DESEMPENHO PRODUTIVO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE *Tenebrio molitor* ALIMENTADO COM CASCA DA AMÊNDOA DE CACAU

PRODUCTIVE PERFORMANCE AND NUTRITIONAL EVALUATION OF *Tenebrio molitor* FED WITH COCOA ALMOND SHELL

DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE *Tenebrio molitor* ALIMENTADO CON CÁSCARA DE ALMENDRA DE CACAO

SOUZA, Neilton Santos de
Pós-graduado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. 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; neilton_souza2007@hotmail.com

OLIVEIRA, Greice Quele da Conceição
Graduada 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. Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Belo Jardim. Avenida Sebastião Rodrigues da Costa, S/N – Bairro São Pedro - CEP: 55155-730. Belo Jardim, Pernambuco; Guilherme.nascimento@ifbaiano.edu.br

RESUMO
Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho biológico e zootécnico das larvas do inseto *Tenebrio molitor* alimentadas sob níveis crescentes da casca da amêndoa de cacau (CAC), bem como determinar a qualidade nutricional das larvas e das dietas fornecidas. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições. O tratamento controle foi constituído de 100% farelo de trigo e os tratamentos experimentais com inclusão de 25, 50, 75 e 100% de CAC. No desenvolvimento biológico, foram avaliados o número total e o peso total das larvas. No desempenho zootécnico foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Houve diferença significativa (P<0,05) no peso total e ganho de peso dos insetos, tendo os níveis de inclusão da dieta experimental influenciando negativamente. Ao final do experimento de desempenho zootécnico, foram realizadas análises bromatológicas nas larvas e nas dietas previamente fornecidas aos tratamentos, no que resultou que apenas T3 (50%) apresentou aumento no percentual aparente em relação ao controle. Apesar disso, as dietas suplementadas com a casca da amêndoa de cacau não foram eficientes para a produção e cultivo de *T. molitor*, especialmente por influenciar negativamente no desenvolvimento biológico e zootécnico das larvas estudadas.

Palavras-chave: Avaliação nutricional; Dietas; Análise.

ABSTRACT
This study aimed to evaluate the biological and zootechnical performance of *Tenebrio molitor* larvae fed increasing levels of cocoa almond shell (CAS), as well as determine the nutritional quality of the larvae and the diets provided. A completely randomized design was adopted, with five treatments and five replicates. The control treatment consisted of 100% wheat bran, and the experimental treatments included 25, 50, 75, and 100% CAS. For biological development, the total number and total weight of larvae were evaluated. For zootechnical performance, feed intake, weight gain, and feed conversion were evaluated. There was a significant difference (P<0.05) in the total weight and

weight gain of the insects, with the inclusion levels of the experimental diet having a negative influence. At the end of the zootechnical performance experiment, bromatological analyses were performed on the larvae and the diets previously provided to the treatments, resulting in only T3 (50%) showing an increase in the apparent percentage compared to the control. Despite this, diets supplemented with cocoa bean shells were not efficient for the production and cultivation of T. *molitor*, especially because they negatively influenced the biological and zootechnical development of the larvae studied.

Keywords: Nutritional evaluation; Diets; Analysis.

RESUMEN
Este estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño biológico y zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas con niveles crecientes de cáscara de almendra de cacao (CAC), así como determinar la calidad nutricional de las larvas y las dietas proporcionadas. Se adoptó un diseño completamente aleatorizado, con cinco tratamientos y cinco réplicas. El tratamiento control consistió en 100% salvado de trigo, y los tratamientos experimentales incluyeron 25, 50, 75 y 100% CAC. Para el desarrollo biológico, se evaluó el número y el peso totales de larvas. Para el desempeño zootécnico, se evaluó el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Hubo una diferencia significativa ($P < 0,05$) en el peso total y la ganancia de peso de los insectos, con los niveles de inclusión de la dieta experimental teniendo una influencia negativa. Al final del experimento de desempeño zootécnico, se realizaron análisis bromatológicos en las larvas y las dietas proporcionadas previamente a los tratamientos, resultando en que solo T3 (50%) mostró un aumento en el porcentaje aparente en comparación con el control. A pesar de esto, las dietas suplementadas con cáscara de cacao no fueron eficientes para la producción y cultivo de *T. molitor*, especialmente porque influyeron negativamente en el desarrollo biológico y zootécnico de las larvas estudiadas.

Palabras-clave: Evaluación nutricional; Dietas; Análisis.

INTRODUÇÃO

Promover a circularidade dos recursos naturais, garantindo economia e sustentabilidade, é primordial atualmente. No sistema econômico contemporâneo, a alimentação animal é majoritariamente dependente da alta produtividade de produtos e subprodutos do agronegócio.

Cerca de 36% das calorias produzidas por meio da agricultura no mundo são destinadas à alimentação animal e apenas 12% para a dieta humana, por meio de carnes e outros produtos de origem animal (CASSIDY et al., 2013 apud VILELLA, 2018). Os solos usados para a agricultura estão sendo erodidos pela água e pelo vento em uma proporção de 10 a 40 vezes maior do que a sua capacidade de regeneração, e sofrendo de 500 a 10 mil vezes mais erosão do que os solos florestados (DIAMOND, 2007).

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 autovalor biológico para nutrição animal e humana.

Dentre os frutos da agroindústria mais comercializados, o cacau é o fruto da árvore tropical *Teobroma cacao* L. que é produzido com a finalidade de comercialização de suas amêndoas. Com o processamento da amêndoa de cacau (torrefação e descascamento) para a fabricação do chocolate, ocorre a liberação de um resíduo constituído de uma

mistura da casca e nibs[1], ainda pouco estudado (GRILLO et al., 2018). Diante da alta produção e comercialização desse produto, os resíduos oriundos do processamento acabam sendo descartados.

A literatura salienta que alguns insetos possuem a capacidade de modificar resíduos com baixa taxa nutritiva e de transformá-los em resíduos de alto teor proteico (LORINI et al., 2015). A facilidade no manejo do *Tenebrio molitor*, combinada com um relativo baixo custo de produção, torna-o uma alternativa democrática para a produção sustentável de proteína de origem animal, especialmente em países subdesenvolvidos (LÄHTEENMÄKI-UUTELA et al., 2017 apud ARCANJO; COSTA 2022, p. 28).

Segundo Makkar *et al*. (2014), a farinha desse inseto pode fornecer qualidade nutricional proteica semelhante aos componentes das rações tradicionais, tornando-se uma possível substituta ao uso dessas rações na alimentação animal.

A produção de larvas de *T. molitor* destinada ao segmento *pet food* apresenta-se como opção viavelmente sustentável aos principais concentrados proteicos convencionais: farelo de soja e farelo de trigo. No entanto, de acordo com Souza *et al*. (2025), 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.

Dessa forma, mitigar a dependência do uso de subprodutos da agroindústria na alimentação dos tenébrios, desenvolvendo estratégias que convertam resíduos frutíferos da agroindústria em biomassa de autovalor biológico, tem importância. Portanto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o desempenho biológico e zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas sob níveis crescentes da casca da amêndoa de cacau (CAC) e determinar a qualidade nutricional mediante análises bromatológicas.

METODOLOGIA

Os procedimentos foram conduzidos nos laboratórios científicos de Zoologia e no Núcleo de Estudos e Produção Avícola (NEPAV), na Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Santa Inês, entre os dias 20 de março e 02 de junho de 2024.

Para a condução do experimento, foram obtidos de uma unidade de criação de insetos localizada no município de Jaguaquara, Bahia, espécimes adultos de *Tenebrio molitor* em fase de maturação sexual, bem como larvas com 60 dias de idade pós-eclosão. A referida granja possui produção voltada à alimentação animal e ao desenvolvimento de pesquisas científicas.

Para avaliar a resposta fisiológica, os insetos foram mantidos em recipientes plásticos de capacidade 250 ml, com tamanho, diâmetro da boca e diâmetro da base de 6cm x 10cm x 7,5cm, respectivamente. Foi adotado delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições.

[1] O nibs de cacau é o grão torrado e quebradinho, antes de virar chocolate. Ou seja, é cacau puro, sem açúcar, gordura ou aditivos. Ele tem gosto forte, levemente amargo. Extraído de: https://www.tudosobrecacau.com.br/blog/19981-nibs-de-cacau-como-consumir-. Acesso em 22 set 2025.

O controle (T1) foi constituído de 100% farelo de trigo (FT) e os tratamentos experimentais com inclusão de 25%, 50%, 75% e 100% de casca da amêndoa de cacau (CAC). A composição da CAC é apresentada no Quadro 1 e a composição calculada das dietas experimentais é apresentada na Tabela 1.

Quadro 1 – Composição centesimal da casca da amêndoa de cacau torrada.

Nutrientes	*MS %
Proteína Bruta	16,3 %
Extrato Etéreo	8,0 %
Fibra em Detergente Neutro	52,7 %
Fibra em Detergente Ácido	37,9 %

Fonte: Autores.
Nota: *MS = Matéria seca.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais.

Tratamentos	Nível de CAC %	Composição
T1*	0%	10 g de farelo de trigo (dieta controle)
T2	25%	7,5 g de farelo de trigo + 2,5 g de CAC
T3	50%	5,0 g de farelo de trigo + 5,0 g de CAC
T4	75%	2,5 g de farelo de trigo + 7,5 g de CAC
T5*	100%	10 g de CAC (dieta experimental integral)

Fonte: Autores.
Notas: *T1 = Dieta controle 100% farelo de trigo; **T5 = Dieta com 100% de casca de amêndoa de cacau (CAC).

Tratamento experimental do desempenho biológico

Cada tratamento foi composto por três casais de *T. molitor* na fase adulta e 10g da dieta experimental. Os insetos permaneceram durante 72 horas para procriação nos recipientes conforme está apresentada na Figura 1. A sexagem dos casais foi realizada com base nas diferenças morfológicas decorrentes do dimorfismo sexual entre machos e fêmeas, utilizando-se uma lente de aumento manual (lupa de mão); machos e fêmeas foram separados considerando as diferenças sexuais nas seguintes partes: cabeça; escudo: posição dorsal; e abdômen: posição ventral.

Figura 1 – Esquema de distribuição dos casais de *Tenebrio molitor* nos tratamentos experimentais durante o período reprodutivo (72 horas), realizado no Laboratório Científico de Zoologia, Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Santa Inês.



Fonte: Autores.

Após a retirada dos insetos adultos, os tratamentos foram monitorados para acompanhar a eclosão e o surgimento de microlarvas, mantendo-se esse acompanhamento até a coleta de dados, realizada 65 dias após a retirada das matrizes.

Tratamento experimental do desempenho zootécnico

Cada tratamento consistiu em grupos de larvas com peso inicial de 2 (g), alimentados com 10 (g) da dieta experimental e 2 (g) de cenoura como fonte de umidade. A coleta de dados foi realizada a cada sete dias, totalizando 21 dias de experimento. Em cada coleta foi renovada a fonte de umidade. Na Figura 2 estão apresentados os tratamentos para avaliação de desempenho zootécnico. As composições das dietas experimentais utilizadas nos experimentos e os valores nutricionais seguem na Tabela 2.

Figura 2 – Tratamentos experimentais para avaliação do desempenho zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor* ao longo de 21 dias, realizados no Núcleo de Estudos e Produção Avícola (NEPAV).



Fonte: Autores.

Tabela 2 – Valores (média) em percentuais de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) presentes nas diferentes dietas utilizadas para avaliar o desenvolvimento biológico e zootécnico de larvas do *Tenebrio molitor.*

	Nível da casca da amêndoa de cacau (%)	PB (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)
T1	0%	14,5 %	3,6 %	42,7 %	38,0 %
T2	25%	14,9 %	4,7 %	45,2 %	38,0 %
T3	50%	15,4 %	5,8 %	47,7 %	37,9 %
T4	75%	15,8 %	6,9 %	50,2 %	37,9 %
T5	100%	16,3 %	8,0 %	52,7 %	37,9 %

Fonte: Autores.
Nota: *T1 = Dieta controle (100% farelo de trigo); T2 = 75% de farelo de trigo + 25% de casca de amendo de cacau; T3 = 50% de farelo de trigo + 50% de casca de amêndoa de cacau; T4 = 25% de farelo de trigo + 75% de casca de amêndo de cacau; T5 = 100% de casca de amêndoa de cacau.

Variáveis avaliadas

Desenvolvimento biológico

Foi avaliada a influência das dietas utilizadas como substrato para a oviposição dos tenébrios. Após 65 dias, foram avaliados o número final de larvas vivas por tratamentos e o peso vivo relativo no final do experimento.

Na avaliação do número final de larvas vivas por tratamento, foi contabilizada a soma das larvas presentes nas repetições, representando o número total de larvas por tratamento. Quanto ao peso vivo no final do experimento, cada grupo de larvas foi submetido à pesagem em balança analítica, previamente calibrada, onde a soma das repetições corresponde ao peso (g) total de cada tratamento.

Desempenho zootécnico

O experimento durou 21 dias e a coleta de dados foi realizada a cada sete dias, a partir das seguintes variáveis de desempenho: Consumo da ração, ganho de peso e conversão alimentar.

O cálculo de consumo de ração foi dado pela subtração da quantidade de ração fornecida (g) menos a sobra de ração não consumida (g). O ganho de peso foi calculado a partir do peso final das larvas (g), menos o peso inicial (g). A conversão alimentar foi dada pela divisão do consumo total de ração (g) pelo ganho de peso das larvas (g).

Análises estatísticas do desenvolvimento biológico e zootécnico

Os resultados foram organizados em tabela por meio do programa excel 2016 para serem submetidos a Análise da Variância (ANOVA), com índice de confiança de 95% e nível de significância 0,5%. Os dados estatísticos apresentaram diferença significativa com

p<0,05. Após as análises, foi aplicado o teste de Tukey no R para evidenciar as diferenças entre os tratamentos.

Análises bromatológicas

A composição química das amostras foi determinada por meio da análise dos teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

O teor de PB foi obtido pelo método de Kjeldahl, que quantifica o nitrogênio total presente na amostra, sendo posteriormente convertido em proteína por meio do fator 6,25. O EE foi determinado por extração com éter de petróleo em aparelho tipo Soxhlet, conforme metodologia clássica para quantificação de lipídios.

As frações fibrosas (FDN e FDA) foram analisadas segundo o método de detergentes desenvolvido por Van Soest (1963). A FDN representa a fração composta por hemicelulose, celulose e lignina, enquanto a FDA corresponde à fração de celulose e lignina. As análises foram conduzidas conforme os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Após a coleta dos dados bromatológicos das larvas, os resultados foram submetidos a cálculos percentuais aparentes (Δ%), feitos com base na diferença relativa entre os teores nutricionais presentes nas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento biológico

Visando avaliar a influência do substrato (dieta) na reprodução, fica evidente a aceitabilidade destes insetos para procriação em dietas que ofereçam condições adequadas para o desenvolvimento da prole. A quantidade de larvas do tratamento controle (T1) foi estatisticamente diferente (P<0,05) do tratamento contendo 100% de CAC, conforme a Tabela 3. Apesar do valor numérico das larvas declinar à medida que os percentuais de CAC aumentaram até os níveis de 75% da dieta experimental, não houve diferença significativa entre os níveis 0, 25, 50 e 75% da dieta testada.

Quanto ao peso total, o tratamento (T1) difere dos demais contendo dietas experimentais (P<0,05). Com base nos resultados apresentados, fica evidente a seletividade destes insetos quanto ao substrato, tendo em vista que no modo de manejo de criação e produção de *Tenebrio molitor*, o substrato caracterizado como a própria ração (Dieta), que também serve como abrigo e local para procriação, é um fator crucial para o desempenho da produção.

Buscando relacionar os resultados deste experimento com achados de outros estudos, Arcanjo e Costa (2022) identificaram que os tenébrios submetidos à dieta suplementada com resíduo do cacau obtiveram menor atuação de desenvolvimento, ou seja, a quantidade de larvas nascidas foi menor quando se comparou com as outras dietas. Por exemplo, Volpato *et al*. (2022) identificaram que a inclusão da farinha de biofloco de tilápia-do-nilo, em substituição ao farelo de trigo na alimentação das larvas de *T. molitor*, diminuiu a eficiência na produção.

Avaliando o desenvolvimento e a parte nutricional de larvas de *T. molitor* alimentadas com aveia, trigo e soja, Souza e Teles (2011) relataram que o farelo de trigo obteve melhor resultado nas análises de desenvolvimento larval, incluindo ganho de peso, taxa de crescimento e eficiência alimentar. Já Souza *et al*. (2025) avaliaram o uso da farinha da casca da banana em substituição ao farelo de trigo e concluíram que a farinha da casca da banana atuou como um resíduo alternativo no desenvolvimento biológico, podendo ser incrementada na dieta destes insetos em até 50% no manejo reprodutivo.

Tabela 3 – Desenvolvimento das larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas com níveis crescentes da casca de amêndoa de cacau.

Nível da casca da amêndoa de cacau (%)		Desenvolvimento das larvas	
		Número total	Peso total (g)
T1	0%	110,5A ± 26,6	4,75A ± 1,2
T2	25%	52,8AB ± 16,6	1,14B ± 0,3
T3	50%	49,8AB ± 14,3	0,69B ± 0,1
T4	75%	57,8AB ± 14,6	0,66B ± 0,1
T5	100%	17,0B ± 7,5	0,10B ± 0,0
CV		75,29	138,61
P-valor		0,024*	0,0001*

Fonte: Autores.
Notas: *ANOVA a 5% seguido do teste de Tukey. Tratamentos com mesma letra indicam médias estaticamente iguais. Letras sobrescritas (AB) indicam que as médias não diferem estatisticamente entre si da letra (A). Letra (B) difere estatisticamente da letra (A).

Desempenho zootécnico

Avaliando o consumo da ração em valores numéricos, observou-se que à medida que o percentual da casca da amêndoa de cacau aumenta, o consumo apresenta tendência de diminuição, diferindo estatisticamente em percentuais crescentes da dieta experimental. Na tabela 4 são apresentados os dados de desempenho zootécnicos das larvas de *T. molitor*.

No ganho de peso, houve diferenças estatísticas entre o tratamento controle e as demais dietas experimentais, sendo os percentuais da casca da amêndoa de cacau diferentes ($P<0,05$) do tratamento controle. Os resultados indicam que à medida que 25% são incrementados na dieta experimental, a efetividade em ganho de peso diminui. Dessa forma, a atuação da casca da amêndoa de cacau nesse experimento revelou ser um fator que influencia negativamente no desempenho desses insetos, como mostra a Figura 3.

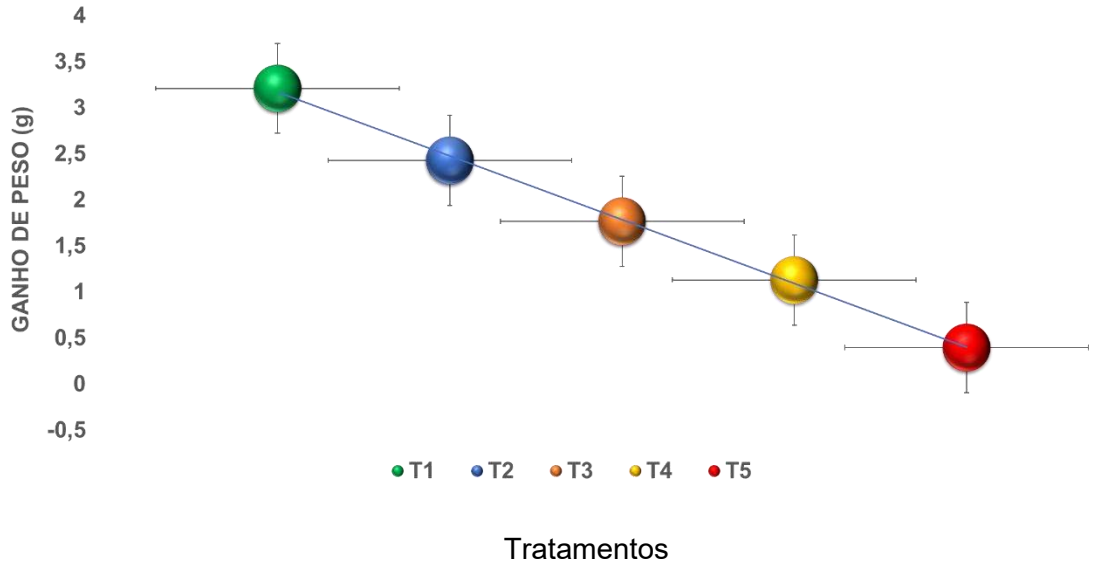
A conversão alimentar indica igualdade entre 0% a 75%, diferindo de 100% de casca de amêndoa de cacau. As análises apontam que, mesmo estando em menor percentual nas dietas experimentais, a presença do farelo de trigo potencializa a eficiência alimentar, de acordo com a porção na dieta ofertada.

Tabela 4 – Desempenho zootécnico de larvas de *Tenebrio molitor,* com 60 dias após a eclosão, alimentadas por 21 dias com percentuais crescentes da casca de amêndoa de cacau.

Nível da casca da amêndoa de cacau (%)		Desempenho das larvas de *T. molitor*		
		Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar (g)
T1	0%	15,49A ± 0,05	3,21A ± 0,14	4,86A ± 0,22
T2	25%	14,01AB ± 0,24	2,43B ± 0,20	5,91A ± 0,06
T3	50%	13,57BC ± 0,17	1,76C ± 0,06	7,73A ± 0,35
T4	75%	12,78CD ± 0,41	1,13D ± 0,03	11,36A ± 0,37
T5	100%	10,45D ± 0,26	0,39E ± 0,08	35,91B ± 11,72
P-valor		0,0001*	0,0001*	0,002*

Fonte: Autores.
Nota: *ANOVA a 5% seguido do teste de Tukey; tratamentos com mesma letra indicam médias estaticamente iguais.

FIGURA 3 – Desempenho zootécnico de larvas de *T. molitor,* com 60 dias após a eclosão, alimentadas por 21 dias com diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por casca de amêndoa de cacau.



Fonte: Autores.
Nota: *T1 = Dieta controle (100% farelo de trigo); T2 = 75% de T1 + 25% de casca de amêndoa de cacau; T3 = 50% de T1 + 50% de casca de amêndoa de cacau; T4 = 25% de T1 + 75% de casca de amêndoa de cacau; T5 = 100% de casca de amêndoa de cacau.

Souza *et al*. (2025), ao avaliarem o uso da farinha da casca da banana no desempenho zootécnico das larvas do *T. molitor*, evidenciaram diferenças significativas (P<0,05) nas dietas experimentais ofertadas de modo crescente em substituição ao farelo de trigo, no peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e na conversão alimentar.

Geralmente, os insetos tendem a selecionar alimentos que possam lhes fornecer nutrientes suficientes para promoção de crescimento e desenvolvimento ideal, com a finalidade de gerar adultos reprodutivamente competitivos (PANIZZI e PARRA, 2016).

Neste estudo, os valores de PB, EE e FDN presentes na dieta experimental (CAC), tiveram percentuais superiores aos que foram encontrados no tratamento controle (apresentados na Tabela 2). Porém, segundo Carvalho *et al*. (2004), a boa aceitabilidade de subprodutos de cacau pelos animais é limitada quando, em decorrência do tipo de processamento utilizado para sua obtenção, os autores sinalizam que a teobromina presente nesses resíduos é considerada tóxica e pode limitar o incremento do farelo na dieta dos animais.

Análise bromatológica das larvas

A Tabela 5 apresenta os efeitos da inclusão crescente de casca de amêndoa de cacau (CAC) nas dietas de larvas de *T. molitor*, avaliando os teores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Tabela 5 – Diferença percentual aparente (Δ%) de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) presentes nas larvas de Tenébrios alimentados com dietas à níveis crescentes de casca de amêndoa de cacau (CAC) em relação ao controle.

Nível de CAC (%)		PB (%)	ΔPB (%)	EE (%)	ΔEE (%)	FDN (%)	ΔFDN (%)	FDA (%)	ΔFDA (%)
T1	0%	36,2 %	—	31,2 %	—	60,2%	—	35,7 %	—
T2	25%	32,6 %	↓ 9,9%	33,4 %	↑ 7,0%	52,2 %	↓ 13,2%	34,3 %	↓ 4,0%
T3	50%	37,2 %	↑ 2,7%	32,3 %	↑ 3,7%	74,7 %	↑ 24,1%	42,8 %	↑ 19,8%
T4	75%	32,0 %	↓ 11,4%	**	**	47,4 %	↓ 21,3%	36,6 %	↑ 2,4%
T5	100%	33,9 %	↓ 6,3%	**	**	48,1 %	↓ 20,1%	40,6 %	↑ 13,5%

Fonte: Autores.
Notas: Dados de EE para T4 e T5 não analisados (**). Os valores de Δ% foram calculados em relação ao tratamento controle (T1 = 0% CAC). As setas indicam a direção da variação: ↑ aumento, ↓ redução.

Entre as variações de PB nos tratamentos com a inclusão de CAC, a menor concentração, com 32,0%, foi observada em T4 (75% CAC), apresentando uma redução de 11,4% em contraste ao controle. No entanto, houve um aumento de 2,7% em relação ao controle em T3 (50% CAC). Isso sugere que 50% da dieta experimental pode ter estimulado a retenção de proteína ou favorecido a síntese proteica, e que níveis acima de 50% podem afetar esse parâmetro.

Os dados de EE nos tratamentos disponíveis revelaram aumento nos teores lipídicos com a inclusão de CAC entre T2 (33,4%) e T3 (32,3%) com elevações de 7,0% e 3,7%, respectivamente. Os resultados podem indicar que o subproduto do cacau pode atuar no metabolismo, induzindo a síntese lipídica das larvas.

Já na FDN, houve variações amplas entre os tratamentos, com aumento de 24,1%, valor observado em T3 (74,7%), indicando que a inclusão de 50% da dieta experimental pode facilitar a ingestão de fibras insolúveis. Nos tratamentos T4 (47,4%) e T5 (48,1%), ambos apresentaram reduções acima de 20%; essas reduções podem estar associadas às limitações digestivas ou na seletividade nutricional das larvas.

Quanto à FDA, os dados revelam aumento progressivo com nível da dieta testada, exceto em T2. Em T3 (42,8%), houve aumento de 19,8%, a frente de T5 (40,6%) e T4 (36,6%). Isso pode estar relacionado com componentes presentes nos resíduos do cacau que dificultam a digestão e que desfavorecem a eficiência alimentar dessas larvas.

Nos resultados, a farinha obtida de *Tenebrio molitor* alimentados com casca de amêndoa de cacau (CAC) em substituição ao farelo de trigo (FT) apresentou um teor de proteína bruta de 33,9%, valor superior ao encontrado por Arcanjo e Costa (2022), que relataram 20,4% na farinha produzida a partir de dietas contendo farinha de cacau. Neste estudo, onde as larvas foram alimentadas com farelo de trigo, os resultados das análises do conteúdo proteico das larvas demonstraram 36,2% de proteína bruta, diferindo dos estudos de Takaia *et al*. (2023), que encontraram valor de 72,14%.

Na produção animal, o manejo das dietas é crucial à adequação nos percentuais proteicos, energéticos e fibrosos, pois condicionam qualidades e hábitos alimentares que promovem o desenvolvimento produtivo. Segundo a Embrapa (2012), o manejo nutricional na produção animal deve considerar a adequação dos teores de proteína bruta, extrato etéreo e fibras (FDN e FDA), pois esses parâmetros são essenciais para a formulação de dietas equilibradas, ajustadas à aptidão produtiva de cada espécie, promovendo melhor desempenho e hábitos alimentares saudáveis.

Tendo em vista que, mesmo apresentando aumentos nos percentuais aparentes em T3 (50%), os insetos avaliados não conseguiram assimilar essa porção de forma eficiente, refletindo em atraso no crescimento das larvas e no ganho de peso.

De acordo com Miller *et al*. (2019), a presença de proteína total em uma dieta não garante sua qualidade nutricional, pois o valor biológico da proteína, que está relacionado com a composição em aminoácidos essenciais e com digestibilidade, é o que realmente determina sua utilidade para o organismo.

Estudos como o de Mael (2024) indicam que o uso da casca da amêndoa de cacau como ingrediente em rações animais é limitado pela presença de fatores antinutricionais, dentre os quais a teobromina se destaca como o mais proeminente. Além da teobromina, outros compostos antinutricionais relevantes presentes na casca incluem taninos e fitatos, que comprometem a digestibilidade e a absorção de nutrientes essenciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os dados obtidos com este estudo, consideramos que a utilização da casca da amêndoa de cacau não é eficiente para a produção e cultivo do *Tenebrio molitor*, especialmente por influenciar negativamente no desempenho biológico e zootécnico das larvas estudadas. Visto isso, este estudo sugere novas pesquisas visando avaliar outros resíduos da agroindústria para alimentação desses insetos e a bioconversão de resíduos de baixo valor comercial em resíduo com alto valor proteico.

REFERÊNCIAS

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.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 919-925, 2004.

DIAMOND, J. **Colapso:** como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. 5. ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

EMBRAPA. **Planejamento alimentar para rebanhos leiteiros**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743402/Planejamento+Alimentar.pdf. Acesso em: 21 set. 2025.

GRILLO, G. *et al.* Cocoa bean shell waste valorisation; extraction from lab to pilot-scale cavitational reactors. **Food Research International**, v. 115, p. 200-208, 2018. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.057.

LORINI, I. *et al.* **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2015.

MAEL, S. H. Cocoa pod husk meal as a feed ingredient for livestock. **Food and Energy Security,** v. 13, n. 5, e70003, 2024. https://doi.org/10.1002/fes3.70003.

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, p. 1-33, 2014.

MILLER, G. D.; MURNAN, J.; DAVIS, J. A. **Nutrition and metabolism**. 2. ed. Boston: Pearson, 2019. p. 112-130.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. 1. ed. CRC Embrapa, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002.

SOUZA, N. S. de; OLIVEIRA, G. Q. da C.; NASCIMENTO, G. R. do. Utilização de resíduo da banana para produção de *Tenebrio molitor* em substituição ao farelo de trigo. **Insect Farming Technologies**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2025.

SOUZA, P. C. de; TELES, B. R. Ciclo de vida das larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera), sob diferentes dietas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM, 20.. **Anais**... Manaus, 2011.

TAKAYA, E.; SILVA, F. S.; GARCIA, E. Q. Qual substrato possibilita melhores condições bromatológicas para a farinha produzida com larva de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)? In: COMEIA, **Anais**... Patos de Minas: Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, v. 14, 2023. Disponível em: https://anais.unipam.edu.br/index.php/comeia/article/view/3758. Acesso em: 17 set. 2025.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. **Journal of Association of Official Analytical Chemist**, v. 46, n. 1, p. 825-829, 1963.

VILELLA, L. de M. **Produção de insetos para uso na alimentação animal**. 2018. 69 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnista) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

VOLPATO, M. M.; BECKERS, A. T.; BORILLE, R.; PEROTTONI, J. Desempenho produtivo de larvas de *Tenebrio* alimentadas com níveis crescentes de biofloco em substituição ao farelo de trigo. In: COLÓQUIO NACIONAL, 5; INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS, 1. **Anais**... Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões, 2022. Disponível em: Desempenho-produtivo-de-larvas-de-tenebrio-alimentadas.pdf Acesso em: 21 set. 2025.