COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRASS DE MOSCA-SOLDADO-NEGRO (*Hermetia illucens)* ALIMENTADA COM RESÍDUOS DA TILAPICULTURA

Dayane Vitoria Silva Mello[1], Macllene Rodrigues Zeferino[1], Túlio Moraes Carvalho[1], Erivelton Oliveira de Souza[1], Marcelo Gomes de Araújo[2], Pedro Pierro Mendonça[1].

[1] Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Fazenda Caixa D'Água, no Distrito de Rive, em Alegre - ES, CEP 29500-000, daymellovitoria@gmail.com, macllener@hotmail.com, tuliomoraescarvalho@hotmail.com, velto3032@gmail.com, ppierrom@gmail.com.

[2] Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR-259 (Colatina-Baixo Guandu), Km 70, zona rural do distrito de Itapina, em Colatina, ES, CEP 29717-000, mgaquicultura@gmail.com.

Resumo

O aproveitamento de resíduos da tilapicultura por meio da criação de insetos pode contribuir para a valorização de materiais orgânicos e a produção de insumos agrícolas. O objetivo foi avaliar a composição química do FRASS produzido por larvas de *Hermetia illucens* submetidas a diferentes níveis de substituição da ração por resíduos de tilápia. O experimento foi conduzido durante 21 dias, com oito tratamentos contendo 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100% de resíduo de pescado, cinco unidades experimentais por tratamento, 100 g de substrato e 40 larvas por unidade. O FRASS foi analisado quanto aos teores de nitrogênio total, umidade e matéria mineral. O nitrogênio variou de 2,36 a 5,66%, com valores entre 25 e 75% de substituição. A umidade variou de 5,87 a 61,13%, aumentando conforme a participação do resíduo. Os maiores teores de matéria mineral ocorreram em 37,5 e 50%, com 8,49 e 7,67%, respectivamente. Os resultados demonstram que a proporção de resíduo influencia a composição do FRASS, evidenciando seu potencial como coproduto da bioconversão de resíduos da tilapicultura.

Palavras-chave: Bioconversão. fertilização orgânica. nitrogênio. resíduos agroindustriais. economia circular.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agroecologia

Introdução

A geração de resíduos associados às cadeias de produção animal constitui um desafio para sistemas agropecuários que buscam reduzir perdas de matéria e nutrientes. Na aquicultura, a valorização de coprodutos e resíduos pode ampliar a eficiência dos sistemas produtivos ao reinserir nutrientes em novos processos, aproximando a produção de princípios de circularidade (Yakti *et al.*, 2024).

Entre as alternativas de valorização de resíduos orgânicos, a criação da mosca-soldado-negra, *Hermetia illucens*, destaca-se pela capacidade larval de converter diferentes substratos em biomassa e material residual denominado FRASS. Esse material é constituído principalmente por excretas, resíduos do substrato e componentes associados ao desenvolvimento dos insetos, podendo apresentar nutrientes relevantes para a fertilização e para a atividade biológica do solo (Beesigamukama *et al.*, 2023; Schmitt; de Vries, 2020).

A composição do FRASS não é fixa e pode variar conforme a espécie do inseto, o substrato utilizado, as condições de criação e o processamento posterior. Estudos comparativos demonstram diferenças nos teores de nutrientes e nas características de estabilidade do material, reforçando a necessidade de avaliar o produto obtido sob diferentes condições de produção (Beesigamukama *et al.*, 2022; Praeg; Klammsteiner, 2024).

Nesse contexto, resíduos provenientes da produção de tilápias apresentam potencial para integração com a entomocultura, permitindo que parte dos nutrientes presentes nesses materiais seja incorporada à biomassa larval ou permaneça no FRASS. A integração entre aquicultura e criação de insetos pode, portanto, contribuir para estratégias de aproveitamento de resíduos e recuperação de nutrientes em sistemas produtivos (Yakti *et al.*, 2024).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química do FRASS produzido por *H. illucens* alimentada com diferentes proporções de resíduos provenientes da tilapicultura, considerando os teores de nitrogênio total, umidade e matéria mineral do material residual.

Metodologia

Os resíduos provenientes do processamento de tilápias foram previamente triturados, armazenados sob congelamento e posteriormente utilizados na formulação dos substratos experimentais. As larvas de *H. illucens* utilizadas no ensaio foram selecionadas para a montagem do experimento. Como fonte convencional de alimentação, foi utilizada ração composta por milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal, farelo de trigo e premix.

Foram estabelecidos oito tratamentos, correspondentes à substituição da ração por resíduos de pescado nas proporções de 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100%. Cada tratamento contou com cinco unidades experimentais, constituídas por recipientes de 500 mL contendo 100 g de substrato e 40 larvas. As unidades foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado e mantidas durante 21 dias, sob condições médias de 28 °C e 65% de umidade.

Após o período experimental, as larvas foram retiradas e o material residual de cada repetição foi acondicionado para secagem e posterior análise. O FRASS foi caracterizado quanto ao nitrogênio total, à umidade e à matéria mineral. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, seguindo procedimentos baseados na AOAC e a determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl adaptado de procedimentos da Embrapa.

Os resultados foram organizados por tratamento e comparados estatisticamente. As médias foram submetidas ao teste de Tukey, considerando o nível de significância indicado no experimento. A interpretação foi direcionada às alterações na composição do FRASS em função do aumento da participação dos resíduos de pescado no substrato.

Resultados

O FRASS apresentou diferenças entre os tratamentos para as três variáveis avaliadas. O nitrogênio total apresentou valores de 2,36 a 5,66%, enquanto a umidade variou de 5,87 a 61,13% e a matéria mineral de 4,22 a 8,49%. A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos.

Tabela 1 - Valores médios da composição química do FRASS de *Hermetia illucens* em diferentes níveis de substituição por resíduo de pescado.

Variável	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	100	CV (%)
NT (%)	2,36 b	3,02 b	5,12 a	5,28 a	5,64 a	5,66 a	5,17 a	3,19 b	10,67
UM (%)	5,87 d	8,81 d	46,03 c	49,21 bc	52,94 bc	61,00 a	56,28 ab	61,13 a	4,75
MM (%)	4,22 c	4,72 c	7,62 ab	8,49 a	7,67 a	6,46 abc	5,34 bc	4,85 c	10,68

NT: nitrogênio total; UM: umidade; MM: matéria mineral; CV: coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados do experimento.

Para nitrogênio total, os tratamentos de 25, 37,5, 50, 62,5 e 75% apresentaram os maiores valores, variando de 5,12 a 5,66%, enquanto os tratamentos de 0, 12,5 e 100% apresentaram valores inferiores, entre 2,36 e 3,19%. O maior valor foi registrado em 62,5% de substituição.

Em relação à umidade, observou-se aumento expressivo com a incorporação dos resíduos de pescado. O tratamento sem resíduo apresentou 5,87%, enquanto os tratamentos com 62,5 e 100% apresentaram 61,00 e 61,13%, respectivamente. Os valores intermediários acompanharam a tendência de aumento da umidade do substrato.

Para matéria mineral, o maior valor ocorreu em 37,5% de substituição, com 8,49%, seguido de 50%, com 7,67%. Os tratamentos de 25 e 62,5% apresentaram valores intermediários, enquanto os tratamentos de 0, 12,5 e 100% apresentaram valores menores.

Discussão

O aumento do nitrogênio total observado no FRASS nos tratamentos intermediários indica que a bioconversão realizada por *H. illucens* modificou a composição do material residual. No presente experimento, os teores passaram de 2,36% no tratamento sem resíduo para valores superiores a 5% entre 25 e 75% de substituição. Esse padrão é compatível com a literatura que demonstra que o FRASS pode concentrar nutrientes e apresentar potencial para uso como fertilizante orgânico, embora sua qualidade depende do substrato e das condições de criação (Beesigamukama *et al.*, 2022; Schmitt; de Vries, 2020).

A resposta do nitrogênio não foi linear até o tratamento de 100%. O valor de 3,19% observado no maior nível de substituição foi inferior aos valores dos tratamentos intermediários. Esse comportamento indica que a maior quantidade de resíduo de pescado no substrato não necessariamente resulta em maior concentração final de nitrogênio no FRASS. A transformação e a retenção de nutrientes dependem da interação entre composição do substrato, metabolismo larval, umidade e condições ambientais.

A umidade apresentou o padrão mais diretamente relacionado ao aumento da participação do resíduo de pescado. Os tratamentos com maiores proporções de resíduo apresentaram FRASS mais úmido, o que acompanha a característica do próprio substrato utilizado no experimento. A umidade é um fator importante na criação de *H. illucens* e pode modificar tanto o desempenho das larvas quanto às características do material residual. Nayak e Klüber (2025) destacam que densidade, umidade e escala de criação são fatores capazes de influenciar a produção e a qualidade dos resultados obtidos com a espécie.

Os resultados de matéria mineral também demonstraram influência da composição do substrato, com maiores valores nos tratamentos de 37,5 e 50%. A presença de matéria mineral no FRASS pode contribuir para seu potencial como insumo agrícola, mas a interpretação agronômica não deve considerar apenas esse parâmetro. A composição nutricional, a estabilidade, a maturidade e as características microbiológicas também precisam ser avaliadas antes de recomendar aplicações no solo (Praeg; Klammsteiner, 2024).

Beesigamukama *et al.* (2023) destacam que a entomocompostagem pode transformar resíduos orgânicos de baixo valor em produtos de maior valor agregado, incluindo fertilizantes derivados de insetos. No presente estudo, a utilização de resíduos da tilapicultura como componente do substrato resultou em FRASS com maior concentração de nitrogênio nos tratamentos intermediários, reforçando a possibilidade de recuperação de nutrientes ao integrar piscicultura e entomocultura.

Além da composição química, estudos recentes indicam que resíduos de insetos podem interagir com a microbiota do solo e participar da dinâmica de mineralização de nutrientes. Nurfikari *et al.* (2024) observaram decomposição rápida de resíduos de insetos e alterações em grupos microbianos do solo, enquanto Praeg e Klammsteiner (2024) demonstraram que características físico-químicas e microbiológicas do FRASS variam entre espécies e condições de processamento. Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho representam uma etapa de caracterização do coproduto e justificam investigações posteriores sobre sua eficiência agronômica.

A integração entre resíduos da tilapicultura e a produção de FRASS também apresenta interesse sob a perspectiva da economia circular. Yakti *et al.* (2024) demonstraram que a composição dos resíduos oriundos da produção de peixes pode influenciar os elementos posteriormente incorporados à biomassa de *H. illucens*. Portanto, a qualidade do produto final está relacionada não apenas à espécie de inseto, mas também à origem e à composição do material fornecido como substrato.

Conclusão

Os resultados demonstraram que a utilização de resíduos provenientes da tilapicultura como componente do substrato de *H. illucens* alterou a composição química do FRASS. Os tratamentos intermediários, entre 25 e 75% de substituição, apresentaram os maiores teores de nitrogênio total, com destaque para 62,5%, enquanto a umidade aumentou de forma acentuada com a elevação da participação dos resíduos de pescado. A matéria mineral apresentou maiores valores nos tratamentos de 37,5 e 50%.

Os resultados indicam potencial de valorização dos resíduos da tilapicultura por meio da entomocultura, especialmente pela recuperação de nitrogênio no material residual. Entretanto, a utilização do FRASS como fertilizante deve ser precedida por avaliações agronômicas e de segurança que considerem estabilidade, maturidade, composição microbiológica e resposta das plantas. A

caracterização obtida neste estudo constitui, portanto, uma base para futuras avaliações do uso do FRASS em sistemas de produção vegetal.

Referências

BEESIGAMUKAMA, D.; SUBRAMANIAN, S.; TANGA, C. M. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. **Scien. Rep.**, v. 12, 7182, 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-11336-z.

BEESIGAMUKAMA, D.; TANGA, C. M.; SUBRAMANIAN, S.; EKESI, S.; KELEMU, S. Waste to value: Global perspective on the impact of entomocomposting on environmental health, greenhouse gas mitigation and soil bioremediation. **Scien. of The Tot. Env.**, v. 902, 166067, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166067.

NAYAK, A.; KLÜBER, P. The hidden drivers: Unraveling the impact of density, moisture, and scale on *Hermetia illucens* rearing. **PLOS ONE**, v. 20, n. 1, e0317049, 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0317049.

NURFIKARI, A.; LEITE, M. F. A.; KURAMAE, E. E.; DE BOER, W. Microbial community dynamics during decomposition of insect exuviae and frass in soil. **Soi. Biol. and Bioch.**, v. 194, 109426, 2024. DOI: 10.1016/j.soilbio.2024.109426.

PRAEG, N.; KLAMMSTEINER, T. Primary study on frass fertilizers from mass-reared insects: Species variation, heat treatment effects, and implications for soil application at laboratory scale. **Jour. of Env. Manag.**, v. 356, 120622, 2024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.120622.

SCHMITT, E.; DE VRIES, W. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. **Cur. Opin. in Gre. and Sust. Chem.**, v. 25, 100335, 2020. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.03.005.

YAKTI, W.; SHAW, C.; MÜLLER, M.; MEWIS, I.; KLOAS, W.; ULRICHS, C. Tracing the journey of elements from fish feed to Nile tilapia faeces to black soldier fly larvae: a comparative approach. **Front. in Sust. Food Syst.**, v. 8, 1298885, 2024. DOI: 10.3389/fsufs.2024.1298885.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio institucional e infraestrutura concedidos ao Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais para a execução desta pesquisa.