitrogênio pelos búfalos, conseqüentemente, maior pobreza nas fezes desses animais, como sugeriram Abdulah et al. (1992).

TABELA 4 – Porcentagens médias de nitrogênio presentes em cada vermicomposto para a interação entre origem do esterco e espécie de minhoca.

Origem do esterco	Espécie de minhoca	
	Africana	Vermelha
Búfalo	1,81	1,56
Bovino	1,85	1,93**

**P<0,01 pelo teste t de Student, DP, desvio-padrão = 0,03.

Não ocorreu interação (P>0,05) para os minerais fósforo, cálcio, magnésio e ferro do vermicomposto, de acordo com a origem do esterco e espécie de minhoca (Tabela 5). As comparações apresentadas são dos fatores isolados, isto é, bovino *versus* búfalo e minhoca Africana *versus* minhoca Vermelha da Califórnia.

Para o mineral fósforo, houve diferença estatística (P<0,05) para a origem do esterco e não para espécie de minhocas. A origem do esterco influenciou na composição do vermicomposto, ou seja, o vermicomposto derivado do esterco de bovinos apresentou maior teor de fósforo, cuja diferença foi de 14,3%.

Para o cálcio (Tabela 5), houve diferença estatística (P<0,05), constatando-se que o vermicomposto derivado do esterco de bovinos apresentou maior teor de cálcio (P<0,05), cerca de 35,7% a mais quando comparado ao vermicomposto proveniente do esterco de búfalos, enquanto o vermicomposto produzido pelas minhocas Africanas apresentou maior teor (P<0,05), cerca de 27,0% a mais de cálcio, quando comparado ao produzido pelas minhocas Vermelhas.

O mesmo foi observado para os teores de magnésio (Tabela 5), sendo o vermicomposto proveniente do esterco de bovinos superior ($P < 0,01$) 39,5%, quando comparado ao proveniente do esterco de búfalos. O vermicomposto produzido por minhocas Africanas foi 2,5% superior ($P < 0,01$) em relação ao produzido por minhocas Vermelhas.

Ao se comparar os vermicompostos derivados dos dois tipos de esterco e das duas espécies de minhoca, observou-se um maior teor de ferro ($P < 0,01$), quando foram utilizados o esterco de búfalo e as minhocas Africanas (Tabela 5), com uma superioridade de 31,5% em relação aos bovinos e de 9,1% em relação às minhocas Vermelhas.

Para o teor de potássio, houve interação ($P < 0,01$) entre a origem do esterco e a espécie de minhoca. O vermicomposto derivado do esterco de bovinos apresentou maior valor ($P < 0,05$), quando foram utilizadas minhocas Vermelhas, enquanto o vermicomposto proveniente do esterco de búfalos foi superior ($P < 0,05$), quando foram utilizadas minhocas Africanas (Tabela 6). É possível que tenha havido influência dos diferentes metabolismos tanto das espécies de ruminantes utilizadas, quanto das espécies de minhoca. As comparações foram feitas dentro de cada coluna.

Comparando-se os teores de enxofre do vermicomposto, verifica-se que não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para todas as fontes de variação consideradas ($DP = 0,11$). Os teores médios de enxofre no vermi-

composto foram de 0,50% para minhocas Africanas em esterco de búfalos, de 0,66% para minhocas Vermelhas da Califórnia em esterco de búfalos, de 0,59% para minhocas Africanas em esterco de bovinos e de 0,57% para minhocas Vermelhas da Califórnia em esterco de bovinos.

Para o teor de zinco, houve interação ($P < 0,01$) entre a origem do esterco e espécie de minhoca (Tabela 7). O vermicomposto derivado do esterco de bovinos apresentou maior valor ($P < 0,01$), quando foram utilizadas minhocas Africanas, ao passo que o vermicomposto proveniente do esterco de búfalos foi superior ($P < 0,01$) quando foram utilizadas minhocas Vermelhas. As comparações estão apresentadas dentro de cada coluna.

Para o teor de cobre, houve interação ($P < 0,05$) entre a origem do esterco e espécie de minhoca (Tabela 8), cujas comparações estão apresentadas dentro de cada coluna. O vermicomposto produzido pelas minhocas Vermelhas apresentou maior teor de cobre ($P < 0,01$) quando foi utilizado o esterco de bovino. Quanto ao vermicomposto produzido pelas minhocas Africanas, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os estercos provenientes de búfalos e bovinos. O alto teor de ferro e zinco encontrado no vermicomposto está correlacionado com o alto teor já presente no estrume, de acordo com a análise realizada nas fezes frescas, mas também pode ter havido influência do minhocbox, que é feito de material galvanizado e pode ter passado esses minerais para o vermicomposto e para as minhocas.

TABELA 5 – Porcentagens médias de minerais presentes em cada vermicomposto, observadas separadamente para origem do esterco e espécie de minhoca.

Minerais (%)	Origem		DP
	Bovino	Búfalo	
Fósforo	0,96*	0,84	0,07
Cálcio	2,66*	1,96	0,40
Magnésio	0,60**	0,43	0,03
Ferro	2,89	3,80**	0,15
Minhoca			
	Africana	Vermelha	
Fósforo	0,91	0,89	0,07
Cálcio	2,59*	2,04	0,40
Magnésio	0,54**	0,48	0,03
Ferro	3,49**	3,20	0,15

** $P < 0,01$ e * $P < 0,05$ pelo teste t de Student na linha, DP – desvio-padrão.

TABELA 6 – Porcentagens médias de potássio presentes em cada vermicomposto para a interação entre origem do esterco e espécie de minhoca.

Origem do esterco	Espécie de minhoca	
	Africana	Vermelha
Búfalo	0,54*	0,48
Bovino	0,49	0,52*

* $P < 0,05$ pelo teste t de Student, DP = 0,02.

TABELA 7 – Porcentagens médias de zinco presentes em cada vermicomposto para a interação entre origem do esterco e espécie de minhoca.

Origem do esterco	Espécie de minhoca	
	Africana	Vermelha
Búfalo	2,49	2,62**
Bovino	2,58**	2,48

** $P < 0,01$ pelo teste t de Student, DP = 0,02.

TABELA 8 – Porcentagens médias de cobre presentes em cada vermicomposto para a interação entre origem do esterco e espécie de minhoca.

Origem do esterco	Espécie de minhoca	
	Africana	Vermelha
Búfalo	1,91	1,85
Bovino	1,90	2,01**

** $P < 0,01$ pelo teste t de Student, DP = 0,05.

Ao se comparar os teores de manganês do vermicomposto, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para nenhuma das fontes de variação consideradas (DP=0,003). Os teores médios de manganês no vermicomposto foram semelhantes para todos os tratamentos, ou seja, de 0,04% para minhocas Africanas em esterco de búfalos, de 0,04% para minhocas Vermelhas da Califórnia em esterco de búfalos, de 0,04% para minhocas Africanas em esterco de bovinos e de 0,04% para minhocas Vermelhas da Califórnia em esterco de bovinos.

Para o nitrogênio, Ferruzzi (1986) apresentou resultados semelhantes para o vermicomposto proveniente de bovinos, mas para fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês, os valores foram superiores. Todavia, para os teores de ferro, cobre e zinco, os valores

foram inferiores. Houve semelhança com resultados apresentados por Albanell et al. (1988) para teor de cinzas e nitrogênio. Resultados semelhantes também foram apresentados por Longo (1992) para nitrogênio, mas superiores para fósforo e potássio. Valores mais baixos para cinzas, nitrogênio, potássio, cálcio, cobre e zinco e valores semelhantes para enxofre, magnésio, ferro e manganês foram encontrados por Lamin (1995). As diferenças encontradas pela maior parte dos autores pode ter ocorrido possivelmente pelos diferentes substratos utilizados, bem como pela espécie animal, pelos fatores ambientais e, possivelmente, pelas diferenças metabólicas de minerais entre as espécies de animais utilizadas neste trabalho.

De um modo geral, pode-se afirmar que o vermicomposto das duas espécies de minhoca teve influência da dieta fornecida aos animais e também dos grupos genéticos que forneceram o estrume para obtenção desse vermicomposto.

CONCLUSÕES

O minhobox não deve ser recomendado para criação de minhocas da espécie Africana (*E. eugeniae*), que não se adaptaram a esse sistema de criação.

As minhocas da espécie Vermelha da Califórnia (*E. foetida*) podem ser indicadas para criação em caixas do tipo Minhobox, onde se adaptaram plenamente.

A produção de minhocas é semelhante, independente da origem do esterco empregado.

As fezes frescas de bovinos são, em geral, mais ricas em minerais do que fezes de búfalos, devendo ser recomendada quando houver as duas opções.

Existem diferenças para as porcentagens de minerais no vermicomposto, quando são utilizados esterco de búfalo ou de bovino com distintas espécies de minhoca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, N.; NOLAN, J. V.; MAHYUDDIN, M.; JALALUDIN, S. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 119, n. 2, p. 255-263, Oct. 1992.
- ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia foetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology Fertility Soil**, [S.l.], v. 6, p. 266-269, 1988.

- AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos**: vermicompostagem. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo, 1992. 13 p. (Comunicado Técnico, 8).
- BALOTA, E. L.; HUNGRIA, M.; COLOZZI FILHO, A. **Biologia do solo**. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Orgs.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 91-102. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Tradução de Antônio B. Figueiredo Filho. 4. ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1976. 594 p. cap. 5, p. 130-155. Tradução de: The nature and properties of soils.
- COCKRILL, W. R. Management, conservation and use. In: _____. **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome: FAO, 1974. p. 276-312.
- COELHO, F. S. Adubação orgânica: adubo verde, esterco, composição e subprodutos de indústrias. In: _____. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: ICEA, 1973. p. 331-355.
- DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análises químicas do solo**: metodologias. Viçosa: UFV, 1981. 17 p.
- EZEQUIEL, J. M. B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos**: frações endógenas. 1987. 131 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.
- FERRUZZI, C. **Manual de lombricultura**. Madri: Mundi, 1986. 16 p.
- HUSSAIN, I.; CHEEKE, P. R. Evaluation of annual ryegrass straw: corn juice silage with cattle and water buffalo: digestibility in cattle vs. buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, p. 195-202, Feb. 1996.
- LAMIN, S. S. M. **Caracterização de vermicomposto de esterco bovino e estudo da absorção competitiva de cádmio, cobre, chumbo e zinco**. 1995. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- LEME, P. R.; ALLEONI, G. R.; CAVAGUTI, E. Utilização da cama de frango na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 2000. p. 44-51.
- LONGO, A. D. **Minhoca**: de fertilizadora do solo a fonte alimentar. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1992. 79 p.
- LOPES, J. F. P.; THEODORO, V. C. A. **Curso de criação de minhocas e produção de vermicomposto**. Lavras: FAEPE/UFLA, 2000. 60 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201 p.
- MARTINEZ, A. A. **Manual prático do minhocultor**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 137 p.
- MORAN, J. B. A study of phosphorus retention in swamp buffalo and zebu cattle. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Queensland, v. 14, p. 321-324, 1982.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.
- RICCI, M. dos S. F. **Crescimento, teores de nutrientes em cultivares de alface (*Lactuca sativa L.*) adubados com vermicomposto**. 1993. 101 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1998. 165 p.
- TAGLIARI, P. S. Minhoca: a grande aliada da agricultura. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 1, mar. 1995.
- VILLARES, J. B. O papel do búfalo no minifúndio paulista. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J. B.; MOURA, J. C. de (Coords.). **Os búfalos**. Piracicaba: FEALQ, 1981. p. 157-185.