

Do inseto à planta: potencial do frass de *Hermetia illucens* e *Tenebrio molitor* como biofertilizante para pepino (*Cucumis sativus*)

Casimiro Nunes Carimo¹, Adriele de Castro Ferreira², Maria da Conceição dos Santos Filha³, Geovania Figueredo da Silva⁴ e Luciana Barboza Silva⁵

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada impulsiona a busca por soluções inovadoras e sustentáveis na produção local de alimentos (Poveda, 2021). Nesse contexto, as hortas verticais e a agricultura urbana consolidaram-se como sistemas estratégicos de segurança alimentar. Contudo, o cultivo vertical de hortaliças de alto valor, como o pepino (*Cucumis sativus*), enfrenta o desafio do volume limitado de solo, exigindo substratos de alta qualidade que forneçam nutrientes de liberação gradual e estimulem o vigor vegetal desde as fases iniciais. Como alternativa alinhada à economia circular, surge a criação biotecnológica de insetos para reciclagem de resíduos orgânicos urbanos. Espécies como a mosca soldado negra (*Hermetia illucens*/BSF) e o bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*) convertem restos de comida em biomassa valiosa, gerando como principal resíduo o *frass* um composto de fezes, substrato e exúvias ricas em quitina, com alto potencial biofertilizante.

Embora tenham a mesma denominação, o *frass* de BSF e o de *Tenebrio* diferem quimicamente devido à biologia e dieta das espécies: o primeiro possui composição microbiológica ativa, enquanto o segundo destaca-se pela homogeneidade e riqueza em fósforo e potássio (Beesigamukama et al., 2020). Nesse sentido, a introdução desses bioinsumos requer validação científica. Por serem materiais organicamente ricos, seu uso sem critérios pode inibir a germinação e o crescimento radicular inicial. Assim, o objetivo central desta pesquisa consistiu em compreender como a aplicação isolada e combinada do *frass* de BSF e de *Tenebrio molitor* influencia a dinâmica fisiológica da germinação e o vigor inicial de plântulas de pepino.

1.1. Objetivos

Testar e analisar os tipos de *frass* de BSF e de *Tenebrio molitor* individual e em conjunto qual teve melhor desempenho no processo germinativo em sementes de pepino realizando testes de qualidade e comparação nutricional, para uso sustentável.

¹ Universidade Federal de Piauí - UFPI.

² Universidade Federal de Piauí - UFPI.

³ Universidade Federal de Piauí - UFPI.

⁴ Universidade Federal de Piauí - UFPI.

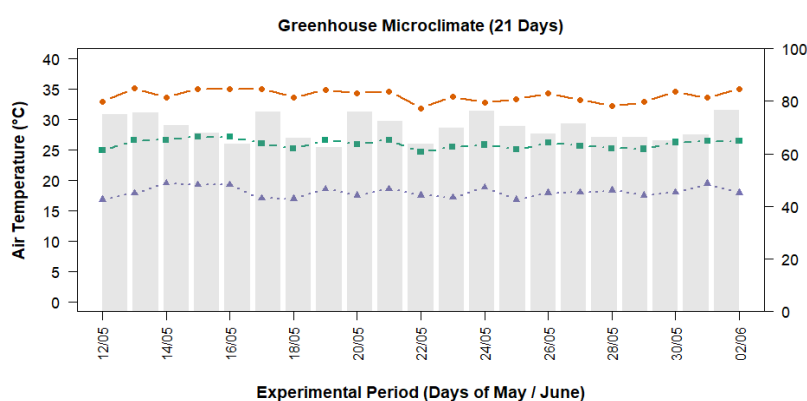
⁵ Universidade Federal de Piauí - UFPI

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e Condução do Experimento

O ensaio preliminar foi conduzido em ambiente controlado, localizado no Universidade Federal do Piauí (UFPI), no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), localizado no município de Bom Jesus – PI, com 9° 05' 02.9" S latitude, 44° 19' 34.2" W longitude e altitude do local de 270 metros. O período experimental compreendeu o acompanhamento diário desde a semeadura até o encerramento das avaliações biométricas das plântulas. Como modelo vegetal, foram utilizadas sementes comerciais de pepino (*Cucumis sativus*), selecionadas pela sua uniformidade de tamanho e ausência de danos mecânicos visíveis.

Figura 01. Dados meteorológicos registrados durante a condução do experimento.



Fonte: elaborando pelos autores, (2026)

2.2. Delineamento Experimental, Tratamentos e Instalação do Ensaio

O experimento foi conduzido como ensaio exploratório preliminar em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com 2 blocos para controlar gradientes ambientais. Os 4 tratamentos, distribuídos aleatoriamente com 2 repetições cada, consistiram em: T1 (Frass de BSF puro), T2 (Frass de *Tenebrio* puro), T3 (Consórcio combinado de BSF e *Tenebrio* em proporção 1:1, v/v) e T4 (Testemunho controle, sem a adição de qualquer subproduto entomológico). O objetivo foi avaliar o potencial bioestimulante ou fitotóxico na germinação e no vigor inicial das plântulas de pepino.

Os subprodutos (frass) testados originaram-se de criações controladas de duas ordens distintas de insetos: o de BSF (*Hermetia illucens*, Diptera), oriundo da bioconversão de resíduos orgânicos, e o de *Tenebrio molitor* (Coleoptera), alimentado com farelos secos. Ambos os materiais formam uma matriz complexa de fezes e utilizados em sua forma bruta nas unidades experimentais. A semeadura do pepino ocorreu em vasos plásticos com 10 kg de solo destorroado e peneirado. Os tratamentos consistiram na incorporação homogênea de uma dose padrão de 55 g de bioinsumo por vaso: T1 (55 g

de frass de BSF puro), T2 (55 g de frass de *Tenebrio* puro), T3 (frass de BSF + *Tenebrio*: proporção 1:1 m/m, totalizando 55 g) e T4 (Testemunha, sem incremento orgânico). A semeadura foi realizada a 5 cm de profundidade uniforme. A irrigação foi monitorada e efetuada periodicamente para manter o solo próximo à capacidade de campo durante a emergência e o estabelecimento das plântulas.

2.5. Variáveis Fisiológicas e Biométricas Avaliadas

O processo germinativo foi monitorado diariamente, considerando-se a emissão da radícula (≥ 2 mm). Ao final, foram mensurados e calculados os seguintes índices: Percentagem de Germinação ($\%G = \frac{N_g}{N_t} \times 100$; onde N_g é o número de sementes germinadas e N_t o total de sementes semeadas), Índice de Velocidade de Germinação ($IVG = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots + \frac{G_n}{D_n}$; onde G_1, G_2, G_n é sementes germinadas a cada dia, e D_1, D_2, D_n é dias após a semeadura). Também mensurou-se, com régua milimetrada, o comprimento da radícula e do hipocótilo (cm) para determinar o crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea.

2.6. Análise de Dados

Os dados brutos foram analisados de forma estatística descritiva no ambiente R (R Core Team, 2026), calculando-se médias e desvios-padrão. Devido ao caráter preliminar e ao número restrito de blocos ($n=2$), priorizou-se a avaliação comparativa e de dispersão por gráficos de erro, servindo como triagem consistente das tendências dos subprodutos entomológicos.

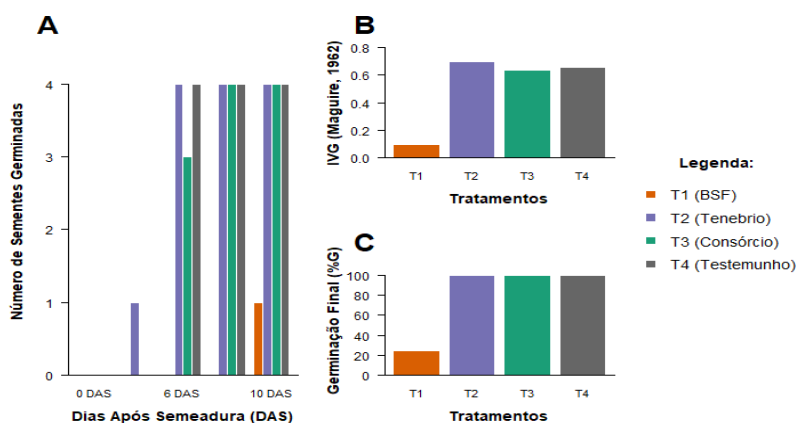
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) foi fortemente influenciada pelos diferentes tratamentos. Os tratamentos T2 (frass de *Tenebrio molitor*) e T4 (testemunha) apresentaram maior precocidade, com emergência iniciada aos 5 dias após a semeadura (DAS) e estabilização da germinação ao 6º DAS. O tratamento T3 (consórcio 1:1) alcançou a estabilização ao 7º DAS, enquanto T1 (frass de *Hermetia illucens*) apresentou atraso acentuado, com emergência apenas ao 10º DAS. Esse comportamento sugere a ocorrência de efeitos fitotóxicos associados à elevada concentração de sais e compostos amoniacais, capazes de limitar os processos fisiológicos iniciais da germinação (Lopes et al., 2022).

A germinação final atingiu 100% nos tratamentos T2, T3 e T4, contrastando com apenas 25% em T1, evidenciando que a utilização isolada do frass de *H. illucens* pode induzir stresse osmótico, enquanto a combinação dos dois frass reduz esses efeitos e favorece a viabilidade das sementes (Klammsteiner et al., 2023). Resultados semelhantes foram observados para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), cujos maiores valores ocorreram em T2 (0,70), T4 (0,66) e T3 (0,64). O

reduzido IVG em T1 (0,10) indica comprometimento fisiológico das sementes, ao passo que T2 e T3 demonstraram elevado vigor germinativo e melhor desempenho inicial das plântulas.

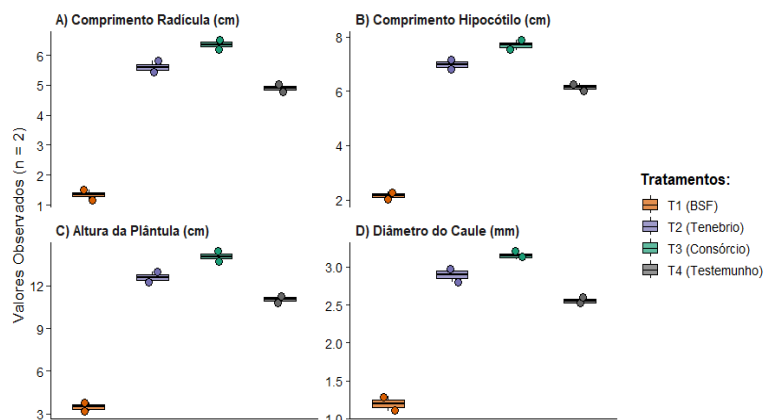
Figura 02. Cinética e capacidade germinativa de sementes de pepino (*Cucumis sativus L.*) sob a influência de diferentes substratos baseados em frass de insetos. (A) Evolução temporal do número de sementes germinadas em função dos Dias Após a Semeadura (DAS); (B) Índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado segundo a metodologia de Maguire (1962); (C) Percentagem final de germinação (%G) registrada ao término do ensaio. Fonte: Do autor (2026).



Fonte: elaborando pelos autores, (2026)

O crescimento das plântulas de pepino foi significativamente influenciado pelos tratamentos. O consórcio T3 apresentou o melhor desempenho, com maior comprimento radicular (6,35 cm), comprimento do hipocótilo (7,70 cm), diâmetro do caule (3,15 mm) e altura total (14,05 cm), seguido por T2 e pela testemunha (T4). Em contraste, T1 apresentou os menores valores em todas as variáveis, evidenciando limitações ao crescimento vegetativo. O desempenho superior de T3 sugere um efeito sinérgico entre os dois tipos de frass, favorecendo a disponibilidade de nutrientes, compostos bioativos e microrganismos promotores do crescimento. A presença de quitina e a indução de fitohormonas podem ter estimulado a expansão radicular, o alongamento celular e o desenvolvimento vascular (Naveed et al., 2024; Hou et al., 2024). Por outro lado, o reduzido crescimento em T1 indica possível stresse salino ou amoniacal, comprometendo a absorção de nutrientes e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Figura 03. Atributos biométricos de plântulas de pepino (*Cucumis sativus L.*) submetidas a diferentes substratos orgânicos à base de frass de insetos. (A) Comprimento da radícula (cm); (B) Comprimento do hipocótilo (cm); (C) Altura total da plântula (cm); (D) Diâmetro do caule (mm).



Fonte: elaborando pelos autores, (2026)

4. CONCLUSÃO

- O frass isolado de *Hermetia illucens* acarreta severa fitotoxicidade, retardando a emergência e reduzindo a germinação final do pepino para 25%.
- O frass de *Tenebrio molitor* e o consórcio combinado (1:1) mantêm a máxima viabilidade germinativa.
- O consórcio manifesta um efeito sinérgico promissor, propiciando o melhor desempenho biométrico e estimulando significativamente o desenvolvimento vegetativo inicial das plântulas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEESIGAMUKAMA, D.; MOCHOGE, B.; KORIR, N. K.; FIABOE, K. K. M.; NAKIMBBUGWE, D.; KHAMIS, F. M.; SUBRAMANIAN, S.; DEMISSÉ, M. G.; EKESI, S.; TONGA, G. M.; TARAFDAR, J. C.; TANGA, C. M. 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*, v. 11, p. 574592, 2020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.574592>
- HOU, L.; ZHANG, L.; SHAO, H.; WANG, K.; CHEN, S.; ZOU, J. Insect frass application enhances plant growth and soil fertility: A comprehensive review. *Journal of Environmental Management*, v. 352, p. 119950, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119950>
- KLAMMSTEINER, T.; WALTER, A.; BOGATAJ, A.; HEUSS L.; BARBATO, M.; SCHLICKER, IN.; INSAM, H. Impact of black soldier fly and mealworm frass on crop germination and early growth dynamics. *Agronomy*, v. 13, n. 4, p. 1102, 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041102>
- LOPES, I. G.; LALANDER, C.; VIDOTTI, R. M.; LEAL, M. C. Plant toxicity of black soldier fly larvae frass fertilizer. *Waste Management*, v. 141, p. 130-137, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.029>
- NAVEED, M.; KHAN, Z.; AHMAD, M. R.; HUSSAIN, A. Synergistic effects of insect-derived biofertilizers on soil microbiota and plant vascular development. *Applied Soil Ecology*, v. 195, p. 105234, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105234>
- POVEDA, J. Insect frass in the context of sustainable agriculture. *Trends in Plant Science*, v. 26, n. 3, p. 270-278, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.11.001>