UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DA BANANA PARA PRODUÇÃO DE *TENEBRIO MOLITOR* EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE TRIGO

USE OF BANANA RESIDUE FOR THE PRODUCTION OF TENEBRIO *MOLITOR* REPLACING WHEAT BRAN

USO DE RESIDUOS DE PLÁTANO PARA LA PRODUCCIÓN DE TENEBRIO MOLITOR COMO SUSTITUTO DEL SALVADO DE TRIGO

SOUZA, Neilton Santos de
Graduado em Ciências Biológicas. Pós-graduando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (DRMA). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Santa Inês. BR 420 (Rodovia Santa Inês – Ubaíra), Zona Rural, Bahia - CEP: 45320-000. Santa Inês, Bahia; neiltonsantos.edu@gmail.com

OLIVEIRA, Greice Quele da Conceição
Técnica em Agropecuária pela IF Baiano, Campus Valença. Graduanda em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Santa Inês. BR 420 (Rodovia Santa Inês – Ubaíra), Zona Rural, Bahia - CEP: 45320-000. Santa Inês, Bahia; quele24@outlook.com

NASCIMENTO, Guilherme Rodrigues do
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Santa Inês. BR 420 (Rodovia Santa Inês – Ubaíra), Zona Rural, Bahia - CEP: 45320-000. Santa Inês, Bahia;
Guilherme.nascimento@ifbaiano.edu.br

Resumo
Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho biológico e zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas sob níveis crescentes da farinha da casca da banana (FCB), bem como investigar a influência das dietas utilizadas como substrato para a oviposição dos insetos adultos. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado: 5 tratamentos x 4 repetições; 5 tratamentos x 5 repetições, desenvolvimento biológico e desempenho zootécnico, respectivamente. O tratamento controle foi constituído de farelo de trigo, e os tratamentos experimentais com inclusão de 25, 50, 75 e 100% de FCB. Foram avaliados o número final de larvas e o peso vivo no desenvolvimento biológico. No desempenho zootécnico foram avaliados o peso vivo, o ganho de peso por grupo, o consumo de ração e a conversão alimentar. Houve diferença significativa, sendo os níveis de inclusão da FCB diferentes do tratamento controle. A inclusão da dieta experimental apresentou influência na reprodução em todos os percentuais fornecidos, sendo que 50% e 75% foram diferentes ($P<0,05$) da dieta à base de farelo de trigo, apresentando maior números em larvas, ganho de peso por grupos e conversão alimentar. Porém, quanto ao ganho de peso por larva, 25% e 50% apresentaram semelhanças ao controle. Dessa forma, dietas suplementadas com 50% a 75% de FCB mostraram eficiência no manejo produtivo do *T. molitor* em laboratório, influenciando positivamente no desempenho reprodutivo e zootécnico dos insetos estudados.
Palavras-chave: Economia; Produção; Proteína.

Abstract
This study aimed to evaluate the biological and zootechnical performance of *Tenebrio molitor* larvae subjected to increasing dietary levels of banana peel flour (BPF), as well as to investigate the influence of the diets used as a substrate for oviposition in adult insects. A completely randomized design was adopted: 5 treatments × 4 replicates for biological development and 5 treatments × 5 replicates for zootechnical performance. The control treatment consisted of wheat bran, and the experimental treatments included 25%, 50%, 75%, and 100% BPF. Biological development was assessed through

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

the final number of larvae and live weight. Zootechnical performance was evaluated based on live weight, weight gain per group, feed intake, and feed conversion ratio. Significant differences were observed, with the inclusion levels of BPF differing from the control treatment. The experimental diets influenced reproduction at all inclusion levels, with the 50% and 75% BPF treatments showing statistically significant differences (P<0.05) compared to the wheat bran diet, yielding higher numbers of larvae, greater weight gain per group, and improved feed conversion. However, in terms of weight gain per larva, the 25% and 50% BPF treatments showed similarities to the control. Therefore, diets supplemented with 50% to 75% BPF proved to be effective for the laboratory management of *T. molitor*, positively influencing the reproductive and zootechnical performance of the insects studied.
Keywords: Economy; Production; Protein.

Resumen
Este estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento biológico y zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas con niveles crecientes de harina de cáscara de plátano (FCP), así como investigar la influencia de las dietas utilizadas como sustrato para la oviposición de insectos adultos. Se adoptó un diseño completamente aleatorizado: 5 tratamientos x 4 réplicas; 5 tratamientos x 5 réplicas, desarrollo biológico y rendimiento zootécnico, respectivamente. El tratamiento control consistió en salvado de trigo, y los tratamientos experimentales incluyeron 25, 50, 75 y 100% de FCP. Se evaluó el número final de larvas y el peso vivo en desarrollo biológico. En cuanto al rendimiento zootécnico, se evaluaron el peso vivo, la ganancia de peso por grupo, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. Se observó una diferencia significativa con los niveles de inclusión de FCP diferentes a los del tratamiento control. La inclusión de la dieta experimental influyó en la reproducción en todos los porcentajes proporcionados, siendo el 50% y el 75% diferentes (P<0,05) de la dieta a base de salvado de trigo, presentando mayor número de larvas, ganancia de peso por grupo y conversión alimenticia. Sin embargo, en cuanto a la ganancia de peso por larva, el 25% y el 50% fueron similares al control. Por lo tanto, las dietas suplementadas con 50% a 75% de FCB mostraron eficiencia en el manejo productivo de *T. molitor* en el laboratorio, influyendo positivamente en el rendimiento reproductivo y zootécnico de los insectos estudiados.
Palabras-clave: Economía; Producción; Proteína.

INTRODUÇÃO

A entomocultura vem atraindo atenção de investidores no mercado para produção de proteína de alto valor biológico. A produção massal de *Tenebrio molitor* viabiliza a comercialização nas formas vivas, desidratadas e processadas, complementando e substituindo outros concentrados com teores elevados de proteínas, fibras e ômegas 3 e 6. No entanto, a produção massal de larvas de *T. molitor* para alimentação animal é dependente de dietas formuladas com os principais concentrados, subprodutos da agroindústria: farelo de trigo, farelo de soja e quirela de milho. A busca por circularidade dos recursos, com práticas à luz da economia circular (EC), e a mitigação dos impactos negativos causados pela agroindústria, como emissão de gases de efeito estufa, acidificação do solo e uso considerável dos recursos hídricos, são primordiais para a sustentabilidade.

Desse modo, a linha tênue entre o sistema econômico contemporâneo e a produção sustentável é a busca por estratégias de bioconversão de resíduos frutíferos da agroindústria em biomassa de alto valor biológico. A banana figura entre os frutos mais consumidos mundialmente. No Brasil, a banana tem grande importância

econômica, destacando-se como a segunda fruta em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (ATHAYDE, 2014).

Diante da ampla produção de banana para atender o mercado consumidor, fica disponível grande quantidade de resíduo, principalmente o pericarpo (casca da banana), oriundo do processo industrial e do descarte após o consumo do fruto, onde, na melhor sorte, é utilizado na compostagem de residências ou descartado em lixões e aterros sanitários. A utilização desse resíduo – casca da banana –, como subproduto alternativo para alimentação de insetos para produção de proteína animal atende as práticas da economia circular.

Dessa forma, é importante desenvolver estratégias que convertam resíduos frutíferos da agroindústria em biomassa de alto valor biológico, mitigando os impactos gerados pela agricultura para suprir a demanda dos principais concentrados. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar o desenvolvimento biológico e o desempenho zootécnico de larvas de *T. molitor* alimentadas sob níveis crescentes da farinha da casca da banana.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

No curso do tempo, a demanda de alimentos guarda uma relação linear com o crescimento da população, sempre acompanhada do desafio de produzir com sustentabilidade (GAZZONI, 2017). Nas próximas décadas, precisaremos descobrir como produzir proteína suficiente para bilhões de seres humanos. Simplesmente aumentar nosso sistema atual não é realmente uma solução. A indústria pecuária global já causa um enorme impacto no meio ambiente (ANTHES, 2014).

O aumento da população urbana de países em desenvolvimento, a elevação da demanda por proteína animal, a escassez de terras disponíveis para a expansão da produção agrícola e a possibilidade de mudança do clima futuro são fatores que devem continuar influenciando fortemente a conjuntura do setor agrícola do Brasil nas próximas décadas (MARIN et al., 2016). Como fonte emergente para alimentação animal, surge a proteína de insetos.

Dentre as diversas espécies de insetos que podem ser utilizadas na alimentação animal e humana, destaca-se o besouro *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), popularmente conhecido como larva-da-farinha, com distribuição mundial (GRAU et al., 2017; SOUZA et al., 2018). Segundo Makkar et al. (2014), a

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

farinha desse inseto pode fornecer qualidade nutricional proteica semelhante aos componentes das rações tradicionais, tornando-se uma possível substituta ao uso dessas rações.

A produção massal de larvas de *T. molitor* para alimentação animal é dependente dos principais concentrados, subprodutos da agroindústria: farelo de trigo, farelo de soja e quirela de milho. Buscando contribuir com a circularidade dos recursos, práticas à luz da economia circular (EC) podem representar a linha tênue entre o sistema econômico contemporâneo e a produção sustentável, viabilizando estratégias de bioconversão de resíduos frutíferos da agroindústria em biomassa de alto valor biológico para nutrição animal e humana.

Estudos como os de Arcanjo e Costa (2022) e Volpato et al. (2022) investigaram a utilização de resíduos de frutos e a farinha de biofloco de Tilápia para produção de *T. molitor,* visando substituir as dietas à base de farelo de trigo. Porém, pouco se sabe sobre a utilização do resíduo da banana na alimentação das larvas desse besouro.

De modo global, com 10,38 kg/hab/ano, a banana apresenta-se como a segunda fruta mais consumida, atrás apenas da laranja, com 12,83 kg/hab/ano (FAO, 2011). No Brasil, a banana tem grande importância econômica, destacando-se como a segunda fruta em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (ATHAYDE, 2014).

METODOLOGIA

Todos os procedimentos foram conduzidos no laboratório científico de Zoologia na Instituição Federal *Campus* Santa Inês, no período de 13 de setembro a 05 de dezembro de 2024. Os insetos foram adquiridos de um criador local, localizado na cidade de Jaguaquara, Bahia, que tem a produção destinada para alimentação animal e para pesquisas acadêmicas.

Preparação da dieta experimental

Os frutos da banana foram adquiridos no comércio local a fim de avaliar como potencial dieta para os tenébrios, aguardando-se dois dias para atingir o grau de maturação: grau 7, de acordo com escala de maturação de Von Loesecke estabelecida pelo Centro de Qualidade de Hortaliças e Produção Integrada de Frutas

(PBMH & PIF, 2006). A escala fornece dados de maturação, permitindo classificar os frutos segundo os estágios de 1 a 7 (Figura 1).

As cascas (pericarpo) foram retiradas do endocarpo (popa) e mantidas ao ar livre durante 72 horas; posteriormente, foram levadas ao forno por 40 minutos a 180°C. Após a desidratação, o material foi triturado e peneirado para obtenção da farinha a ser utilizada como dieta no experimento.

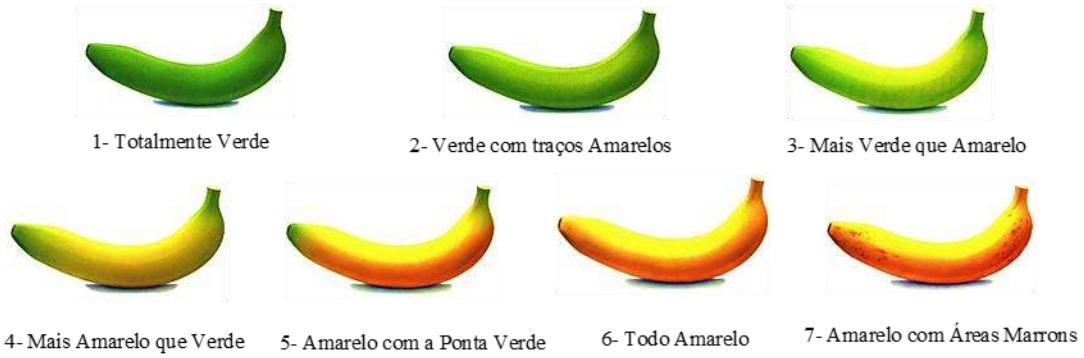


Figura 1 – Escala de maturação da banana segundo Von Loesecke.
Fonte: http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/frutas/banana.htm. Adaptado pelos autores.

Tratamento experimental

Para avaliar a resposta fisiológica, os insetos foram mantidos em fotófase por 12 horas claro/escuro com temperatura ambiente, em recipientes plásticos de capacidade 250 ml, tamanho, diâmetro da boca e diâmetro da base de 6 cm x 10 cm x 7,5 cm, respectivamente. O tratamento controle foi constituído de farelo de trigo (FT), enquanto os tratamentos experimentais com inclusões sucessivas de 25%, 50%, 75% e 100% de farinha da casca da banana (FCB), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais.

Tratamentos	Dietas (%)	COMPOSIÇÃO
T1	0%	Dieta controle (10g de farelo de trigo)
T2	25%	7,5g de T1 + 2,5g de farinha da casca de banana (FCB)
T3	50%	5g de T1 + 5g de farinha da casca de banana (FCB)
T4	75%	2,5g de T1 + 7,5g de farinha da casca de banana (FCB)
T5	100%	10g de farinha da casca de banana (FCB)

Fonte: Autores.

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

Desenvolvimento biológico

Foram utilizados 120g de insetos adultos experientes do mesmo lote não sexados. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições; as repetições foram limitantes quanto à quantidade de insetos com mesmo tempo de vida e período de floração sexual. As unidades experimentais foram compostas por 6g de T. *molitor* e 10g da dieta experimental. Os insetos permaneceram por 8 dias para acasalamento e postura dos ovos nos recipientes. Após a fase de procriação, os tenébrios adultos foram retirados dos tratamentos que foram monitorados prevendo a eclosão e o surgimento das micro larvas. A cada 72 horas eram ofertados 3g de cenoura como fonte de umidade, sendo renovada no mesmo período. A fase para coleta de dados durou 76 dias após a retirada das matrizes.

Desempenho zootécnico

Foram utilizados 40g de larvas na fase juvenil, com 60 dias de desenvolvimento após a postura dos insetos adultos. Foi adotado DIC com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por grupos de larvas de *T. molitor*, de peso inicial de 2g/grupo, 10g da dieta experimental; como fonte de umidade: 2g de cenoura. A coleta de dados foi realizada a cada seis dias, totalizando 12 dias de experimento. Em cada coleta foi renovada a fonte de umidade.

Variáveis avaliadas

No desenvolvimento biológico, foi avaliada a influência das dietas utilizadas como substrato para a oviposição dos tenébrios, após 76 dias, a partir das seguintes variáveis de desempenho: 1) Número final de larvas vivas por tratamento (NFLV/Tratamento): (NFLV/Tratamento) final das larvas no final do experimento – número inicial de Besouros; 2) Peso vivo no final do experimento (PV, mg/larva/dia): (PV, mg/larva/dia) = Peso do grupo de larvas no início + Peso do grupo de larvas no final / dias.

No desempenho zootécnico, a coleta de dados foi realizada a cada sete dias, a partir das seguintes variáveis de desempenho: 1) Peso vivo no final do experimento (PV, mg/larva/dia), onde PV, mg/larva/dia = Peso do grupo de larvas no início + Peso do grupo de larvas no final/dias; 2) Ganho de peso (GP, mg/grupo/dia), onde GP, mg/grupo/dia = Peso do grupo de larvas vivas no final – Peso do grupo de larvas vivas

do início/dias; 3) Consumo de ração (CR, mg/grupo/dia), onde CR, mg/grupo/dia = Quantidade da dieta fornecida no início do experimento – Quantidade sobrada ao final do período de 12 dias; 4) Conversão alimentar (CA, mg/mg), onde CA, mg/mg = Consumo da dieta/Ganho de peso.

Doze dias totais do experimento compreende a idade fisiológica de 60 dias: início, a 72 dias: final, tempo necessário para o surgimento das primeiras pupas entre os grupos experimentais. Os dados foram submetidos à Análise da Variância (ANOVA) com $p<0,05$ e aplicado o teste de Dunnett para comparar as dietas experimentais com o controle.

ANÁLISES E RESULTADOS

Desenvolvimento biológico

Visando avaliar a influência de substratos compostos por diferentes níveis de farinha da casca da banana em substituição ao farelo de trigo na reprodução do *Tenebrio molitor,* 6g de indivíduos adultos (matrizes) não sexados foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos e quatro repetições durante um período de oito dias. A Figura 2 apresenta o número total de larvas desenvolvidas nos tratamentos ao final de 76 dias após a retirada das matrizes das unidades experimentais.



A = Larvas nascidas no tratamento controle, com 100% farelo de trigo, total de 178 insetos; B = Larvas nascidas no tratamento com 25% de farinha da casca da banana, total de 222 insetos; C = Larvas nascidas no tratamento com 50% de farinha da casca da banana, total de 702 insetos; D = Larvas nascidas no tratamento contendo 75% de farinha da casca da banana, total de 950 insetos; E = Larvas nascidas no tratamento contendo 100% de farinha da casca da banana, total de 492 insetos.

Figura 2 – Eclosão e desenvolvimento de *Tenebrio molitor* iniciado com 6g de insetos adultos não sexados no período de oito dias para procriação, com desenvolvimento larval de 76 dias após a retirada das matrizes.
Fonte: Autores.

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

Os dados apontam que o percentual de farinha da casca da banana influencia positivamente na oviposição e na eclosão das micro larvas, evidenciando a aceitabilidade destes insetos para procriação em dietas contendo percentuais de (FCB). Nesse estudo, todos os tratamentos contendo a dieta experimental apresentaram, em valor numérico, quantidades elevadas de larvas quando comparada com controle, conforme observado na Figura 2.

Visando investigar a distribuição do número de larvas, a Figura 3 apresenta a variação do grupo de larvas nascidas entre os tratamentos. De acordo com os dados, o T4 (dieta composta por 75% de FCB) apresentou melhor desempenho em relação à uniformidade das distribuições entre as repetições dos grupos de larvas. O Boxplot do T4 indica que a distribuição entre quartis, quartil 1 e quartil 2 (Mediana), pelo menos 50% da distribuição do número de larvas abaixo da mediana tiveram mais larvas nas repetições quando comparadas com outros tratamentos. Através desse achado, é possível afirmar que no T4 os besouros adultos apresentaram padrões de reprodução mais uniformes entre as repetições quando comparadas com outros tratamentos.

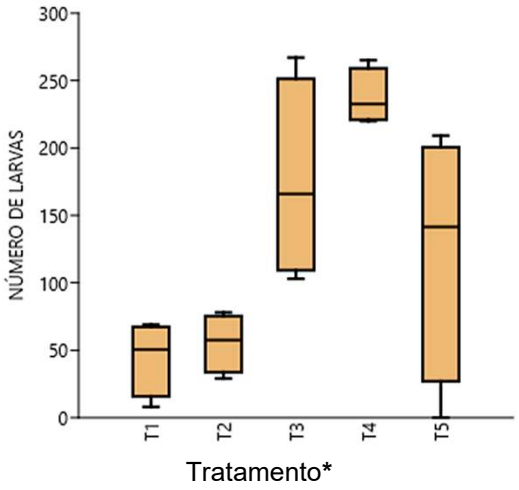


Figura 3 – Variação dos grupos de larvas nascidas em substratos composto por níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Ao avaliar os dados através da análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, os resultados indicaram que a inclusão de 50% e 75% de farinha da casca da banana promoveu um potencial reprodutivo que se difere estatisticamente ($P<0,05$), dos demais tratamentos. Os dados apresentados na Tabela 2 relacionam a

quantidade (g) inicial das matrizes, o número final de larva, o ganho de peso durante 76 dias e o peso vivo por larva em função das dietas ofertadas.

Tabela 2 – Reprodução e desenvolvimento de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas sob percentuais crescentes de farinha da casca da banana.

Nível de farinha da casca da banana (%)		Desenvolvimento das larvas				
		Tenébrios adultos não sexados durante 8 dias	Número final de larvas		Peso vivo após 76 dias	Peso vivo por larva
		Média (g)	Média (g)	Desvio padrão	Média (g)	Média (mg)
T1	0%	6,0	44,5	23,817	1,559	0,035
T2	25%	6,0	55,5	18,688	2,069	0,037
T3	50%	6,0	175,5*	64,608	5,553*	0,031
T4	75%	6,0	237,5*	17,727	4,120*	0,017
T5	100%	6,0	123	79,771	0,419	0,003
P-valor			0,000*		0,000*	

Fonte: Autores
Nota: *Resultado significativo pela ANOVA, p-valor <0,05.

Quanto ao ganho de peso entre as unidades experimentais, os tratamentos contendo T3 e T4 são iguais estatisticamente, diferindo-se do controle e das demais unidades experimentais (P<0,05). Os achados revelam que percentuais de 50% a 75% de farinha da casca da banana proporcionam condições efetivas para o desenvolvimento produtivo.

A distribuição do ganho de peso de larvas nascidas em substratos composto por níveis crescentes de farinha da casca da banana é apresentada na Figura 4. Os dados apontam que a amostra do T4 apresenta menor variação amostral no ganho de peso quando comparada ao T3, tendo uma melhor uniformidades de ganho de peso entre os tratamentos. Porém, ao analisar o diagrama de caixa do T3, a posição do percentil do quartil 1 apresenta valores em ganho de peso (mg) maiores que o percentil do quartil 3 da amostra T4, ficando evidente a efetividade do percentual de 50% da dieta utilizada no tratamento.

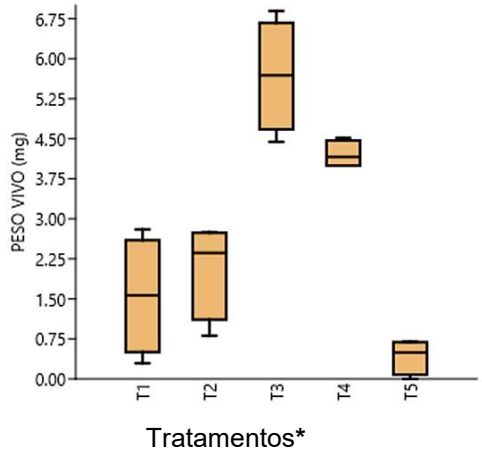


Figura 4 – Distribuição do peso vivo de larvas nascidas em substratos composto por níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Ao associar o ganho médio de peso com a média do número de insetos por unidade experimental: ganho de peso (Média) / número de larvas (Média) = peso vivo por larva, os percentuais entre as dietas dos tratamentos T1, T2 e T3 indicaram melhor efeito de ganho de peso quando comparados aos percentuais das dietas dos tratamentos T4 e T5 (Figura 5). Os achados indicam que níveis de até 50% de FCB são eficientes para que as micro larvas de *T. molitor* tenham melhor ganho de peso após o nascimento.

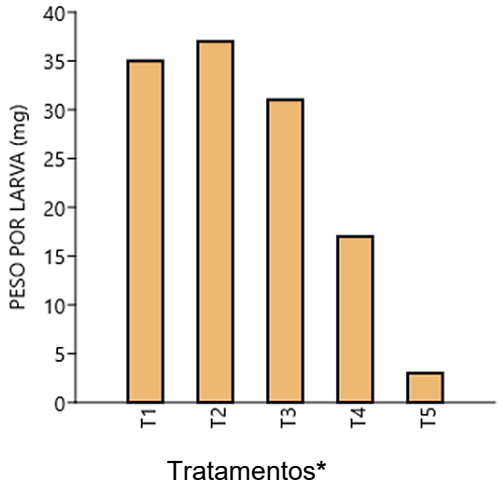


Figura 5 – Distribuição da média do peso vivo por larvas nascidas em substratos compostos por níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Autores
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Desempenho zootécnico

Avaliando o desempenho zootécnico, apresentado na Tabela 3, os dados analíticos mostram diferença significativa nas dietas experimentais ofertadas de modo crescente em substituição ao farelo de trigo (T1), nas seguintes variáveis: PV, GP, CR e CA.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico de larvas de *T. molitor*, com 60 dias após a eclosão, alimentadas por 12 dias com níveis crescentes de farinha da casca da banana.

Nível de farinha da casca da banana (%)		Desempenho das larvas de T. molitor			
		PV	GPG	CR	CA
T1	0%	2,302B	0,302B	0,538B	1,962B
T2	25%	2,588B	0,588B	0,81B	1,408B
T3	50%	2,554B	0,554B	0,67B	1,278A
T4	75%	2,67A	0,67A	0,24B	0,337A
T5	100%	2,23B	0,232B	0A	0A
P-valor		*0,007	*0,007	*0,000	*000

Fonte: Autores.
Notas: *Resultado significativo pela ANOVA, p-valor <0,05. As médias não rotuladas com a letra B são significativamente diferentes da média do nível de controle. **CV = Coeficiente de variação; CR = Consumo de ração = total fornecido – total de sobras de ração, em 12 dias de experimento; GPG = Ganho de peso por grupos, de 60 aos 72 dias de idade; CA = Conversão alimentar (Consumo de ração/ Ganho de peso).

Na análise do peso vivo, os insetos alimentados com 75% de farinha da casca da banana diferem estatisticamente (P<0,05) do tratamento controle e dos demais tratamentos. Por meio do peso vivo (PV), foi calculado o ganho de peso (GP) ao mensurar a diferença do peso inicial das unidades experimentais com o peso vivo. Os dados indicam que 75% de farinha da casca da banana é estatisticamente diferente (P<0,05) da dieta controle.

As Figuras 6 e 7 representam, via Boxplot, os dados amostrais do peso vivo e ganho de peso, respectivamente. Na Figura 6, a posição da mediana do tratamento T4 mostra que o percentil de 50% das amostras do grupo de larvas, após a dieta contendo 75% de FCB, apresentam peso viso próximos a 2,7g, quando comparado com 2,2g do tratamento controle (T1). É possível perceber que mesmo não apresentando diferença significativa (P>0,05) como mostra a Tabela 3, os diagramas de caixa dos tratamentos T2 e T3 tanto no peso vivo quanto em ganho de peso,

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

conforme a Figura 7, indicam a posição da mediana, quartil 2: percentil 50%, que atinge valores de 0,6mg, comparados com 0,2mg na amostra do tratamento controle.

Quanto ao consumo de ração (CR), a dieta contendo 100% de FCB difere estatisticamente da dieta controle (P<0,05), e os dados apresentados na Figura 8 apontam no tratamento (T5) baixo consumo ou nenhum consumo da dieta pelos insetos. O tratamento (T3) apresenta maior distribuição do consumo de ração na posição interquartil, quando comparado com as demais amostras, no entanto, conforme a Tabela 3, a amostra é igual estatisticamente ao tratamento controle (T1).

Ao associar o consumo de ração (dieta) com o ganho de peso apresentadas na Tabela 3, não foi encontrada diferença significativa entre 100% e a dieta controle 0%. Esse resultado pode indicar eficiência na conversão alimentar.

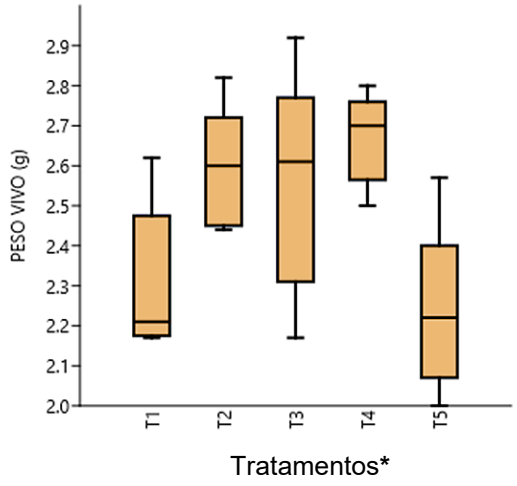


Figura 6 – Peso vivo de larvas de *T. molitor* alimentadas por 12 dias com níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Autores.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Ao calcular o consumo total das dietas com o ganho médio de peso, conforme já apresentado na Tabela 3, foi observado que a avaliação da conversão alimentar indicou diferença significativa (P<0,05) dos níveis de 50%, 75% e 100% entre as dietas ofertadas com a farinha da casca da banana e o tratamento controle 0% pelo teste de Dunnett. Os dados são apresentados pelo Boxspot na Figura 9. À medida que aumenta a inclusão da dieta experimental (FCB), a conversão alimentar é influenciada positivamente pela substituição da dieta controle, farelo de trigo, demostrando que a presença da farinha da casca da banana nos tratamentos possibilitou melhor resultado em ganho de peso com menor consumo de ração.

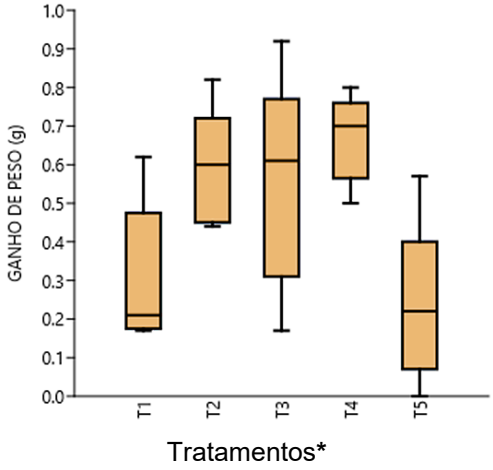


Figura 7 – Ganho de peso de larvas de *T. molitor* alimentadas por 12 dias com níveis crescentes de farinha da casca da banana
Fonte: Autores.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

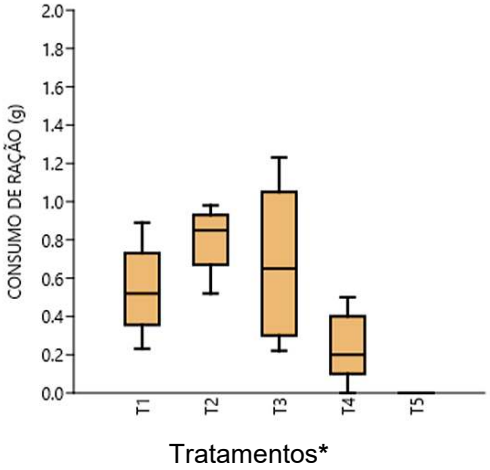


Figura 8 – Consumo de ração das larvas de *T. molitor* alimentadas por 12 dias com níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Estudos zootécnicos confirmam o potencial da proteína de insetos para alimentação animal. Bovera et al. (2016) identificaram que a farinha de larvas de *T. molitor* pode ser uma fonte alternativa de proteína adequada para frangos de corte em crescimento e quando usada como principal contribuinte de proteína para a dieta, substituindo completamente a soja.

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025

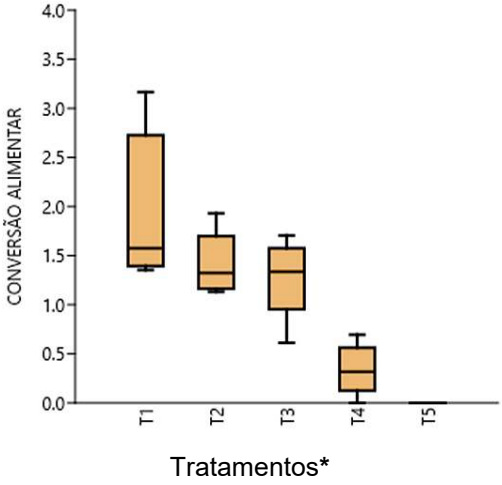


Figura 9 – Conversão alimentar de larvas de *T. molitor* alimentadas por 12 dias com níveis crescentes de farinha da casca da banana.
Fonte: Autores.
Nota: *T1: Dieta controle (100% farelo de trigo); T2: 75% de T1 + 25% de (FCB); T3: 50% de T1 + 50% de (FCB); T4: 25% de T1 + 75% de (FCB); T5: 100% de (FCB).

Volpato et al. (2022) avaliaram o efeito da substituição do farelo de trigo por níveis crescentes de farinha de biofloco de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) no desenvolvimento de larvas de *T. molitor*, porém os dados não apresentaram resultados satisfatórios quanto ao desempenho produtivo das larvas nos níveis que foram avaliados.

No presente estudo, a utilização da farinha da casca da banana como dieta para produção de *T. molitor* contribui para o uso sustentável de resíduos orgânicos. A bioconversão de um resíduo agroindustrial sem efeitos palatáveis e de difícil digestão em um produto biológico, com alto valor nutricional, indica a importância de mais estudos viabilizando a produção massal de larvas de *T. molitor*, para incrementação nas dietas dos animais. A produção de farinha de *T. molitor*, dessa forma, emerge como uma proteína de inseto com impactos positivos na produção de alimentos mais sustentáveis e que mitiga os impactos negativos oriunda da expansão agroindustrial.

Arcanjo e Costa (2022), avaliando a utilização de resíduos de frutos na produção e composição nutricional da larva de *T. molitor*, identificaram a dificuldade das larvas estudadas em assimilar o resíduo do cacau e converter em peso vivo, gerando atraso na insta, diferenciando-se dos grupos alimentados com outras dietas.

Produzir proteína de insetos para alimentação animal a partir de resíduos da agroindústria pode baratear os gastos com a ração servindo como alternativa de

adição ou substituição total dos principais concentrados proteicos, como o farelo de soja e o farelo de trigo.

CONCLUSÕES

Dessa forma, conclui-se que a farinha da casca da banana atuou como um resíduo alternativo no desenvolvimento biológico e zootécnico do *T. molitor*, podendo ser incrementada na dieta destes insetos em até 50% no manejo reprodutivo e 75% ao período de engorda. Desse modo, os achados evidenciam a possibilidade da utilização do resíduo da banana destinada a produção massal de *T. molitor* como fonte de proteína emergente na alimentação animal de forma mitigatória e sustentável em substituição aos principais concentrados.

REFERÊNCIAS

ANTHES, E. Billions more hungry mouths are going to put more strain on the planet's resources. Can eating creepy crawlies offer a solution? **Emily Anthes Reports**, 2014. Disponível em: http://www.bbc.com/future/story/20141014-time-to-put-bugs-on-the-menu. Acesso em: 16 abril 2025.

ARCANJO, M. C. N.; COSTA, D. V. Utilização de resíduos de frutos na produção e composição nutricional da larva de *Tenebrio molitor*. **Ciência Animal**, v. 32, n. 3, p. 27-37, 2022.

ATHAYDE, C. S. **Análise dos resíduos gerados pela bananicultura como possível fonte de geração de energia**. 2014. 166 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BOVERA, F.; LOPONTE, R.; MARONO, S.; PICCOLO, G.; PARISI, G.; IACONISI, V.; GASCO, L.; NIZZA, A. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 2, p. 639-647, 2016.

SOUZA, M.S.; SALMAN, A.K.D.; ANJOS, M.R.; SAUSEN, D.; PEDERSOLI, M.A.; PEDERSOLI, N.R.N.B. Serviços ecológicos de insetos e outros artrópodes em sistemas agroflorestais. **Revista Educamazônia**, v. 20, n. 1, p. 22-35, 2018.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Homepage da FAO, 2011. Disponível em: www.FAO.org. Acesso em: 18 jan. 2025.

GAZZONI, D. L. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, 2017.

GRAU, T.; VILCINSKAS, A.; JOOP, G. Sustainable farming of the mealworm Tenebrio molitor for the production of food and feed. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 72, n. 9/10, p. 337-349, 2017.

MAKKAR, H.P.; TRAN, G.; HEUZÉ, V.; ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, n. 197, p. 1-33, 2014.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F. S.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. S. **Intensificação sustentável da agricultura brasileira**: cenários para 2050. v. 33, 2024.

MATSSURA, M. L. S. F.; MATSSURA, F. C. A. U. **Processamento – Banana. 2021**. Disponível em: **Produtos - Portal Embrapa**. Acesso em: 16 mar. 2025.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29)

TOVIHO, O. A.; BÁRSONY, P. Nutrient composition and growth of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) at different ages and stages of the life cycle. **Agriculture**, v. 12, n. 11, p. 1924, 2022.

VOLPATO, M. M.; BECKERS, A. T.; BORILLE, R.; PEROTTONI, J. Desempenho produtivo de larvas de tenébrio alimentadas com níveis crescentes de biofloco em substituição ao farelo de trigo. In: COLÓQUIO NACIONAL, 5., INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS, 1., Santa Maria. **Anais**... Universidade Federal de Santa Maria Campus Palmeira das Missões, 2022. Disponível em: Desempenho-produtivo-de-larvas-de-tenebrio-alimentadas.pdf. Acesso em: 12 jun 2025.