

EDUCAÇÃO CIÊNCIA E SAÚDE
<http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v8i2.430>

PRODUÇÃO DE FARINHA DE MINHOCA ATRAVÉS DO CULTIVO DAS ESPÉCIES *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872) EM DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS

Edvaldo Fernandes da Silva Júnior¹, Vanessa Silva Souza¹, Marisa de Oliveira Apolinário², Ana Regina Nascimento Campos³

¹ Licenciatura em Ciências Biológicas, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

² Prof^a Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

³ Prof^a Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

Email para correspondência: edvaldofernandesapd@gmail.com

Resumo

Uma suplementação à base de proteína muito utilizada é a inserção de minhocas na alimentação animal, com um valor proteico que pode chegar até 70%. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma farinha utilizando duas espécies comerciais de minhocas, *Eisenia andrei* e *Perionyx excavatus*, utilizando os processos de secagem em estufa de circulação de ar e forno micro-ondas (FMO). O trabalho foi conduzido no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq), no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e na Unidade de Pescado, todos localizados na Universidade Federal de Campina Grande (CES/UF CG), onde foram realizadas as análises físicas e químicas. As minhocas foram colocadas em três tipos de substratos diferentes para se observar em qual substrato as espécies mais se adaptaram, no período de 30, 60 e 90 dias de cultivo. Pôde-se concluir que a farinha produzida com a espécie *Eisenia andrei* apresentou um valor proteico de 53% e com *Perionyx excavatus* um valor proteico de 59%. Observou-se que houve uma boa aceitação pelas minhocas utilizando-se o resíduo orgânico doméstico (ROD), bem como o método de produção de farinha em estufa de circulação de ar preservou melhor o nível de proteína presente nas minhocas.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Aproveitamento de resíduos. Alimentação animal.

Abstract

A widely used protein-based supplement is the inclusion of earthworms in animal feed, with a protein value of up to 70%. The objective of this work was to prepare a flour using two commercial earthworm species, *Eisenia andrei* and *Perionyx excavatus*, using drying processes in an air-circulation oven and microwave oven (FMO). The work was conducted at the Fish and Aquaculture Studies Laboratory (LAPEAq), at the Food Biochemistry and Biotechnology Laboratory (LBBA) and at the Fish Unit, all located at the Federal University of Campina Grande (CES/UF CG), where they were carried out. physical and chemical analyses. The earthworms

were placed in three different types of substrates to see which substrate the species best adapted to, in the period of 30, 60 and 90 days of cultivation. It was concluded that the flour produced with the species *Eisenia andrei* had a protein value of 53% and with *Perionyx excavatus* a protein value of 59%. It was observed that there was a good acceptance by the earthworms using domestic organic waste (ROD), and the method of flour production in an air circulation oven better preserved the level of protein present in the earthworms.

Keywords: Sustainability. Use of waste. Animal feed.

1 Introdução

Uma alternativa para a utilização dos resíduos orgânicos domésticos (RODs) é a compostagem doméstica realizada pelas minhocas em um processo denominado de vermicompostagem. É um processo de reciclagem de resíduos orgânicos que atua como uma alternativa para resolver economicamente e ambientalmente os problemas resultantes do descarte dos dejetos orgânicos como o lixo domiciliar.

Dentre os resíduos orgânicos (RO) mais utilizados na minhocultura destacam-se os esterco, em especial o bovino, pelo volume gerado e facilidade de recolhimento, bem como pela aceitação pelas minhocas. Antonioli e Giracca (1996), destacam a eficácia do esterco bovino no processo de compostagem, afirmando que o vermicomposto bovino é uma excelente forma de adubação orgânica.

A vermicompostagem pode ser utilizada na produção de adubos orgânicos, fertilizantes e ração animal a partir da biomassa de minhocas (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). O excedente de minhocas também pode ser utilizado na alimentação animal, em rações para peixes, frangos e porcos, além de ser comercializado “*in natura*” como isca para pesca. (EDWARDS e NIEDERER, 2011).

Além da produção de vermicomposto, há também a biomassa de minhocas produzida, a qual pode ser utilizada na fabricação de farinha com alto teor de proteína para alimentação animal (MOMBACH et al., 2014). Neste sentido, vários pesquisadores têm demonstrado o potencial da farinha de minhoca *Eisenia fetida* utilizada como fonte de proteína alternativa na composição de dietas para animais (IBAÑEZ et al., 1993; VIELMA-RONDÓN et al., 2003; VIEIRA et al., 2004; TORRUELLA et al., 2006; ANTONIOLLI et al., 2009; ROMERO et al., 2010).

Alguns estudos têm utilizado a farinha de minhoca em substituição à farinha de peixe tradicional na formulação de rações comerciais. Rotta et al. (2003) verificaram que em pós-larvas de tilápias, a adição de 20% de farinha de minhoca na dieta destes peixes promoveu maior ganho de biomassa. Já, Rawling et al. (2012), em um estudo com juvenis de carpas *Cyprinus carpio*, utilizou este mesmo nível de substituição. Segundo Olele (2011), a substituição de 50% de farinha de peixe pela farinha de minhoca propiciou um melhor crescimento para alevinos de *Heteroclaris*. Já Bittarello et al. (2013), utilizaram farinha de minhoca na alimentação de alevinos de tilápias *Oreochromis niloticus*.

Outros trabalhos com peixes também têm evidenciado o valor nutritivo da farinha de minhoca, como o trabalho de Sogbesan e Madu (2008), que estudaram o efeito da substituição de 50% da farinha de peixe por farinha de minhoca na dieta de *Heterobranchus longifilis*. Já Mombach et al. (2014), verificaram a eficiência da inclusão da farinha de minhoca no teor de 30% na dieta para jundiás.

Valente et al. (2015), avaliaram a eficácia de dois tratamentos térmicos na produção de farinha de minhoca, evidenciando o valor protéico da farinha de minhoca para a alimentação animal.

Tendo em vista a grande quantidade de ROD e Resíduo Orgânico (RO) animal nas propriedades rurais e o potencial do aproveitamento desses resíduos na vermicompostagem, bem como a eficiência e uso frequente de esterco no processo de compostagem, pensou-se em testar novos substratos, no cultivo de duas espécies de minhocas, *Eisenia andrei* (Vermelha Californiana) e *Perionyx excavatus* (Violeta do Himalaia) que são as mais usadas em cultivos comerciais.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo produzir farinha de minhoca através do cultivo das espécies de minhoca *Eisenia andrei* e *Perionyx excavatus* sob diferentes substratos em diferentes tratamentos térmicos, fomentando sua utilização na alimentação animal.

2 Metodologia

2.1 Localização

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq), que dispõe de bancadas nas quais foram colocados os materiais utilizados nos experimentos. No Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e na Unidade de Pescado foram realizadas as análises físicas e químicas dos substratos e vermicompostos. Todos localizados no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (CES/UFCG).

As matrizes de minhocas utilizadas no experimento, das espécies *Eisenia andrei*, foram adquiridas de um produtor de húmus em Cuité-PB e as de *Perionyx excavatus*, compradas na empresa MINHOBOX, em Juiz de Fora-MG. As minhocas selecionadas, das duas espécies, foram animais adultos em plena atividade reprodutiva, caracterizadas pela presença do clitelo.

2.2 Caracterização dos Resíduos Orgânicos (RO)

Os tratamentos foram compostos de resíduos orgânicos domésticos (ROD) e resíduos orgânicos de caráter animal ou esterco (ROA). O ROD ou caseiros usados como alimento para as minhocas nos experimentos foram coletados em revenda de hortifrutigranjeiros situados nas cidades de Cuité e Picuí-PB, nas feiras livres de cidades circunvizinhas, restos vegetais e frutas que apresentavam ligeira decomposição.

O ROD recolhido foi selecionado e fragmentado em pedaços menores, com auxílio de faca, facilitando sua decomposição.

O RO foi adquirido com produtores rurais que residem nas cidades de Cuité e Picuí (PB). A serragem obtida foi doada por marceneiros nas cidades de Cuité e Picuí – PB.

Utilizou-se os seguintes tratamentos durante o experimento:

1. Esterco Caprino (100%);
2. Esterco Bovino (50%) + ROD (50%);
3. Serragem (25%) + ROD (75%).

Cada tratamento foi revirado em dias alternados para melhor condicionar o processo e favorecer a estabilização dos substratos. O manejo de curtir

(deixado ao sol para evaporação do excesso de nitrogênio, dispersão dos patógenos pelo calor e diluição do concentrado pela água) esses substratos foi em chão de cimento, local que proporciona um melhor manejo além de evitar acúmulo de líquido e mistura de materiais.

2.3 Instalação e monitoramento do cultivo

Foram utilizadas no cultivo as espécies *Eisenia andrei* e *Perionyx excavatus*, utilizando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com níveis populacionais de 0, 10 e 15 minhocas/recipiente e três datas de avaliação (30, 60 e 90 dias), com três repetições e 3 tratamentos (Figuras 01 e 02).



Figura 01: *Eisenia andrei*.
Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Figura 02: *Perionyx excavatus*
Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Foram usados potes de polietileno, com capacidade de 5 L (altura 20 cm, diâmetro superior 20 cm e inferior 17 cm), contendo drenos de 0,5 cm no fundo. Cada pote foi forrado com material semelhante a tecido, de polipropileno vulgarmente chamado de “TNT” para impedir a fuga das minhocas. Os potes foram mantidos em bancadas no laboratório e monitorados diariamente a temperatura do ambiente, com termômetro, e outro deixado sobre a superfície do substrato (Figura 03).



Figura 03: Recipientes usados para inserção de substratos.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019

Foi depositado 500 mL do vermicomposto pronto nos potes, aproximadamente 450 g, para servir de refúgio inicial às minhocas até o ROD começar a ser ingerido. O material foi triado para verificação de que não existia nenhuma minhoca ou casulo que pudesse interferir nas contagens e peneirado para retirada de pedras e outros materiais inertes e colocado nos recipientes formando uma camada de 4 cm de profundidade.

As minhocas adicionadas aos tratamentos em cada unidade experimental foram previamente lavadas para retirar qualquer tipo de sujeira aderida ao corpo e secas com papel toalha, tomando-se o cuidado para não permitir o ressecamento excessivo do corpo. Em seguida as biomassas (peso das minhocas) foram pesadas em balança analítica para em seguida serem então colocadas nos recipientes contendo os tratamentos prontos e umedecidos.

Os trabalhos foram acompanhados diariamente, com observações de comportamento das minhocas, para verificar qualquer situação adversa, que pudesse diminuir o rendimento das mesmas no processo de estabilização do RO. Em cada data de avaliação, aos 30, 60 e 90 dias, os recipientes foram esvaziados e o conteúdo dos vasos depositado em bandeja plástica. As minhocas foram identificadas a olho nu, como animais adultos ou jovens, de acordo com a presença do clitelo. Como parâmetro reprodutivo foi avaliado a produção de casulos/recipiente, mediante a catação manual com auxílio de pinça.

2.4 Análises físicas e químicas

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA/CES/UFCG). As amostras dos diferentes tratamentos e dos vermicompostos após 30, 60 e 90 dias de inserção das minhocas, foram avaliadas com relação aos teores de umidade (TU), cinzas (TC), carbono (C), nitrogênio (N), pH e Proteína (P).

2.4.1 Teor de umidade, cinzas e pH

Foram feitas análises dos vermicompostos observando o Teor de Umidade (TU), cinzas e pH pelo método (AOAC, 1990).

2.4.2 Teor de Carbono/matéria orgânica

O teor de carbono (C) é útil para avaliar o grau de humificação dos resíduos, uma vez que, com o aumento do tempo de compostagem, ocorre diminuição do teor de matéria orgânica (MO) do composto (DIAS et al., 2007).

É possível utilizar o método da mufla para avaliar o teor de MO e, a partir desse resultado, para estimar o teor de C em resíduos diversos (DO CARMO e SILVA, 2012).

2.4.3 Teor de Nitrogênio da farinha de minhoca

O método Kjeldahl, descrito por Tedesco et al. (1995) foi utilizado para determinação do teor de nitrogênio (N).

2.5 Produção da farinha de minhoca

Para a produção de farinha à base de minhocas foram usados dois métodos de secagem, o primeiro em estufa de circulação de ar e o segundo em forno micro-ondas (FMO).

Foram utilizadas 40 minhocas das espécies *Eisenia andrei* e *Perionyx excavatus*, com uma média de 20g de minhocas “*in natura*” de cada espécie, as minhocas foram previamente colocadas em peneiras e lavadas com água destilada a fim de evitar que qualquer material interferisse na qualidade final do produto. Numa segunda etapa as minhocas foram imersas em 500mL de água destilada por aproximadamente 04 horas para o esvaziamento do seu trato digestório.

O primeiro tratamento utilizado para a fabricação da farinha de minhocas foi o da estufa de circulação de ar, as minhocas foram colocadas em placas de alumínio e inseridas na estufa a uma temperatura de 150°C por duas horas. As amostras desidratadas foram trituradas com o auxílio de um moinho.

O segundo tratamento foi o de forno micro-ondas (FMO), as minhocas foram colocadas em um forno micro-ondas doméstico da marca Electrolux, modelo MEF 28, 220 V, capacidade de 18 litros, potência de 700 W e frequência das micro-ondas de 2450 MHz. Para obtenção da farinha de minhocas por secagem em forno micro-ondas (FMO), foram realizados inicialmente testes preliminares com intuito de fixar parâmetros operacionais do FMO (potência e tempo de aquecimento).

Com base nos resultados dos testes preliminares foi estabelecida uma rampa de aquecimento e a potência do forno a ser utilizada. Em cada intervalo de ciclo regular a amostra seca foi desprendida do recipiente com uma espátula, a fim de evitar a fixação na sua superfície e também com intuito de se evitar a possibilidade de combustão e garantir a homogeneidade do aquecimento no material, sendo essa rampa de secagem de 2min por 2 e 1min por 2 vezes e a potência do FMO de 700w. Utilizou-se um béquer com 150 mL de água dentro do FMO, com a finalidade de umedecer o ambiente e evitar a combustão das amostras e danos no aparelho. A água do béquer foi trocada a cada nova sequência para evitar que entrasse em ebulição e derramasse água nas amostras, alterando sua umidade e aumentando o tempo de secagem. As amostras desidratadas foram trituradas com o auxílio de um moinho.

Os cálculos dos teores de nitrogênio total foram feitos pela digestão da amostra em ácido sulfúrico e posterior destilação em aparelho Kjeldahl, conforme Silva e Queiroz (2004). O teor de proteína bruta foi calculado aplicando o fator 6,25.

2.6 Análise de Dados

Os dados quantitativos foram analisados pela estatística descritiva através da determinação de percentuais, valores médios e de desvio padrão (DP). Após examinar se os dados atendiam aos requisitos de normalidade (teste de Kolmogorov Smirnov), foram submetidos ao procedimento da estatística analítica com abordagem paramétrica através da comparação de médias (Teste “t” de Student para amostras independentes; Teste “t” de Student para dados pareados; Análise de Variância Univariada - ANOVA) e para determinações *post hoc*, o Teste de Tukey. O nível de significância considerado em toda a análise foi de $\alpha=0,05$. O pacote estatístico utilizado foi o STATISTICA® versão 13. Os dados foram apresentados na forma de tabelas e gráficos (ZAR, 2010).

3 Resultados e Discussão

3.1 Alterações químicas nos substratos no decorrer do processo de vermicompostagem sob diferentes concentrações

3.1.1 Umidade

Sobre as alterações da umidade nos substratos no decorrer do processo de vermicompostagem (tabela 01), registrou-se que houve variação significativa da umidade no substrato em todos os tipos, mas não houve um padrão em relação aos períodos (tabela 02).

Tabela 01. Estatística descritiva do teor de umidade (%) segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCEG, 2019.

Substrato	Umidade (%) → Média ± DP*		
	30 dias	60 dias	90 dias
100% Caprino	69,78% ± 6,45	73,66% ± 1,57	69,35% ± 0,32
50% Bovino + 50% ROD	66,00% ± 3,73	72,58% ± 1,57	67,11% ± 0,99
75% ROD + 25% Serragem	63,17% ± 3,46	67,95% ± 2,32	66,51% ± 1,85

*DP = Desvio Padrão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 02. Variação do teor de umidade (%) segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCEG, 2019.

	100% Caprino	50% Bovino + 50% ROD	75% ROD + 25% Serragem
Entre 30 e 60 dias	Ns	*	*
Entre 30 e 90 dias	Ns	Ns	*
Entre 60 e 90 dias	*	*	*

Onde: Ns = não significativo/* = variação significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

O teor de umidade deve estar entre 40 e 60% que é o ideal para a compostagem. Uma umidade abaixo de 40%, diminui a atividade microbiana, e isso reduz o processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, uma umidade elevada faz com que o excesso de água ocupe os espaços vazios da matéria, ou seja, sua porosidade, provocando situações de anaerobiose, nesse momento a decomposição se torna mais lenta e exalando odores desagradáveis que podem atrair insetos como as moscas por exemplo. A umidade ideal para a decomposição aeróbica é de 55%, valor no qual o consumo de oxigênio atinge os 100% (HOLANDA, 2013).

Comparando-se com o presente estudo, os valores médios de umidade estão dentro da média proposta por Bassaco et al. (2015), independentemente do tipo de substrato (mínimo de 54% e máximo de 82%).

A tabela 02 mostrou uma variação significativa na umidade do substrato 75% ROD + 25% Serragem, isso se deve ao fato de que o uso da serragem, absorve a umidade da massa de resíduos orgânicos, e apresenta características que evitam a compactação dessa massa, melhorando a aeração da mesma e com isso favorecendo o processo de decomposição aeróbia, como afirmam Maragno et al. (2007).

3.1.2 pH

Sobre as alterações do pH nos substratos no decorrer do processo de vermicompostagem (tabela 03), registrou-se que houve variação significativa do pH no substrato em todos os tipos, e em quase todos os períodos (tabela 04).

Tabela 03. Estatística descritiva do pH segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/ UFCG, 2019.

Substrato	pH → Média ± DP*		
	30 dias	60 dias	90 dias
100% Caprino	8,83% ± 0,02	8,86% ± 0,25	8,75% ± 0,09

50% Bovino + 50% ROD	8,84% ± 0,04	8,60% ± 0,11	8,39% ± 0,06
75% ROD + 25% Serragem	8,00% ± 0,32	7,59% ± 0,23	7,10% ± 0,20

*DP = Desvio Padrão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 04. Variação do pH segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAQ/CES/UFMG, 2019.

	100% Caprino	50% Bovino + 50% ROD	75% ROD + 25% Serragem
Entre 30 e 60 dias	Ns	*	*
Entre 30 e 90 dias	*	*	*
Entre 60 e 90 dias	Ns	*	*

Onde: Ns = não significativo/ * = variação significativa (p<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Segundo Turruea et al. (2002) e González et al. (2004) um pH ideal varia entre 6,5 e 8,4. Um pH muito alcalino como o apresentado constitui um fator prejudicial ao desenvolvimento das minhocas, valores extremos podem inativar os seres vivos e os valores muito baixos de pH são indicativos de falta de maturação do composto.

As variações no pH ao longo do processo foram significativas conforme mostra os dados (tabela 04), fato esse que comprova que as minhocas de ambas as espécies estabilizam o pH durante o processo, como foi visto, o pH foi diminuindo sua alcalinidade no decorrer dos 90 dias, corroborando com os valores encontrados por Bassaco et al. (2015) onde encontraram valores de pH para esterco de ovinos 9,4 e esterco bovinos 8,7 e, depois obtidos 7,4 e 7,9 respectivamente no fim do experimento.

Segundo Peixoto (1981) e Oliveira et al. (2008), os níveis de pH para uma compostagem devem estar entre 6,5 e 8,0, com os níveis de pH variando entre esses valores não há problemas com o processo de compostagem.

3.1.3 RMF (Teor de Cinza)

Sobre as alterações do RMF (Teor de Cinza) nos substratos no decorrer do processo de vermicompostagem (tabela 05), registrou-se que houve variação significativa do RMF no substrato apenas nos tipos 100% Caprino e 75% ROD + 25% Serragem, em alguns períodos (tabela 06).

Tabela 05. Estatística descritiva do RMF segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCG, 2019.

Substrato	RMF → Média ± DP*		
	30 dias	60 dias	90 dias
100% Caprino	13,64% ± 2,78	12,08% ± 0,76	14,14% ± 0,32
50% Bovino + 50% ROD	16,67% ± 4,54	14,91% ± 0,62	17,13% ± 1,07
75% ROD + 25% Serragem	4,92% ± 3,67	1,30% ± 0,14	0,90% ± 0,09

*DP = Desvio Padrão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 06. Variação do RMF segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCG, 2019.

	100% Caprino	50% Bovino + 50% ROD	75% ROD + 25% Serragem
Entre 30 e 60 dias	Ns	Ns	Ns
Entre 30 e 90 dias	Ns	Ns	Ns
Entre 60 e 90 dias	*	Ns	*

Onde: Ns = não significativo/ * = variação significativa (p<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

O RMF ou Teor de Cinza é o produto inorgânico que resta do processo em que a matéria orgânica do substrato é submetida a queima, restando apenas alguns produtos minerais, com isso podemos saber a quantidade de minerais presentes nesse material.

Os elementos minerais se apresentam sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo do método usado na incineração e da composição do material. A determinação RMF fornece uma indicação da riqueza dos elementos minerais na amostra.

Com esses valores variando entre 5 e 15%, pode-se determinar qual substrato oferece mais quantidade de matéria orgânica a ser oferecido às espécies estudadas, alimento esse que é essencial para seu desenvolvimento e reprodução.

Pôde-se destacar o substrato 75% ROD + 25% Serragem, que devido sua composição ser de $\frac{3}{4}$ de matéria orgânica traz um menor valor de Resíduo Mineral Fixo.

3.1.4 Matéria Orgânica

Sobre as alterações da matéria orgânica nos substratos no decorrer do processo de vermicompostagem (tabela 07), registrou-se que houve variação

significativa desta variável nos substratos 100% Caprino e 75%ROD + 25%Serragem, em alguns períodos (tabela 08).

Tabela 07. Estatística descritiva da matéria orgânica segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCG, 2019.

Substrato	Matéria Orgânica → Média ± DP*		
	30 dias	60 dias	90 dias
100% Caprino	86,36% ± 2,78	87,92% ± 0,76	85,86% ± 0,32
50% Bovino + 50% ROD	83,33% ± 4,54	85,09% ± 0,62	82,87% ± 1,07
75% ROD + 25% Serragem	85,08% ± 3,67	98,70% ± 0,14	99,10% ± 0,09

*DP = Desvio Padrão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 08. Variação da matéria orgânica segundo o tipo de substrato ao longo do experimento, LAPEAq/CES/UFCG, 2019.

	100% Caprino	50% Bovino + 50% ROD	75% ROD + 25% Serragem
Entre 30 e 60 dias	Ns	Ns	Ns
Entre 30 e 90 dias	Ns	Ns	Ns
Entre 60 e 90 dias	*	Ns	*

Onde: Ns = não significativo/ * = variação significativa (p<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A matéria orgânica é essencial para o desenvolvimento das espécies, haja vista que será seu alimento no decorrer do processo de cultivo. A variação encontrada entre os valores do material 75% ROD + 25% Serragem é explicada devido ao fato de ser uma composição de $\frac{3}{4}$ de material orgânico, sendo assim, nas análises, esse percentual de matéria orgânica pode variar para mais ou para menos, entretanto, as minhocas não aumentam os níveis de nutrientes no húmus, mas apenas tornam esses nutrientes mais disponíveis para as plantas. Ou seja, um alimento de baixa qualidade resultará em um húmus de baixa qualidade, independentemente da espécie de minhoca usada no minhocário ou do tipo de manejo adotado pelo produtor (SCHIEDECK et al., 2014).

3.2 Composição bromatológica da farinha de minhoca produzida através da comparação entre as duas espécies de minhocas cultivadas

Após a fabricação da farinha foram feitas análises de proteína e umidade nos dois métodos de secagem, o primeiro em estufa de circulação de ar e o

segundo em forno micro-ondas (FMO), conforme observado nas tabelas 09 a 12.

Tabela 09. Análise física e química da farinha de minhoca da espécie *Perionyx excavatus* em estufa de circulação de ar.

PRODUTO	PROTEÍNA (%)	TEOR DE UMIDADE (%)
Farinha de minhoca da espécie <i>Perionyx excavatus</i>	59,54	18,23

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 10. Análise física e química da farinha de minhoca da espécie *Perionyx excavatus* em Forno de Micro-ondas.

PRODUTO	PROTEÍNA (%)	TEOR DE UMIDADE (%)
Farinha de minhoca da espécie <i>Perionyx excavatus</i>	56,07	9,13

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 11. Análise física e química da farinha de minhoca da espécie *Eisenia andrei* em estufa de circulação de ar.

PRODUTO	PROTEÍNA (%)	TEOR DE UMIDADE (%)
Farinha de minhoca da espécie <i>Eisenia andrei</i>	59,24	10,81

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tabela 12. Análise física e química da farinha de minhoca da espécie *Eisenia andrei* em Forno de Micro-ondas.

PRODUTO	PROTEÍNA (%)	TEOR DE UMIDADE (%)
Farinha de minhoca da espécie <i>Eisenia andrei</i>	56,26	7,35

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Ao comparar-se o teor total de proteínas (%) na produção de farinha entre as duas espécies de minhocas – *Perionyx excavatus* e *Eisenia andrei* – (gráfico 01), observou-se que apesar da diferença numérica (*P. excavatus* com média de 56,08%±12,15DP; e *E. andrei* com média de 53,08%±8,98DP) não houve variação significativa ($t=0,69$; $gl=22$; $p>0,05$).

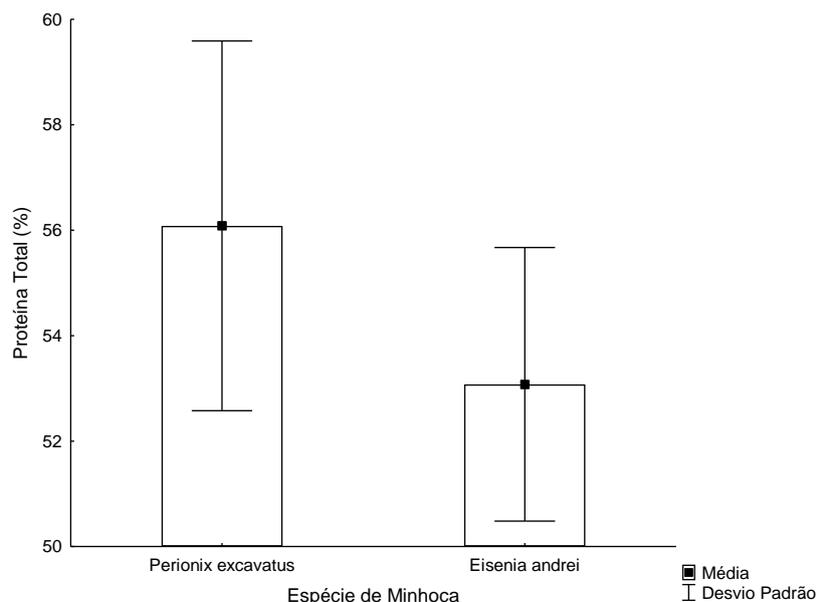


Gráfico 01. Variação do teor de proteína total da farinha de minhoca (%), segundo a espécie utilizada na produção (*Perionyx excavatus* vs. *Eisenia andrei*), LAPEAQ/CES/UFMG, 2019.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Ibanéz et al. (1993), afirmam que o tipo de alimento oferecido às minhocas podem interferir no valor de proteína bruta das espécies, neste estudo, onde foi oferecido o mesmo alimento às duas espécies estudadas, esse valor não alterou o nível de proteína encontrada nas espécies, dando mais confiabilidade aos dados, pois o alimento não interferiu na quantidade de proteína bruta presente nas espécies. Desta forma, os dados corroboram com os obtidos por Loureiro et al. (2007), em seu estudo em que a qualidade do material oferecido às espécies influenciam diretamente no resultado final da análise de proteína.

Os valores obtidos estão de acordo com os encontrados por Hoehne et al. (2011), onde observou-se valores para *Eisenia andrei* de $59\% \pm 5$ e para *Perionyx excavatus* $58\% \pm 3$, evidenciando o alto nível de proteína observado nas espécies e seu aproveitamento como suplementação proteica na alimentação de alevinos.

Bittarello et al. (2013), concluíram que a farinha de minhoca pode ser incluída na dieta de alevinos de tilápia do Nilo até um nível de inclusão de 5% em substituição parcial a farinha de peixe e farelo de soja sem causar prejuízos no cultivo. O nível de inclusão de 1,25% deste ingrediente melhorou o ganho de peso. Olele (2011) afirma que para alevinos de *Heteroclaris*, a substituição

de 50% de farinha de peixe pela farinha de minhoca demonstrou uma elevação nas taxas de crescimento e de eficiência proteica dos peixes.

O mesmo aconteceu para juvenis de *Heterobranchus longifilis*, em que a farinha de minhoca substituiu adequadamente 50% da farinha de peixe na dieta deste peixe (SOGBESAN e MADU, 2008). Com isso pode-se afirmar a eficiência da substituição de ração para peixe por farinha de minhoca, dependendo da espécie a ser oferecida o suplemento à base de minhoca, a proporção de farinha pode variar de acordo com a necessidade alimentar da espécie.

3.3 Determinação do melhor tratamento térmico para produção da farinha de minhoca das espécies estudadas

Ao comparar-se o teor total de proteínas (%) na produção de farinha entre as duas espécies de minhocas (*Perionyx excavatus* e *Eisenia andrei*) em relação ao tratamento térmico utilizado (gráfico 02), observou-se que apesar da diferença numérica (Estufa com média de 56,54%±8,26DP; e FMO com média de 52,62%±12,52DP) não houve variação significativa ($t=0,90$; $gl=22$; $p>0,05$), independente da espécie de minhoca considerada (Tabela 13).

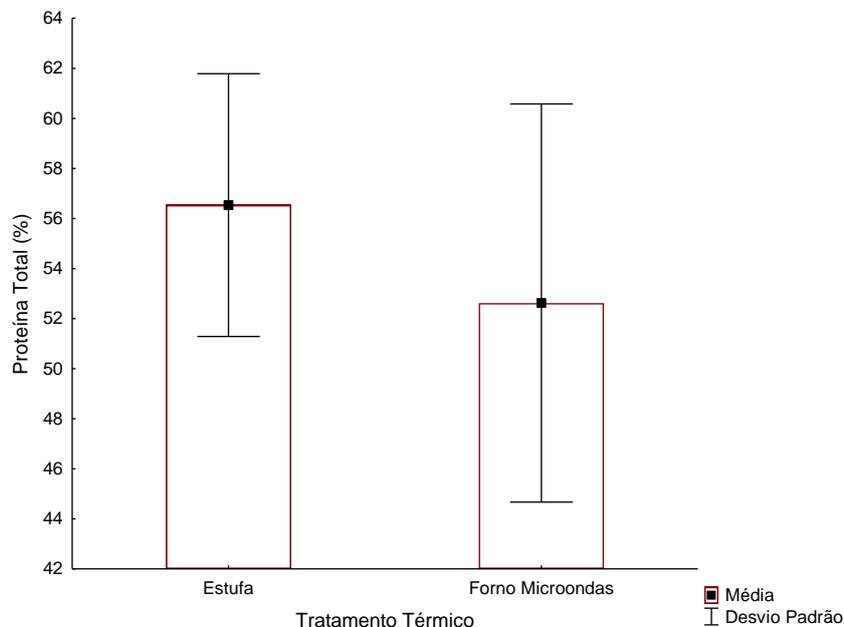


Gráfico 02. Variação do teor de proteína total da farinha de minhoca (%), segundo o tratamento térmico utilizado na produção (Estufa vs. Forno de Micro-ondas), LAPEAQ/CES/UFMG, 2019.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre os teores de proteína bruta da farinha de minhoca das espécies *Perionyx excavatus* e *Eisenia andrei*, obtida através da desidratação em forno de micro-ondas (FMO) e em estufa de circulação de ar.

Os dados obtidos diferem dos apresentados por Pastorini et al. (2002), os quais afirmaram que o material seco em forno de micro-ondas apresentou maior teor de açúcares redutores, carboidratos solúveis totais, aminoácidos e amido, o que não foi observado nesta pesquisa em nenhum dos dois tratamentos.

Tabela 13. Variação do teor de proteína total da farinha de minhoca (%), segundo o tratamento térmico utilizado na produção (Estufa vs. Forno de Micro-ondas) e espécie de minhoca (*Perionyx excavatus* e *Eisenia andrei*), LAPEAQ/CES/UFMG, 2019.

Tratamento térmico	<i>Perionyx excavatus</i>	<i>Eisenia andrei</i>
Estufa	Média = 59,15% ± 8,09 DP*	Média = 53,93% ± 8,26 DP
Forno de Micro-ondas	Média = 53,02% ± 15,34 DP	Média = 52,23% ± 10,38 DP
Teste “t” de Student	t = 0,86; gl = 10; p > 0,05 n.s.	t = 0,31; gl = 10; p > 0,05 n.s.

*DP = Desvio Padrão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

O método em forno de micro-ondas (FMO) pode ser utilizado na preparação de farinha de minhoca por não alterar o teor de proteína da carne das minhocas das espécies *Perionyx excavatus* e *Eisenia andrei*, na estufa de circulação de ar observou-se um escurecimento enzimático da carne das minhocas, porém nada que alterasse o valor final da proteína bruta.

4 Conclusões

A espécie *Perionyx excavatus*, pouco estudada na minhocultura brasileira, se mostrou muito promissora para o cultivo, levando em consideração suas especificidades com relação ao material na qual ela deve ser inserida, seu tamanho é mediano e seu percentual de proteína bruta está na média das demais espécies já conhecidas.

A boa aceitação dos RODs por parte das minhocas só reforça a ideia de que a compostagem doméstica é uma saída muito eficaz para o descarte do lixo orgânico nas residências, além de proporcionar a seu adepto um ótimo fertilizante sem odor desagradável e ótimo para as plantas de um modo geral.

A produção de farinha em estufa de circulação de ar preserva melhor o nível de proteína presente nas minhocas sendo este o método mais eficaz para a produção de farinha a base de minhocas.

A análise da proteína bruta presente nas espécies estudadas foi de fundamental importância, considerando que em um futuro próximo poderá ser uma alternativa para a necessidade mundial de suplementação proteica animal e até mesmo a suplementação humana.

5 Referências

ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, M. N. **Iniciação à minhocultura**. Santa Maria: UFSM. 1996. 96 p.

ANTONIOLLI, Z. L. et al. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). **Ciência Agrotécnica**, v. 33, n.3, p.824-830, 2009.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, Ed.12, 1990.

BASSACO, A. C. et al. Caracterização química de resíduos de origem animal e comportamento de *Eisenia andrei*. **Ciência e Natura**, v.37. n.1. p.45-51, 2015.

BITTARELLO, A. C. et al. A. Farinha de minhoca para alevinos de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Revista Agrarian**, v.6, n. 21, p. 326-332, 2013.

DIAS, B. O. et al. Estoques de carbono e quantificação de substâncias húmicas em Latossolo submetido à aplicação contínua de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.4, p. 901-911, 2007.

DO CARMO, D. L; SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

EDWARDS, C. A.; NIEDERER, A. **The production of earthworm protein for animal feed from organic wastes**. In: EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; SHERMAN, R. (ed.). Vermiculture technology: earthworms, organic wastes and environmental management. Florida: CRC Press, 2011. p. 323-335.

GONZÁLEZ, P. J. et al. Lombricultura: una alternativa para la conversión de los desechos orgánicos em recursos. In: FUNES-MONZOTE, F.; MONZOTE, M. **Abonos**

orgânicos: compost, lombricultura y abonos verdes. La Habana: IIPF-MINAG, 2004. 51p.

HOEHNE et al. **Caracterização físico-química e nutricional de farinha de minhoca oriunda de três espécies diferentes.** Sociedade Brasileira de Química (SBQ). 2011.

HOLANDA, P. C. **Compostagem e Minhocultura.** Fundação Demócrito Rocha; Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, 2013.

IBANÊZ, I. A. et al. Nutritional and toxicological evaluation on tats of eartworm (*Eisenia fetida*) meal as protein source for animal feed. **Animal feed Science and Technology**, v.42, p.165-172, 1993.

MARAGNO, E. S. et al. Uso de serragem no processo de minicompostagem. **Ver. Eng. Sanit. Ambient.** v. 12, n. 4, p. 355-360, 2007.

MARTIN, J. D.; SCHIEDECK, G. **Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem.** In: ANJOS, J. L.; AQUINO, A. M.; SCHIEDECK, G. (ed.). *Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar.* Brasília: Embrapa, 2015. p. 10-39.

MOMBACH, P.I. et al. Farinha de minhoca em dietas para juvenis de jundiá. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n.2, p.151-157, 2014.

OLELE, N. F. Growth response of *Heteroclaris* fingerlings fed on earthworm meal in hatchery tanks. **Life Science Journal**, Delhi, v. 3, n. 2, p. 131-136, 2011.

OLIVEIRA, E. M. et al. Reprodução de minhoca (*Eisenia foetida*) em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 146-150, 2008.

PASTORINI, L.H. et al. Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, 2002.

PEIXOTO, J. O. Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica. **Engenharia Sanitária**, v. 1, p. 15-18, 1981.

RAWLING, M. D. et al. Haemato-immunological and growth response of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed a tropical earthworm meal in experimental diets. **Fish & Shellfish Immunology**, Tokyo, v.32, n.6, p.1002-1007, 2012.

ROMERO, B. A. et al. Impact of lipid extraction on the dearomatisation of an *Eisenia foetida* protein powder. **Food Chemistry**. v. 119, p. 459-466, 2010.

ROTTA, M. A. et al. **Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larvas de tilápia.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45.

SCHIEDECK, G. et al. **Minhocultura: produção de húmus / 2. ed. rev. e ampl. –** Brasília, DF: Embrapa, 2014.56 p.:il. - (ABC da Agricultura Familiar, 38).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 235p.

SOGBESAN, A. O.; MADU, C. T. Evaluation of earthworm (*Hyperiodillus euryaulos*, Clausen, 1914; Oligocheata: Eudrilidae) meal as protein feedstuffs in diet for *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 (Teleostei, Clariidae) fingerlings under laboratory condition. **Research Journal of Environmental Sciences**, v. 2, n. 1, p. 23-31, 2008.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Departamento de solos. UFRGS, Porto Alegre. 1995.

TURRUELA, E. P. et al. **Características da farinha de minhoca para consumo animal e humano**. In: Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação da Embrapa Clima Temperado, 2006. Pelotas. Anais... Pelotas, 2006. 174 p.

VALENTE, B. S. et al. Proteína bruta da farinha de minhoca da espécie *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 9, n. 1, p.102-107, 2015.

VIEIRA, M. D. E. L. et al. Digestibilidade da farinha de minhoca para suínos. **Boletim de Indústria Animal**. v.61, n.1, p.83-89, 2004.

VIELMA-RONDÓN, R. et al. Valor nutritivo de la harina de lombric (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftaldehído OPA. **Ars Pharmaceutica**, v. 44, n.1, p. 43-58, 2003.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2010.