

PERSPECTIVAS PARA ADOÇÃO DE FERTILIZANTES DE EXCREMENTOS DE INSETOS POR PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES EM MOÇAMBIQUE: PRINCIPAIS BARREIRAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

PROSPECTS FOR THE ADOPTION OF FRASS FERTILIZERS BY SMALL AND MEDIUM PRODUCERS IN MOZAMBIQUE: MAIN BARRIERS AND POSSIBLE SOLUTIONS.

Efraime da Graça Armando Gobeia

Bolsista Capes, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Agricultura da Escola Superior de Negócios e Empreendedorismo da Universidade Eduardo Mondlane (UEM). E-mail: egobeia@gmail.com

Paulo Dabdab Waquil

Professor dos Programas de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural e em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: waquil@ufrgs.br

Edson Talamini

Professor dos Programas de Pós-graduação em Economia e Agronegócios na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Economia e Relações Internacionais. Grupo de pesquisa em Bioeconomia. Email: edson.talamini@ufrgs.br

Grupo de Trabalho (GT): GT04. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade.

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de identificar oportunidades, desafios e soluções para adoção de fertilizantes de excrementos de insetos pelos pequenos e médios produtores de Moçambique. Para tal, foram entrevistadas cerca de 15 partes interessadas na matéria nas províncias de Maputo e Gaza e os seus dados foram processados a partir da técnica de análise hierárquica do processo (AHP). Nos resultados, um total de 10 desafios e 12 soluções técnico, político institucional, econômica e social foram indicadas. Entre os desafios despontam a inexistência de estudos de campo e de viabilidade econômica destes fertilizantes no país. Mas também a ambiguidade da lei de fertilizantes e a resistência social a inovações por parte dos pequenos produtores. Como soluções foram apontadas a necessidade de realização de mais pesquisas de campo, a capacitação dos pequenos produtores a partir dos serviços de extensão rural e o financiamento a atividade agrícola.

Palavras-chaves: Fertilizantes orgânicos, larvas de insetos, Agricultura de pequena escala.

Abstract

This study aims to identify opportunities, challenges and solutions for the adoption of frass fertilizers by small and medium-sized producers in Mozambique. Approximately 15 stakeholders in the Maputo and Gaza provinces were interviewed and their data were processed using the hierarchical process analysis (HPA) technique. The results indicated a total of 10 challenges and 12 technical, political, institutional, economic and social solutions. Among the challenges, the lack of field studies and economic feasibility studies of these fertilizers in the country stands out, as well as the ambiguity of the fertilizer law and social resistance to innovations on the part of small producers. The solutions identified were the need to conduct more field research, train small producers through rural extension services, and finance agricultural activities.

Keywords: Organic fertilizers, insect larvae, small-scale agriculture.

1. Introdução

Os excrementos de insetos são uma mistura de fezes de insetos, exúvias, fragmentos de exoesqueleto, restos do material da dieta e, quando não tratada, uma comunidade diversificada de microrganismos (Schmitt; de Vries, 2020). A aplicação de excrementos de insetos pode aumentar a fertilidade do solo, a absorção de nutrientes pelas culturas, a atividade microbiana,

melhorar a germinação das sementes, a resistência das plantas ao estresse (Beesigamukama; Subramanian; Tanga, 2022) (Poveda, 2021) devido à presença de quitina e melhorar a produção de biomassa das culturas (Beesigamukama; Subramanian; Tanga, 2022) (Menino, M. *et al.*, 2021) (Poveda, 2021) em comparação com fontes de fertilizantes comerciais e orgânicos (Houben *et al.*, 2020) (Carroll; Fitzpatrick; Hodge, 2023) (Beesigamukama *et al.*, 2020b). Em comparação com os fertilizantes minerais sintéticos, o excremento de insetos pode estimular respostas defensivas naturais nas plantas, reduzindo a dependência de pesticidas convencionais (Ray *et al.*, 2016). No entanto, a maioria desses resultados positivos foi obtida a partir de testes realizados em condições controladas, ressaltando a necessidade de pesquisas de campo (Ashworth *et al.*, 2025). Paralelamente é necessário mencionar que alguns estudos têm estado a encontrar alguns resultados controversos resultantes da aplicação destes fertilizantes sobre as plantas. Doravante, o uso de excremento de insetos pode aliviar a dependência de fertilizantes sintéticos à base de combustíveis fósseis, oferecendo assim uma oportunidade de maior retorno sobre o investimento para os criadores de insetos e expansão da agricultura orgânica e de baixo insumo (Ashworth *et al.*, 2025).

Moçambique é um país africano, cuja atividade agrícola é majoritariamente praticada por pequenos e médios produtores caracterizando-se por um uso limitado de insumos agrícolas. Dentre os insumos de produção, os fertilizantes inorgânicos são pouco usados, envolvendo quase sempre menos de 5% dos pequenos e médios produtores nacionais ao longo dos anos (Feijó, 2020). A inexistência de uma indústria doméstica que produza fertilizantes, aliado ao preço alto de fertilizantes no país são apontadas como algumas das causas desta baixa acessibilidade a fertilizantes (African Center for Biodiversity, 2019).

Esta deficiência, aliada a outras, faz com que a agricultura produza abaixo do seu potencial produtivo com baixos níveis de produtividade (Aiuba, 2023). Isso traduz sua limitada capacidade de contribuir positivamente para o alívio da pobreza, insegurança alimentar, desnutrição entre outros problemas (Aiuba, 2023). Por via disso, todo aumento do uso de fertilizantes, complementado com outras medidas podem contribuir para o crescimento rápido e sustentável da produtividade agrícola de Moçambique (Zavale *et al.*, 2020) e consequente aumento da segurança alimentar. Nesse contexto os fertilizantes de excrementos de insetos, apesar de ainda carecerem de mais estudos de demonstração de sua eficiência principalmente em campo, podem constituir uma alternativa ecológica e sustentável para sistemas de produção agrícola de baixo uso de insumos como a de Moçambique.

Doravante, em Moçambique existe ainda de forma geral, um déficit de informações para uma eventual adoção deste tipo de fertilizantes por parte dos pequenos e médios produtores agrícolas. Não existem pesquisas que avaliem a perspectiva do setor agrícola sobre uma eventual adoção e implementação deste tipo de fertilizantes orgânicos para a agricultura do país que carece de insumos agrícolas. Por via disso, este trabalho pretende contribuir para o preenchimento dessa lacuna. ***Assim, este artigo tem o objetivo de discutir as principais oportunidades, desafios e possíveis soluções para a adoção deste tipo de fertilizantes de excrementos de insetos em Moçambique.***

2. Método

Esta pesquisa iniciou com a busca de literatura sobre os excrementos de insetos e do método de Análise Hierárquica do Processo (AHP), uma vez que este é um método que avalia o julgamento de especialistas e a contribuição das partes interessadas em determinado tema (Solaimanian, 2025). Para a coleta de dados foi elaborado um guia para entrevistas com o seu respectivo roteiro procurando sempre captar as oportunidades, os desafios e soluções para a adoção dos fertilizantes de excrementos de insetos pelos pequenos agricultores de Moçambique. Para o caso vertente desta pesquisa as partes interessadas inqueridas foram

representantes de sectores agrícolas de Moçambique com conhecimento sobre insetos e fertilização orgânica. A posterior e cumpridas as formalidades de pedido de realização de entrevistas com estas, foram marcados encontros e reuniões. De referir que o questionário e metodologia desenhados foram adaptadas dos trabalhos de Raman *et al* (2022) e de Madhukar *et al* (2025). As entrevistas foram todas realizadas de forma presencial em Moçambique. A análise de dados consistiu na categorização das oportunidades e na sistematização do processo de hierárquica analítica dos julgamentos dos especialistas selecionados.

2.1. Entrevistas

A seleção de partes interessadas que participaram da pesquisa foi feita de forma mais criteriosa possível tendo sido selecionados apenas partes com mínimo de 3 anos de experiência em matérias de insetos e fertilização orgânica. Assim, o painel foi composto por uma diversidade de intervenientes (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de entrevistados

Item	Profissionais entrevistados	Quantidade
1	Professores universitários	3
2	Agrônomos do Instituto de Investigação Agronómica	2
3	Agrônomos do Ministério de Agricultura	2
4	Extensionistas do Ministério de Agricultura	3
5	Produtores agrícolas orgânicos	2
6	Comerciantes e produtores de produtos orgânicos	2
7	Gestores de resíduos	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Não foram incluídos outros mais intervenientes do setor agrícola de Moçambique e nem o público em geral, dado o facto de se tratar de um tema relativamente recente e desconhecido da maioria.

Antes do início das entrevistas as partes interessadas, foram sempre apresentadas e descritas o objetivo e propósito da realização da pesquisa, garantindo-lhes sempre confidencialidade e segurança no que toca as informações por eles prestadas e sua divulgação. A posterior foi sempre obtido o consentimento por parte destes para sua participação. Assim foram inqueridos um total de 15 indivíduos. Todas as entrevistas aconteceram entre janeiro e fevereiro de 2025, sendo que 12 foram na província e cidade de Maputo e as restantes na província de Gaza. A duração das entrevistas foi de 60 a 120 minutos.

2.2. Processamento de dados

2.2.1. Processo de Hierarquia Analítica (AHP)

Após a realização das entrevistas e consequente sistematização dos dados coletados, 10 especialistas foram novamente contactados para responderem e estabelecerem comparações sobre os desafios e soluções para adoção dos fertilizantes de excrementos de insetos. Neste grupo constaram 3 professores universitários, 2 agrônomos do Instituto de Investigação Agronômica, 2 agrônomos do Ministério de Agricultura, e 3 extensionistas de campo. Segundo Ghimire e Kim (2018), esse tamanho de amostra é adequado, uma vez que os pesquisadores ainda não conseguem chegar a um acordo sobre um número fixo de entrevistados necessários para justificar a confiabilidade dos resultados obtidos na pesquisa sobre a Análise do Processo Hierárquico.

Para tal foram seguidas as etapas do método de Análise Hierárquica do Processo:

Etapa 1. Criação de uma estrutura hierárquica. Essa estrutura foi criada, tendo como objetivo ou foco principal a adoção de fertilizantes de excrementos de insetos e seus critérios formados por desafios e soluções técnicas, político-institucionais, econômicas e sociais ou culturais.

Etapa 2: Após o estabelecimento da estrutura hierárquica, todos os elementos são comparados em pares para construir uma matriz de julgamento, (Raman *et al.*, 2022) (Chen; Dai, 2021) (Tavana; Soltanifar; Santos-Arteaga, 2021), a partir da escala de Saaty (Tabela 2). (Solaimanian, 2025).

Tabela 2. Escala de Saaty para comparações em pares

Importância	Descrição
1	Igual importância
3	Fraca importância de um sobre outro
5	Forte importância de um sobre o outro
7	Importância muito forte de um sobre o outro
9	Extrema importância de um sobre o outro
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes

Fonte: Saaty (1989)

Os especialistas foram convidados nesta etapa a estabelecer comparações entre os desafios e soluções por todos apontados a partir da escala de Saaty para expressar seus pensamentos e julgamentos com relação a importância de cada um dos itens.

Etapa 3: Cálculo dos pesos – Inicialmente e para obter consenso no julgamento por pares (quando mais de um respondente está envolvido) é necessário realizar o cálculo da média geométrica dos pesos obtidos (Ishizaka; Nemery, 2013). Para tal e no caso da presente pesquisa esta média foi encontrada a partir da equação (1) tal como feito por Raman *et al.*, (2022) e sendo que nesta pesquisa 10 especialistas estiverem envolvidos na análise.

$$P_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{ij}}, \text{ onde:} \quad (\text{equação 1})$$

a_{ij} – valor atribuído pelo julgador k para comparação entre os critérios i e j.

P_j – Julgamento em pares

n – número de elementos

$\prod$ - Produto

Em seguida foram calculadas as prioridades de cada um dos desafios e soluções para adoção destes fertilizantes de excrementos de insetos em Moçambique consoante a matriz de julgamento dos especialistas. As prioridades mostram a importância relativa dos elementos dentro de sua faixa de categoria e no elemento no nível acima de sua faixa (Saaty, 1979). Assim, a matriz utilizada para obtenção dos pesos prioritários conforme julgamento dos especialistas seguiu a seguinte fórmula:

	Matriz				Vetor	Resultado Normalizado
	A1	A2	A3	A4		
A1	W1/W1	W1/W2	W1/W3	W1/W4	$\sqrt[4]{\frac{W1}{W1} \times \frac{W1}{W2} \times \frac{W1}{W3} \times \frac{W1}{W4}} = a$	
A2	W2/W1	W2/W2	W2/W3	W2/W4	$\sqrt[4]{\frac{W2}{W1} \times \frac{W2}{W2} \times \frac{W2}{W3} \times \frac{W2}{W4}} = b$	
A3	W3/W1	W3/W2	W3/W3	W3/W4	$\sqrt[4]{\frac{W3}{W1} \times \frac{W3}{W2} \times \frac{W3}{W3} \times \frac{W3}{W4}} = c$	
A4	W4/W1	W4/W2	W4/W3	W4/W4	$\sqrt[4]{\frac{W4}{W1} \times \frac{W4}{W2} \times \frac{W4}{W3} \times \frac{W4}{W4}} = d$	
						Total

Fonte: Saaty (1989)

Legenda:

A – Representa os elementos comparados:

W – Representa a divisão da escala de nove pontos atribuída

a – d – São valores do produto raiz

X – é o peso prioritário

Passo 4. Verificação da consistência da matriz: Quando há vários fatores de influência no mesmo nível, é mais provável que a matriz de julgamento seja inconsistente. Portanto, é introduzido o índice de consistência-IC. Para o caso da pesquisa esse índice de consistência foi calculado a partir da expressão abaixo (Saaty, 1979) (Tavana; Soltanifar; Santos-Arteaga, 2021) (Chen; Dai, 2021):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$$

Onde: λ_{Max} é o valor característico máximo da matriz de julgamento e k é a ordem da matriz de julgamento. Um alto índice de consistência indica a presença de inconsistências no julgamento, potencialmente indicando a necessidade de reavaliação dessas comparações.

O CR (Razão de Consistência) pode ser usado para verificação de consistência e sua expressão é (Raman *et al.*, 2022):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

O RI (Índice Aleatório) pode ser selecionado de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Valores de Índice Aleatório

Tamanho da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatório (RI)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.35	1.46	1.51	1.56

Fonte: (Chen; Dai, 2021)

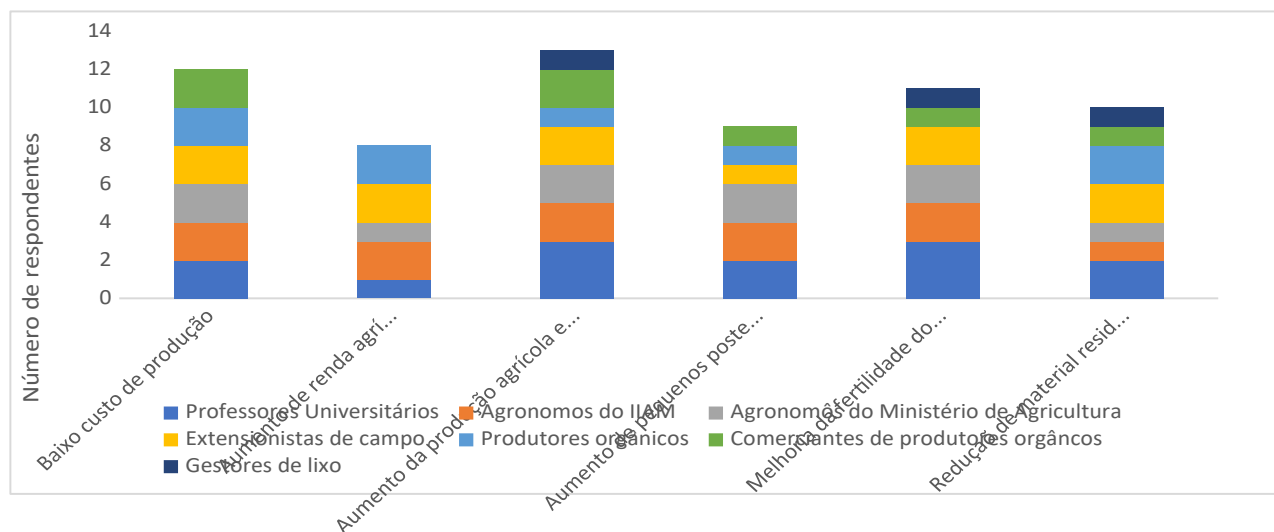
Se o *CR* (Razão de Consistência) for inferior a 0,1, pode-se considerar que a matriz de julgamento atende aos requisitos de consistência (Chen; Dai, 2021) (Raman *et al.*, 2022). Para o caso vertente desta pesquisa foram calculados os índices de consistência para cada uma das matrizes usando as fórmulas descritas acima consoante cada matriz de comparação de julgamentos.

3. Resultados

3.1 Oportunidades na adoção de fertilizantes de excrementos de insetos em Moçambique

Quase todos os entrevistados, mencionaram o aumento de produção e produtividade agrícola em algumas culturas alimentares e consequente aumento de alguma segurança alimentar como grande oportunidade desde que coadjuvada com outras medidas. Também mencionaram que se pode reduzir em certa medida o custo de produção de culturas alimentares, tendo em conta que em Moçambique os fertilizantes sintéticos apresentam um custo de aquisição elevado principalmente nos últimos anos. Por outro lado, ao se capacitarem os produtores e ou outros intervenientes para a criação destas larvas de insetos e produção destes fertilizantes de excrementos pode-se fomentar a criação de mais alguns postos de emprego, principalmente para as mulheres que são a maioria dos pequenos e médios produtores agrícolas em Moçambique. Defenderam os entrevistados. As restantes oportunidade encontram-se descritas no gráfico 1.

Gráfico 1. Oportunidades geradas com fertilizantes de excrementos de insetos em Moçambique



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2 Desafios e possíveis soluções para adoção de fertilizantes de excrementos de insetos em Moçambique

3.2.1. Desafios e soluções técnicas

Na vertente dos desafios técnicos, “a existência de poucos estudos que comprovem a eficácia agrônômica dos fertilizantes de excrementos de insetos como fertilizante em campo” foi considerada como sendo a mais desafiadora com cerca de 67,05%. Os entrevistados realçaram que ainda carecem de mais estudos, os aspectos de maturidade, estabilidade, fitotoxicidade, dosagem dos fertilizantes de excrementos principalmente de outras espécies de insetos diferentes da *Hermetia illucens* (mosca-do soldado negro). Acrescido a isso, foi realçado que existem diferenças agroecológicas nas 3 regiões do país, nomeadamente o sul, centro e norte, e isto pode influenciar o desempenho deste fertilizante.

“As dificuldades dos serviços de extensão rural de Moçambique para acompanhamento dos pequenos e médios produtores na produção deste fertilizante”, foram consideradas como 2º maior desafio técnico com cerca de 18,01%. “A complexidade do processo de produção do fertilizante de excremento de inseto com base em larvas de insetos foi o 3º item mais desafiador com cerca de 14,94%. Nesse âmbito foi destacada a provável dificuldade da constância no fornecimento de substratos residuais adequados aos insetos e a “mecânica” para o funcionamento do sistema.

Por via disso e como possíveis soluções, os entrevistados mencionaram que “a realização de mais pesquisas de campo a céu aberto e em Moçambique para comprovação da eficiência agrônômica dos fertilizantes de excrementos de insetos” é prioritária, daí ter tido um peso de cerca de 44,63%.

Seguidamente, propuseram também que após a demonstração da eficiência agrônômica destes fertilizantes em campo, “a realização de campos de demonstração de resultados (CDRs) nas áreas de produção dos produtores agrícolas para testagem destes fertilizantes” constitui a 2ª possível solução técnica com cerca de 22,45%. Um dos inqueridos do IIAM, deu exemplo da introdução do Guano (excreta de morcegos rica em nutrientes e usada para fertilização) na região sul do país cujo proponente teve de realizar “escolas na machamba do camponês”. Nessas “escolas”, eles realizaram experimentos práticos nos campos de produção dos pequenos produtores para demonstração da eficiência “nova tecnologia”. Assim, sugeriram este procedimento com relação aos excrementos de insetos.

A posterior, a “necessidade de análise do risco de implementação dessa tecnologia com base em larvas de insetos” teve um peso de 20,92%. A razão de consistência (CR) para os desafios e soluções técnicas foi de 0,064. A tabela 4 resume os julgamentos dos desafios e soluções técnicas propostas.

Tabela 4. Desafios e soluções técnicas

Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)	Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)

Desafios técnicos	A existência de poucos estudos científicos que comprovem eficácia agrônômica do excremento de insetos em campo como fertilizante para produção	67,05	Soluções técnicas	Treinamentos aos produtores sobre o processo de produção de fertilizantes de excrementos a partir de larvas de insetos	11,99
	A complexidade do processo de produção do fertilizante de excremento de insetos com base nas larvas de insetos	14,94		Realização de pesquisas de campo em ambiente aberto para testagem da eficiência e capacidade dos fertilizantes de excrementos de insetos	44,63
	Dificuldades dos serviços de extensão rural em Moçambique para assistência aos produtores	18,01		Realização de campos de demonstração de resultados nos campos de produção dos produtores agrícolas para testagem dos fertilizantes de excrementos de insetos	22,45
				Necessidade de análises de risco da implementação de tecnologias com base em larvas de insetos	20,92

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2.2. Desafios e soluções político institucionais

Em termos político-institucionais, os entrevistados pontuaram que o facto de o ``decreto 27/2004 de regulamento de gestão de fertilizantes de Moçambique não incluir fezes de insetos como fertilizante`` constitui o aspecto mais desafiador para implementação destes como fertilizantes com um peso de 46,91%. A ``inexistência de leis e estratégias de incentivo a fertilização orgânica com base em excrementos de insetos`` foi pontuada como o 2º aspecto mais desafiador com cerca de 43,95%. Como solução o ``desenho de políticas públicas que liberem o uso de excrementos de fertilizantes`` teve uma prioridade de 55,28%. Para tal o produto deve ser devidamente licenciado pôs realização de todos os ensaios de demonstração de eficiência agrônômica em campo e testes de segurança ambiental junto dos órgãos responsáveis dos Ministérios de Agricultura, Ambiente e Saúde, como preconiza a lei.

“A necessidade de remoção do etarismo e burocracia nas políticas públicas de crédito para apoio a atividade agrícola” teve um peso de 27,82% (Tabela 5). A razão de consistência para os desafios e soluções político institucionais foi de 0,1.

Tabela 5. Desafios e soluções político institucionais

Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)	Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)
Desafios político institucionais	O decreto 27/2024 de regulamento de gestão de fertilizantes não inclui substrato residual como fertilizante	46,91	Soluções político institucionais	Desenho e implementação de políticas públicas que liberem o uso deste tipo de fertilizantes orgânicos	55,28%
	Ao nível da SADC está se criando mecanismos para harmonização de pesticidas biológicos e é necessário para fertilizantes	9,14		Remover o etarismo e burocracia nas políticas públicas de crédito para apoio a atividade agrícola	27,82%
	Inexistência de Leis ou estratégias de incentivo a fertilização orgânica com base em excrementos de insetos	43,95		Promover o aprimoramento da lei de biofertilizantes e fertilizantes orgânicos (decreto 13/2009)	16,9

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2.3. Desafios e soluções econômicas

“A necessidade de realização de estudos de viabilidade econômica dos fertilizantes de excrementos de insetos” foi apontada como o aspecto mais desafiador na vertente econômica com cerca de 66,32%. “A preocupação com os custos para instalação dos sistemas de produção de fertilizantes de excrementos de insetos” foi considerada como o 2º desafio mais premente com cerca de 33,68%. Os inqueridos realçaram que para a adesão a uma “nova tecnologia” pelos pequenos e médios produtores agrícolas, é fundamental que tal tecnologia não represente custo adicional aos “modus de produção” ou que seja financiada. Caso contrário a adesão pode fracassar. Como soluções, “o financiamento a pesquisas para estudos de viabilidade econômica dos excrementos de insetos como fertilizante” foi a mais importante com cerca de 66,30%.

Seguidamente, ``as estratégias de financiamento inicial aos produtores agrícolas para instalação de sistemas de produção de fertilizantes de excrementos de insetos`` teve um peso de 18,58% e por fim, ``o financiamento a formação, treinamento e capacitação de serviços de extensão rural em matérias de produção de fertilizantes de excrementos de insetos`` teve um peso de 15,12% (tabela6). Sobre esta última solução foi destacada a necessidade de criação de mais laboratórios de análise de solos e sua distribuição nas regiões centro e norte do país, pois dos poucos que existem, a maior parte estão concentrados na capital Maputo. A matriz dos desafios e soluções econômicas teve uma razão de consistência de 0,03.

Tabela 6. Desafios e soluções econômicas

Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)	Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)
Desafios econômicos	Necessidade de realização de estudos de viabilidade econômica dos fertilizantes de excrementos de insetos	66,32	Soluções econômicas	Financiamento a pesquisas para estudos da eficiência dos excrementos de insetos como fertilizantes	66,3
	Preocupação com os custos para instalação dos sistemas de produção de fertilizantes de excrementos de insetos	33,68		Estratégias de Financiamento inicial aos produtores agrícolas para instalação de sistemas de produção de fertilizantes de excrementos de insetos	18,58
				Financiamento a Formação, treinamento e capacitação dos serviços de extensão rural em matérias de produção dos fertilizantes de excrementos de insetos	15,12

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2.4. Desafios e soluções sociais e culturais

``A questão da resistência dos agricultores em adotar os fertilizantes de excrementos de insetos`` foi considerada pelos entrevistados como sendo a mais desafiadora com 72,58% (Tabela 7). Os entrevistados mencionaram que a maioria destes pequenos e médios produtores agrícolas normalmente tem práticas tradicionais de cultivo, algumas até geracionais (existindo

excepções obviamente). Seguidamente foram propostas outros desafios e soluções (tabela 4). Esta matriz teve uma razão de consistência de zero.

Tabela 7. Desafios e soluções culturais

Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)	Tema	Sub-tema	Peso prioritário (%)
Desafios sociais e culturais	A questão da resistência dos agricultores em adotar estes fertilizantes de excrementos de insetos	72,58	Soluções sociais e culturais	Organização de programas públicos de sensibilização aos agricultores em geral sobre produções com base em excrementos de insetos	44,1
	A questão de práticas culturais desses agricultores	27,42		Campanhas de apoio governamental a população sobre consciencialização de uso de de fertilizante excrementos de insetos	55,9

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.3 Discussão

A maioria dos especialistas destacou o aumento de produção agrícola, produtividade e segurança alimentar a partir do uso de excrementos de larvas de insetos para os pequenos e médios produtores como maior oportunidade na exploração destes excrementos de insetos para Moçambique olhando principalmente para culturas de subsistência familiar. De facto, várias pesquisas recentes têm estado a mostrar benefícios destes fertilizantes com maior destaque para os excrementos das larvas de mosca do soldado negro (*Hermetia illucens*) de farinha (*Tenebrio molitor*) em culturas alimentares. Por exemplo, os trabalhos de Shuang *et al* (2021), Augstiyani *et al* (2021), Romano e Islam (2023), Chirere *et al* (2021), Borkent e Hodge (2021), Quilliam *et al* (2020), Anyega *et al* (2021), Wu *et al* (2020), Tanga *et al* (2022), encontraram efeitos positivos dos fertilizantes de excrementos da larva de *Hermetia illucens* nas culturas de Pak Shoi, Couve, Acelga, ervas aromáticas, legumes, Vegetais, Feijão francês, Tomate, Arroz e Milho. Igualmente existem estudos que retratam efeitos positivos com excremento de larvas de farinha (*Tenebrio molitor* L.), em Cevada (Houben *et al.*, 2020) e Azevém (Houben; Daoulas; Dulaurent, 2021), entre outra culturas.

No entanto, esta é uma oportunidade que ainda deve ser interpretada com alguma moderação. Isto sucede primeiro porque na maioria das pesquisas realizadas os excrementos de

larvas das espécies de insetos mais proeminentes até o momento são as da mosca do soldado negro (*hermtia ullucens*) e as larvas de farinha (*Tenebrio Molitor L*). Elas tem se mostrado como sendo as mais promissoras na melhoria da fertilidade do solo, rendimento e qualidade nutricional de diferentes culturas (Beesigamukama *et al.*, 2020a) (Anyega *et al.*, 2021) (Beesigamukama *et al.*, 2021) (Poveda *et al.*, 2019) (Gärttling; Kirchner; Schulz, 2020). Outros excrementos de larvas de outras espécies carecem ainda de mais pesquisa. São exemplos o grilo de duas manchas (*Gryllus bimaculatus* De Geer), a mariposa-da-seda (*Bombyx mori* L.), a lagarta saturnídea comestível (*Gonimbrasia krucki* Nudaurelia), o gafanhoto do deserto (*Schistocerca gregaria* Forsskal), o besouro da fruta africana (*Pachnoda sinuata* L.) e o besouro rinoceronte (*Oryctes rhinoceros* L.) entre outras. Apesar de por exemplo Beesigamukama *et al* (2022) ter concluído que algumas delas tem potencial de fertilização, são ainda muito escassos outros mais estudos que demonstrem tais resultados favoráveis.

Doravante, mesmo as pesquisas apresentadas sobre os excrementos de larvas destas duas espécies mais promissoras, nomeadamente a *H. illucens* e o *T. Molitor*, nem todas tem mostrado efeito positivo no aumento da produção e produtividade agrícola. Por exemplo, Chiam *et al* (2021) encontrou que a alface tratada com excrementos da larva de *Hermetia illucens* não cresceu bem na primeira fase. Esteves *et al*, (2022) descreveu que combinações de fertilizantes de excrementos da larva de *hermetia illucens* promoveram rendimentos menores do alface em comparação com fertilizantes minerais. Gebremikael *et al* (2022) em seu experimento (com larvas da mosca do soldado negro) encontrou que a maioria dos excrementos de insetos aplicados parece não ter tido efeito positivo ou negativo significativo no crescimento vegetativo do Milho (*Zea mays*). Por via disso é preciso interpretar com alguma moderação os resultados positivos dos excrementos descritos na literatura e no caso de serem implementados em Moçambique deve-se fazer a partir de resultados práticos de experimentos e ensaios realizados no país com todas as devidas especificações para cada cultura.

Sobre a oportunidade de redução dos custos de produção dependendo da quantidade de fertilizante de excremento produzido, também ainda são muito escassas as pesquisas principalmente em África, que investigaram o impacto econômico destes fertilizantes, e dos poucos que existem a maioria estudou apenas a espécie *Hermetia illucens*. Beesigamukama (2022) estudou o valor econômico e ecológico do fertilizante de excremento deste inseto no Quênia, um país da África Subsaariana. Concluiu que qualquer estratégia para melhorar a lucratividade da agricultura tradicional usando larvas da mosca de soldado negro para produção de fertilizantes, deve sempre considerar a disponibilidade de substrato para criação a um custo que seja baixo e acessível (Beesigamukama *et al.*, 2022). Nessa pesquisa em concreto, a renda do agricultor foi sempre maior quando o substrato esteve disponível na fazenda, isto é, quando o agricultor não incorreu em custos de transporte do substrato residual. Isto sucedeu, pois o transporte dos substratos representou nesse sistema, cerca de 80-90% dos custos de produção usando fertilizantes de excrementos de insetos.

Outra pesquisa sobre o impacto econômico de fertilizantes da mosca do soldado negro foi realizada por Tanga *et al* (2022) na cultura do milho no Quênia (África). Eles, concluíram que a renda líquida gerada pela comercialização do milho cultivado usando uma combinação de fertilizantes da mosca do soldado negro e NPK foi 2, 163 e 173% maior do que aquelas alcançadas usando NPK único, mistura de BSG (composto convencional de grãos usados de cerveja) e NPK e fertilizantes de excrementos da mosca do soldado negro respectivamente (Tanga *et al.*, 2022). Nessa pesquisa, eles sugeriram que desenvolver e promover o fertilizante de excrementos de insetos da mosca do soldado negro sozinha ou em integração com o NPK pode melhorar a segurança alimentar e os meios de subsistência dos pequenos agricultores, ao mesmo tempo em que salvaguarda o ambiente (Tanga *et al.*, 2022). Doravante e como referido acima, são ainda são muito poucas as pesquisas sobre o valor econômico dos fertilizantes de

excrementos de insetos, carecendo assim o tópico de mais pesquisas. Assim são vários os desafios que ainda se impõem para o pleno uso destes fertilizantes na sua plenitude em Moçambique e não só.

Sobre o desafio técnico “da existência de poucos estudos que comprovem a eficácia agronômica dos fertilizantes de excrementos de insetos em campo”, ele é factual. Os entrevistados mencionaram que em Moçambique até aquele momento não existiam pesquisas científicas realizadas em campo e/ou laboratório, que demonstrassem a composição química e a eficácia agronômica dos fertilizantes de excrementos de larvas de insetos sobre as culturas alimentares. Paralelamente e em nível Internacional, a maior parte das pesquisas sobre os fertilizantes de excrementos de insetos foram realizadas em condições controladas de estufa ou vaso e maioritariamente sobre as espécies de insetos *Hermetia illucens* e *Tenebrio molitor*. Manan *et al* (2024) em sua pesquisa, deu vários exemplos de estudos realizados nessas condições retratando efeitos positivos dos fertilizantes de excrementos de insetos. Embora esses resultados sejam encorajadores, a prova conclusiva, que é específica para as condições que caracterizam as situações experimentais, só pode ser dada à luz dos resultados do teste de campo (Menino, R. et al., 2021). Ensaio dessa natureza ainda são escassos (embora existam alguns) e ainda não permitem extrapolações abusivas, mas constituem as informações mais valiosas sobre o potencial fertilizante destes fertilizantes (Menino, R. et al., 2021). Por isso e sequencialmente, os nossos entrevistados colocaram como solução prioritária para os desafios técnicos “a realização de mais pesquisas de campo a céu aberto e em Moçambique para testagem da eficiência agronômica dos fertilizantes de excrementos de insetos”. Ademais o decreto 27/2024 sobre gestão de fertilizantes em Moçambique, no seu artigo 14, determina que para introdução de qualquer fertilizante em Moçambique, este deve primeiro ser submetido a ensaios laboratoriais e de campo no país (ou em outro local com condições agroecológicas idênticas). Em segundo, o fertilizante deve passar por ensaios de eficácia e segurança em culturas com mínimo de duas épocas e em diferentes locais do país. Assim, mesmo que grande número de pesquisas esteja apontando efeitos positivos dos excrementos de insetos na fertilização, para sua introdução na agricultura em Moçambique, os ensaios de campo deverão sempre ser realizados.

Sobre “a complexidade do processo de produção do fertilizante de excremento de insetos com base nas larvas de insetos” ela varia, pois estes podem ser criados em escala doméstica ou industrial. Na escala doméstica por exemplo, para criação de um sistema para mosca do soldado negro, existem duas partes principais do sistema, o larvero, que é o local onde as larvas crescem, e a casa das moscas onde as moscas adultas viverão e se reproduzirão (da Silva; Hesselberg, 2020). O passo inicial é adquirir ovos da mosca, que podem ser obtidos no mercado ou capturados na natureza da maioria das regiões tropicais (da Silva; Hesselberg, 2020). Para capturar ovos na natureza, uma “armadilha para ovos” pode ser montada, sendo que ela consiste em uma caixa de criação (caixa de plástico), fonte de alimento (vegetais, frutas, esterco ou outra matéria orgânica), uma tela de nylon e pedaços de papelão ondulado (da Silva; Hesselberg, 2020). Sistemas idênticos a este foram montados em Belém e na região Amazônica no Brasil (Filho; Poli, 2018) e podem ser replicados em Moçambique. Na escala industrial maior investimento é requerido. Outro senão, é que Moçambique não possui norma para separação de resíduos orgânicos dos não orgânicos. Assim este também será outro desafio para produção destes fertilizantes.

Daí que soluções como “Treinamentos aos produtores sobre o processo de produção de fertilizantes de excrementos a partir de larvas de insetos” e a “realização de campos de demonstração de resultados nos campos de produção dos produtores agrícolas para testagem dos fertilizantes de excrementos de insetos”, serão sempre fundamentais. Isto porque os serviços de extensão devidamente treinados e capacitados farão a assistência técnica a esses produtores para produção destes fertilizantes.

Nos desafios político institucionais foi apontado que o “decreto 27/2004 de regulamento de gestão de fertilizantes de Moçambique não inclui fezes de insetos como fertilizante”. De facto, a introdução de excrementos de insetos na agricultura em Moçambique requer legislação específica e ausência de tal legislação pode limitar esse facto. O decreto no 27/2024 da República de Moçambique que aprova o regulamento sobre a gestão de fertilizantes define os fertilizantes orgânicos como “derivados duma matéria orgânica não sintética (incluindo lamas resultantes das imundícies, estrume animal e resíduos de plantas) produzido através de processo de secagem, cozimento, corte, moagem, fermentação, ou outros métodos e que tenha uma declaração do valor de nutriente no rótulo”.

Apesar desta definição colocar o estrume animal na categoria dos fertilizantes orgânicos ela não especifica se os excrementos de insetos podem ser ou não incluídos dentro desse conceito. Na óptica dos nossos entrevistados essa subjetividade, pode dificultar qualquer tentativa de implementação destes fertilizantes em Moçambique. Daí sugerirem como solução “o desenho e implementação de políticas públicas que liberem o uso deste tipo de fertilizantes orgânicos” seguindo obviamente todos os trâmites previstos na lei. Esta falta de marcos regulatórios sobre insetos é comum em África (Niassy *et al.*, 2022) (Grabowski *et al.*, 2020). Esta indefinição prevalece devido a uma ampla gama de fatores entre os quais a existência de dados limitados sobre a segurança dos insetos e recursos inadequados para facilitar a avaliação científica de riscos e a atualização dos sistemas regulatórios de segurança alimentar (Niassy *et al.*, 2022). Ao nível da SADC (organização dos países da região austral de África onde Moçambique está inserido) a África do Sul e o Zimbabué já tem regulamentação própria para criação e uso de insetos para atividades agrícolas, principalmente da mosca do Soldado negro (Niassy *et al.*, 2022). Portanto Moçambique também pode se inspirar na legislação desses países adaptando a obviamente a realidade concreta do país.

A “Inexistência de leis ou estratégias de incentivo a fertilização orgânica com base em excrementos de insetos”, é uma preocupação levantada pelos entrevistados. A ausência de incentivos financeiros em específico para a adoção de fertilizantes orgânicos pode desestimular a adoção dos fertilizantes de excrementos de insetos. A falta de incentivos financeiros públicos pode dificultar sua implementação. O acesso ao crédito agrícola em Moçambique continua sendo um dos principais constrangimentos encarados pelos pequenos e médios produtores agrícolas. Devido ao risco das operações agrícolas, os bancos em Moçambique têm relutância em emprestar dinheiro para esta atividade. E isto alicerçado em uma legislação deficiente sobre o financiamento público a atividade agrícola pode dificultar aos pequenos agricultores nas questões dos custos iniciais para financiamento desta atividade. Em 2012, foi criado em Moçambique, o Programa Nacional de fertilizantes, mas que o mesmo em sua maior extensão preconiza maioritariamente os fertilizantes inorgânicos com destaque para ureia, NPK, Sulfato de Amônio e outros inorgânicos (Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Moçambique, 2012), dando muito pouca primazia aos fertilizantes orgânicos. Doravante, nos últimos anos o programa “Sustenta” (programa de fortalecimento da agricultura de pequena escala) também dedicou algumas intenções a agricultura orgânica, mas, estas parecem não ter alcançado os resultados pretendidos. Este pode ser também um handicap para introdução em pleno destes fertilizantes. E, portanto, uma das soluções consistirá sempre na criação de “estratégias de financiamento inicial (público ou privado) aos produtores agrícolas para instalação de sistemas de produção de fertilizantes de excrementos de insetos.

As ações de “organização de programas públicos de sensibilização aos agricultores em geral sobre produções com base em excrementos de insetos” são de extrema importância na medida em que a partir destes programas de extensão rural são promovidos treinamentos, sensibilizações, ensaios com campos de demonstração de resultados aos pequenos produtores. Estas ações são deveras importantes para a introdução de qualquer nova tecnologia junto desses

produtores. Elas constituem ações primordiais para o convencimento desses produtores na adoção de qualquer nova tecnologia. O mesmo deverá suceder em força para introdução dos fertilizantes de excrementos de insetos.

4. Conclusão

No geral, foram identificadas algumas oportunidades, desafios e soluções para adoção de excrementos de insetos como fertilizantes em Moçambique. Para algumas culturas alimentares foram apontadas a priori as probabilidades de aumento de produção, produtividade agrícola e segurança alimentar como maior oportunidade para os pequenos e médios produtores do país. Embora e por enquanto tal possa ser possível apenas a partir dos excrementos de larvas das espécies *Hermetia illucens* e *Tenebrio Molitor*, em razão de serem as mais estudadas. Entretanto e de antemão, outras medidas de melhoria do sistema agrícola do país são necessárias.

A inexistência de pesquisas com experimentos de campo feitas em Moçambique para comprovação da eficiência agrônômica destes fertilizantes constitui ainda um grande desafio. Treinamentos, realização de pesquisas de campo e a demonstração de resultados nas "machambas" dos produtores agrícolas podem ajudar o processo de adoção destes fertilizantes de excrementos de insetos. Para tal, é fundamental robustecer os serviços de extensão rural e financiar as atividades do setor agrícola especialmente no que toca a investigação, pesquisa e produção destes fertilizantes.

Doravante, algumas limitações podem ser apontadas nesta pesquisa. A ausência, como partes interessadas, de gestores de resíduos de distritos e ou províncias do país (das regiões centro e norte) onde há grande produção de resíduos de culturas alimentares ou industriais (como palhas de Arroz, Milho, Coco e outras). Políticos e ou legisladores em específico também poderiam ter sido incluídos como partes interessadas nesta pesquisa. No entanto, restrições institucionais impediram a participação destes elementos. Assim, recomendamos que pesquisas futuras sobre produção de excrementos de insetos para Moçambique incluam entrevistas com estes atores no processo de hierarquia analítica (AHP). Ainda assim e apesar destas limitações, os resultados desta pesquisa podem ser considerados como confiáveis para o método AHP. Facto comprovativo disto, é que a razão de consistência do processo de hierarquia analítica foi sempre menor ou igual a 0,1. Por via disso, estes resultados podem contribuir para formulação de estratégias ou políticas públicas para adoção destes fertilizantes em Moçambique.

Referências

ABD MANAN, F. *et al.* Unlocking the potential of black soldier fly frass as a sustainable organic fertilizer: A review of recent studies. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 367, p. 121997, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479724019832>. Acesso em: 21 mar. 2025.

AFRICAN CENTER FOR BIODIVERSITY. **Moçambique: O futuro dos agricultores camponeses e dos seus sistemas de sementes**. [S. l.]: African Center for Biodiversity, 2019. Disponível em: <https://www.bing.com/search?q=Moçambique%3A++O+futuro+dos++agricultores++camponeses++e++dos++seus+sistemas+de++sementes+PDF&form=ANNT11&ref=628EA96FCB9648A7BE6AFA4CB02EEDC7&pc=NMTS>. Acesso em: 6 set. 2024.

AGUSTIYANI, D. *et al.* The effect of application of compost and frass from Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) on growth of Pakchoi (*Brassica rapa* L.). In: , 2021. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85106400442&doi=10.1088%2f1755-1315%2f762%2f1%2f012036&partnerID=40&md5=78ba82849be744413ced0cb765e0ebd6.

AIUBA, R. **Instrumentos de política agrícola e a produção agrícola em Moçambique (English version available) - OMR**. [S. l.]: Observatório do Meio Rural, 2023. Disponível em:

<https://omrmz.org/observador/or-139-instrumentos-de-politica-agricola-e-a-producao-agricola-em-mocambique/>. Acesso em: 2 set. 2024.

ANYEGA, A. O. *et al.* Black Soldier Fly-Composted Organic Fertilizer Enhances Growth, Yield, and Nutrient Quality of Three Key Vegetable Crops in Sub-Saharan Africa. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 12, Plant Nutrition, 2021. Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108088722&doi=10.3389%2ffpls.2021.680312&partnerID=40&md5=b305b4f4ee15baf066b3c33461e32f4f)

[85108088722&doi=10.3389%2ffpls.2021.680312&partnerID=40&md5=b305b4f4ee15baf066b3c33461e32f4f](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108088722&doi=10.3389%2ffpls.2021.680312&partnerID=40&md5=b305b4f4ee15baf066b3c33461e32f4f).

ASHWORTH, A. J. *et al.* Insect frass fertilizer as soil amendment for improved forage and soil health in circular systems. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 3024, 2025. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/s41598-025-87075-8>. Acesso em: 4 mar. 2025.

BEE SIGAMUKAMA, D. *et al.* Economic and ecological values of frass fertiliser from black soldier fly agro-industrial waste processing. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 8, p. 245–254, 2022. Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124748350&doi=10.3920%2fjiff2021.0013&partnerID=40&md5=4e714f17bde36e840cfe9150cd8cb95c)

[85124748350&doi=10.3920%2fjiff2021.0013&partnerID=40&md5=4e714f17bde36e840cfe9150cd8cb95c](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124748350&doi=10.3920%2fjiff2021.0013&partnerID=40&md5=4e714f17bde36e840cfe9150cd8cb95c).

BEE SIGAMUKAMA, D. *et al.* Exploring Black Soldier Fly Frass as Novel Fertilizer for Improved Growth, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Maize Under Field Conditions. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 11, Plant Nutrition, 2020a. Disponível em:

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092183932&doi=10.3389%2ffpls.2020.574592&partnerID=40&md5=09f2edda225f22f00b3b5405ce82b036)

[85092183932&doi=10.3389%2ffpls.2020.574592&partnerID=40&md5=09f2edda225f22f00b3b5405ce82b036](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092183932&doi=10.3389%2ffpls.2020.574592&partnerID=40&md5=09f2edda225f22f00b3b5405ce82b036).

BEE SIGAMUKAMA, D. *et al.* In situ nitrogen mineralization and nutrient release by soil amended with black soldier fly frass fertilizer. **Scientific reports**, [s. l.], v. 11, 2021. Disponível em:

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111169538&doi=10.1038%2fs41598-021-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111169538&doi=10.1038%2fs41598-021-94269-3&partnerID=40&md5=f677261ec6ea9037f61a82d5ec1babfb)

[94269-3&partnerID=40&md5=f677261ec6ea9037f61a82d5ec1babfb](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111169538&doi=10.1038%2fs41598-021-94269-3&partnerID=40&md5=f677261ec6ea9037f61a82d5ec1babfb).

BEE SIGAMUKAMA, D. *et al.* Nitrogen fertilizer equivalence of black soldier fly frass fertilizer and synchrony of nitrogen mineralization for maize production. **Agronomy**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 1395, 2020b. Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091860098&doi=10.3390%2fagronomy10091395&partnerID=40&md5=3cd91c76dc8cdca5aa92adc2784a94d5)

[85091860098&doi=10.3390%2fagronomy10091395&partnerID=40&md5=3cd91c76dc8cdca5aa92adc2784a94d5](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091860098&doi=10.3390%2fagronomy10091395&partnerID=40&md5=3cd91c76dc8cdca5aa92adc2784a94d5).

BEE SIGAMUKAMA, D.; SUBRAMANIAN, S.; TANGA, C. M. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 12, p. 7182, 2022. Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85129325968&doi=10.1038%2fs41598-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85129325968&doi=10.1038%2fs41598-022-11336-z&partnerID=40&md5=31d3911c061e1c993ce16e07ed3d7f71)

[022-11336-z&partnerID=40&md5=31d3911c061e1c993ce16e07ed3d7f71](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85129325968&doi=10.1038%2fs41598-022-11336-z&partnerID=40&md5=31d3911c061e1c993ce16e07ed3d7f71).

BORKENT, S.; HODGE, S. Glasshouse Evaluation of the Black Soldier Fly Waste Product HexaFrass™ as an Organic Fertilizer. **Insects**, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 977, 2021. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2075-4450/12/11/977>. Acesso em: 3 mar. 2024.

CARROLL, A.; FITZPATRICK, M.; HODGE, S. The Effects of Two Organic Soil Amendments, Biochar and Insect Frass Fertilizer, on Shoot Growth of Cereal Seedlings. **Plants**, [s. l.], v. 12, n. 5,

2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85149909725&doi=10.3390%2fplants12051071&partnerID=40&md5=a7512539f99db273cf9ab64fae107079>.

CHEN, Z.-Y.; DAI, Z.-H. Application of group decision-making AHP of confidence index and cloud model for rock slope stability evaluation. **Computers & Geosciences**, [s. l.], v. 155, p. 104836, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300421001345>. Acesso em: 6 set. 2024.

CHIAM, Z. *et al.* Evaluating the potential of okara-derived black soldier fly larval frass as a soil amendment. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 286, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85101380370&doi=10.1016%2fj.jenvman.2021.112163&partnerID=40&md5=69fa02077c264da5970d0b710c8d7849>.

CHIRERE, T. E. S.; KHALIL, S.; LALANDER, C. Fertiliser Effect on Swiss Chard of Black Soldier Fly Larvae-frass Compost Made from Food Waste and Faeces. **Journal of Insects as Food and Feed**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 1–14, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85110600250&doi=10.3920%2fJIFF2020.0120&partnerID=40&md5=7928f59cab9d6e225db6cb5b89b3def>.

DA SILVA, G.; HESSELBERG, T. A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 151–162, 2020.

ESTEVES, C. *et al.* Black soldier fly larvae frass increases the soil's residual nutrient content and enzymatic activity – a lettuce production trial. **Journal of Insects as Food and Feed**, [s. l.], v. 8, n. 12, p. 1431–1440, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146594549&doi=10.3920%2fJIFF2022.0005&partnerID=40&md5=d500a332c49ba1729887b3e752768477>.

FEIJÓ, J. **Secundarização da agricultura e persistência da pobreza rural: Reprodução de cidadanias desiguais**. [S. l.], 2020. Publicação científica. Disponível em: <https://omrmz.org/observador/or-91-secundarizacao-da-agricultura-e-persistencia-da-pobreza-rural-reproducao-de-cidadanias-desiguais/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

FILHO, T.; POLI, N. **Devoradores de lixo: aspectos biológicos, produtivos e nutricionais da mosca soldado *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera; Stratiomyidae) em resíduos sólidos orgânicos em Manaus, AM**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Federal do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6377>. Acesso em: 25 mar. 2025.

GÄRTTLING, D.; KIRCHNER, S. M.; SCHULZ, H. Assessment of the n- And p-fertilization effect of black soldier fly (diptera: Stratiomyidae) by-products on maize. **Journal of Insect Science**, [s. l.], v. 20, n. 5, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091562798&doi=10.1093%2fjisesa%2fieaa089&partnerID=40&md5=240ff3ec5b269223622c8bb7f1b51557>.

GEBREMIKAEL, M. T. *et al.* The Impacts of Black Soldier Fly Frass on Nitrogen Availability, Microbial Activities, C Sequestration, and Plant Growth. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [s. l.], v. 6, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.795950>. Acesso em: 1 mar. 2024.

GHIMIRE, L. P.; KIM, Y. An analysis on barriers to renewable energy development in the context of Nepal using AHP. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 129, p. 446–456, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148118306414>. Acesso em: 4 mar. 2025.

GRABOWSKI, N. T. *et al.* Edible Insects in Africa in Terms of Food, Wildlife Resource, and Pest Management Legislation. **Foods**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 502, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/4/502>. Acesso em: 23 mar. 2025.

HOUBEN, D. *et al.* Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. **Scientific Reports**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081889679&doi=10.1038%2fs41598-020-61765-x&partnerID=40&md5=95f511cbecddb7a5bd34a99dce1c2d28>.

HOUBEN, D.; DAOULAS, G.; DULAURENT, A.-M. Assessment of the Short-Term Fertilizer Potential of Mealworm Frass Using a Pot Experiment. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [s. l.], v. 5, p. 1–7, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2021.714596/full>. Acesso em: 3 set. 2024.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software**. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2013.

MADHUKAR, P.; PANDEY, L. M.; DIXIT, U. S. Post-harvest grain storage: Methods, factors, and eco-friendly solutions. **Food Control**, [s. l.], v. 174, p. 111236, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713525001057>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MENINO, M. *et al.* Agricultural value of Black Soldier Fly larvae frass as organic fertilizer on ryegrass. **Heliyon**, [s. l.], v. 7, p. e05855, 2021.

MENINO, R. *et al.* The Insects as a Workforce for Organic Fertilizers Production – Insect Frass. In: NEW GENERATION OF ORGANIC FERTILIZERS. [S. l.]: IntechOpen, 2021. (New generation of organic fertilizers). Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/78833>. Acesso em: 22 mar. 2025.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL DE MOÇAMBIQUE. **Programa Nacional de fertilizantes em Moçambique**. [S. l.]: Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Moçambique, 2012. Disponível em: <https://www.bing.com/search?q=Programa+Nacional+de+fertilizantes+em+Moçambique+&qs=n&form=QBRE&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=programa+nacional+de+fertilizantes+em+moçambique+&sc=11-49&sk=&cvid=2EAFE4E16C1D448FABFA9E47B364888B&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=>. Acesso em: 6 set. 2024.

NIASSY, S. *et al.* Safety, regulatory and environmental issues related to breeding and international trade of edible insects in Africa. **Scientific and Technical Review**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 117–131, 2022. Disponível em: <https://repository.up.ac.za/handle/2263/89118>. Acesso em: 23 mar. 2025.

POVEDA, J. Insect frass in the development of sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00656-x>. Acesso em: 1 mar. 2024.

POVEDA, J. *et al.* Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance-inductor in plants. **Applied Soil Ecology**, [s. l.], v. 142, p. 110–122, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139319300691>. Acesso em: 1 mar. 2024.

QUILLIAM, R. S. *et al.* Integrating insect frass biofertilisers into sustainable peri-urban agro-food systems. **Journal of Insects as Food and Feed**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 315–322, 2020. Disponível em: https://brill.com/view/journals/jiff/6/3/article-p315_315.xml. Acesso em: 1 mar. 2024.

RAMAN, S. *et al.* Opportunities, challenges and solutions for black soldier fly larvae-based animal feed production. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 373, 2022.

RAY, S. *et al.* Turnabout Is Fair Play: Herbivory-Induced Plant Chitinases Excreted in Fall Armyworm Frass Suppress Herbivore Defenses in Maize. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 171, n. 1, p. 694–706, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.15.01854>. Acesso em: 4 mar. 2025.

ROMANO, N.; ISLAM, S. Productivity and Elemental/Chlorophyll Composition of Collard Greens in an Aquaponic System at Different Combinations of Media and Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Frass Supplementations. **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 2023, n. 1, p. 3308537, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2023/3308537>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SAATY, T. **Saaty: Aplicações de hierarquias analíticas**. [S. l.]: University of Pennsylvania, 1979. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Applications%20of%20analytical%20hierarchies&publication_year=1979&author=T.L.%20Saaty. Acesso em: 6 set. 2024.

SCHMITT, E.; DE VRIES, W. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, [s. l.], v. 25, p. 100335, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452223620300225>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SHUANG, S. *et al.* Upcycling food waste using black soldier fly larvae: Effects of further composting on frass quality, fertilising effect and its global warming potential. **Journal of cleaner production**, [s. l.], v. 288, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099193075&doi=10.1016%2fj.jclepro.2020.125664&partnerID=40&md5=a628feb973b82283a2457fe9bb3899fd>.

SOLAIMANIAN, S. Environmental risk assessment of concrete construction projects in developing countries based on Analytical Hierarchy Process method. **Green Technologies and Sustainability**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 100178, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736125000120>. Acesso em: 4 mar. 2025.

TANGA, C. M. *et al.* Performance of black soldier fly frass fertiliser on maize (*Zea mays* L.) growth, yield, nutritional quality, and economic returns. **Journal of Insects as Food and Feed**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 185–196, 2022. Disponível em: https://brill.com/view/journals/jiff/8/2/article-p185_185.xml. Acesso em: 1 mar. 2024.

TAVANA, M.; SOLTANIFAR, M.; SANTOS-ARTEAGA, F. J. Analytical hierarchy process: revolution and evolution. **Annals of Operations Research**, [s. l.], v. 326, n. 2, p. 879–907, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04432-2>. Acesso em: 6 set. 2024.

WU, X. *et al.* Study on Effects of Black Soldier Fly Feces on Rice Growth. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 450, n. 1, p. 012099, 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/450/1/012099>. Acesso em: 22 mar. 2025.

