

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

JOÃO BATISTA DE OLIVEIRA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DO SUBPRODUTO DE GRÃOS SECOS  
DESTILADOS (DDG) NA ALIMENTAÇÃO DE *TENEBRIO MOLITOR***

PONTES E LACERDA – MT  
DEZEMBRO/2025

JOÃO BATISTA DE OLIVEIRA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DO SUBPRODUTO DE GRÃOS SECOS  
DESTILADOS (DDG) NA ALIMENTAÇÃO DE *TENEBRIO MOLITOR***

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano da Cruz

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Tatiani Botini Pires

PONTES E LACERDA – MT  
DEZEMBRO/2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte. UNEMAT -  
Unidade padrão

T266a Teixeira, João Batista de Oliveira.

Avaliação de diferentes níveis do subproduto de grãos secos  
destilados (DDG) na alimentação de *Tenebrio molitor* / João  
Batista de Oliveira Teixeira. - Pontes e Lacerda, 2025.  
35f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes  
Maldonado", Zootecnia/PLC - Pontes e Lacerda - Bacharelado -  
Contínua, Campus Universitário de Pontes e Lacerda.

Orientador: Cristiano da Cruz.

1. Farelo de Arroz. 2. Nutrição Animal. 3. Proteína  
Alternativa. I. Cruz, Cristiano da. II. Título.

UNEMAT / MT- SCB

CDU 638.4

JOÃO BATISTA DE OLIVEIRA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DO SUBPRODUTO DE GRÃOS SECOS  
DESTILADOS (DDG) NA ALIMENTAÇÃO DE *TENEBRIO MOLITOR***

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato  
Grosso, como parte das exigências para obtenção  
do título de Bacharel em Zootecnia.

**APROVADO EM:** 05/12/2025



Documento assinado digitalmente  
**CRISTIANO DA CRUZ**  
Data: 11/12/2025 09:40:52-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Cristiano da Cruz  
Orientador/ Doutor em Zootecnia  
UNEMAT-Pontes e Lacerda



Documento assinado digitalmente  
**TATIANI BOTINI PIRES**  
Data: 12/12/2025 09:07:53-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Tatiani Botini Pires  
Membro/Doutora em Zootecnia



Documento assinado digitalmente  
**OSVALDO MARTINS DE SOUZA**  
Data: 12/12/2025 08:43:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Oswaldo Martins de Souza  
Membro/ Doutor em Zootecnia

Dedico este trabalho a minha esposa  
Gislaine Cuba de Avila, por me apoiar nessa  
caminhada, a minha mãe e meus irmãos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a UNEMAT (Universidade do Estado de Mato Grosso), a minha coorientadora professora Doutora Tatiani Botini Pires pelo grande aprendizado adquirido, seus conselhos e por acreditar nesse trabalho, também quero fazer um agradecimento especial a professora Doutora Jocilaine Garcia a qual incentivou e sugeriu que fizesse esse trabalho com o uso do substrato DDG e ao professor orientador Doutor Cristiano Cruz.

Agradeço a minha turma pelos grandes momentos vividos, todos os acadêmicos que me apoiaram nesse trabalho.

*“A produção sustentável é aquela que atende às necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras.”*

(Relatório Brundtland 1987)

## RESUMO

A busca por fontes de proteína alternativas e sustentáveis para a alimentação animal tem destacado o uso de insetos, como as larvas de *Tenebrio molitor*. Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes níveis de inclusão do subproduto de Grãos Secos Destilados (DDG), associado ao farelo de arroz como fonte energética, como substrato alimentar alternativo para larvas de *Tenebrio molitor*, em comparação com o farelo de soja. O experimento foi conduzido por 51 dias (de 03/09/2025 a 23/10/2025) nas instalações do Laboratório de TPOA da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda – MT. O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC) com cinco repetições, totalizando quatro tratamentos: 100% farelo de soja, 10% DDG + 90% farelo de arroz, 30% DDG + 70% farelo de arroz e 50% DDG + 50% farelo de arroz. Foram avaliadas variáveis zootécnicas como ganho de peso, crescimento, consumo alimentar, mortalidade e taxa de pupação. Os resultados indicaram que o tratamento com 100% de farelo de soja resultou em um maior número de pupas, caracterizando uma pupação precoce, o que é um indicativo de alimentação inadequada ou desbalanceada. Consequentemente, as larvas alimentadas exclusivamente com soja apresentaram menor peso e tamanho final. Nos tratamentos que utilizaram a mistura de DDG e farelo de arroz, observou-se que a diminuição da concentração de DDG (e aumento do farelo de arroz) promoveu o aumento do peso e do tamanho médio das larvas ao final do experimento. Conclui-se que a substituição do farelo de soja pelas misturas de DDG e farelo de arroz demonstrou ser uma alternativa alimentar viável e mais eficiente para o desenvolvimento somático (*peso e tamanho*) das larvas de *Tenebrio molitor*, com destaque para os níveis mais baixos de inclusão de DDG.

**Palavras-chave:** farelo de arroz, nutrição animal, proteína alternativa.

## ABSTRACT

The search for alternative and sustainable protein sources for animal feed has highlighted the use of insects, such as *Tenebrio molitor* larvae. This study aimed to evaluate different levels of inclusion of the Distillers Dried Grains (DDG) by-product, combined with rice bran as an energy source, as an alternative feed substrate for *Tenebrio molitor* larvae, compared to soybean meal. The experiment was conducted over 51 days at the TPOA Laboratory facilities of the State University of Mato Grosso, Pontes e Lacerda Campus – MT. The experimental design used was Completely Randomized (CRD) with five replicates, totaling four treatments: 100% soybean meal, 10% DDG + 90% rice bran, 30% DDG + 70% rice bran, and 50% DDG + 50% rice bran. Zootechnical variables such as weight gain, growth, feed intake, mortality, and pupation rate were evaluated. The results indicated that treatment with 100% soybean meal resulted in a higher number of pupae, characterizing early pupation, which is an indication of inadequate or unbalanced feeding. Consequently, larvae fed exclusively with soybean showed lower final weight and size. In the treatments that used a mixture of DDG and rice bran, it was observed that decreasing the concentration of DDG (and increasing the rice bran) promoted an increase in the weight and average size of the larvae at the end of the experiment. It is concluded that replacing soybean meal with mixtures of DDG and rice bran proved to be a viable and more efficient feeding alternative for the somatic development (weight and size) of *Tenebrio molitor* larvae, with particular emphasis on the lower levels of DDG inclusion.

**Keywords:** DDG, *Tenebrio molitor*, alternative protein, animal nutrition, rice bran.

## SUMÁRIO

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                      | <b>10</b> |
| <b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>                                                 | <b>12</b> |
| 2.1 TENÉBRIO ( <i>TENEBRIO MOLITOR</i> ).....                                 | 12        |
| <b>2.1.1 Sistema digestório de <i>Tenebrio molitor</i>.....</b>               | <b>14</b> |
| 2.2 SISTEMA DE CRIAÇÃO DO <i>TENEBRIO MOLITOR</i> .....                       | 15        |
| <b>2.2.1 Substratos não recomendados para a alimentação de Tenébrios.....</b> | <b>17</b> |
| 2.3 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO <i>TENEBRIO MOLITOR</i> .....                   | 17        |
| <b>2.3.1 Utilização da farinha de tenébrio na alimentação animal.....</b>     | <b>20</b> |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                              | <b>22</b> |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDO.....                                                       | 22        |
| 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....                                                  | 22        |
| <b>3.2.1 Delineamento experimental.....</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>3.2.2 Coleta de dados.....</b>                                             | <b>25</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                          | <b>27</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>                                                       | <b>29</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                       | <b>30</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de insetos como fontes alternativas de alimento foi sugerido por Rochow (1975), no qual já indicava o seu potencial de utilização na alimentação, desta forma, poderia ajudar a contribuir para minimizar a escassez global de alimentos, além de servir como ingrediente na ração, complementando a nutrição dos animais. Nos últimos anos, a busca por alternativas sustentáveis para a alimentação animal tem se intensificado, especialmente devido ao crescente impacto ambiental e aos altos custos de produção associados ao setor agropecuário tradicional. (Silva; Tonet; Pontara, 2016).

Miglietta *et al.* (2015) constataram que a criação de insetos tem uma baixa demanda por recursos hídricos, requer pequenos espaços e, permite o uso de uma ampla variedade de substratos como fonte de alimento. Oonincx *et al.* (2010) apontaram que as farinhas das larvas oferecem vantagem ambientais pois produzem significativamente menos gases de efeito estufa, quando comparada com outros sistemas de criação convencionais, como os de bovinos, suínos e aves.

De acordo Veldekamp e Bosch (2015), com os avanços dos estudos e pesquisas da área de nutrição animal nas últimas décadas, os insetos comestíveis estão sendo cada vez mais empregados e ganhando maior espaço como opção para alimentação, e já estão sendo fornecidos na ração animal. Nesse contexto, desde então, o interesse por essa atividade inovadora aumentou significativamente, destacando-se por ser uma prática ecológica e tecnicamente viável.

Segundo a FAO (2013), a produção de insetos para ração animal já é uma realidade em países como Holanda, Bélgica e França, no qual possuem regulamentações específicas para o uso desses ingredientes na alimentação de peixes e aves. O mercado de insetos tem uma estimativa de US\$ 1,3 bilhão até 2025, impulsionado por uma demanda crescente por fontes de proteína alternativas e sustentáveis, conforme a própria organização. Um dos insetos mais promissores nesse campo é o *Tenebrio molitor*, conhecido popularmente como "besouro do amendoim" ou "da farinha".

A larva do Tenébrio apresenta altos valores nutricionais e, possui grande concentração de proteínas. Na sua matéria seca é rica em gordura no qual tem ácidos graxos importantes como mono e poli-insaturados. A farinha da larva do Tenébrio detém de aminoácidos fundamentais, fibras, vitaminas e, contém macro e micro minerais essenciais (Nascimento Filho, 2020).

Desta forma, objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar diferentes níveis de inclusão de DDGs como fonte de proteína associado com farelo de arroz como fonte de energia com o objetivo de sua utilização como um substrato alimentar alternativo para o Tenébrio (*Tenebrio molitor*) em comparação com o farelo de soja para avaliar o ganho de peso, crescimento, consumo alimentar e mortalidade, estipular a taxa de pupação.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 TENÉBRIO (*Tenebrio molitor*)

O *Tenebrio molitor*, é um inseto, do filo *Artropada*, integra a ordem *Coleopteros*, pertence à família *Tenebrionidae*, sendo considerado como praga de grãos e alimentos, amplamente distribuído por todo o mundo (Ghaly; Alkoai, 2009).

Os artrópodes representam o maior grupo animal em termos de número e de diversidade de espécies, sendo caracterizado por seu corpo articulado com um exoesqueleto quitinoso, com diferentes mecanismos de desenvolvimento. Nos insetos é comum o desenvolvimento holometábolo, no qual o animal passa por um processo de metamorfose completa, em que após o ovo há diferentes estágios morfológicos distintos, sendo estes: ovos, larvas, pupas e imago (besouro adulto). O tempo para concluir todas as etapas do desenvolvimento holometábolo é extremamente variável entre cada grupo e espécie de inseto, podendo levar de semanas a anos (Rafael; Marques, 2016).

O tenébrio é um besouro que se caracteriza por sua cor escura (Figura 1), seu período de desenvolvimento do ovo ao besouro, conforme a espécie leva de quatro a cinco meses, sendo influenciado pelas condições do ambiente tais como temperatura e alimentação. Após a cópula, uma única fêmea de besouro deposita em média 500 ovos, os quais são imperceptíveis aos olhos, e eclodem entre dez e quinze dias, tornando-se larva (Oliveira; Minas; Kwiatkowski, 2021).

O ciclo da larva (Figura 2) perdura entre um e oito meses e possui cor amarela-marrom clara. Conforme se desenvolvem, realizam de cinco a sete mudanças de pele, pois seu exoesqueleto quitinoso não segue a evolução do corpo. A medida da larva varia entre 2,0-3,5 cm ou até maior. Após a fase larval, começa a etapa da pupa que tem em torno de cinco a vinte e oito dias, progredindo para fase de besouro nos primeiros dias aparenta a coloração marrom clara e evolui para preto, a etapa de besouro dura de dois a três meses, finalizando todo o ciclo da metamorfose até o besouro morrer (Kim; Hong; e Han, 2020), o besouro macho tem de 10 a 15 mm, já a fêmea possui de 10 a 18 mm (Barbosa [s.d.]).

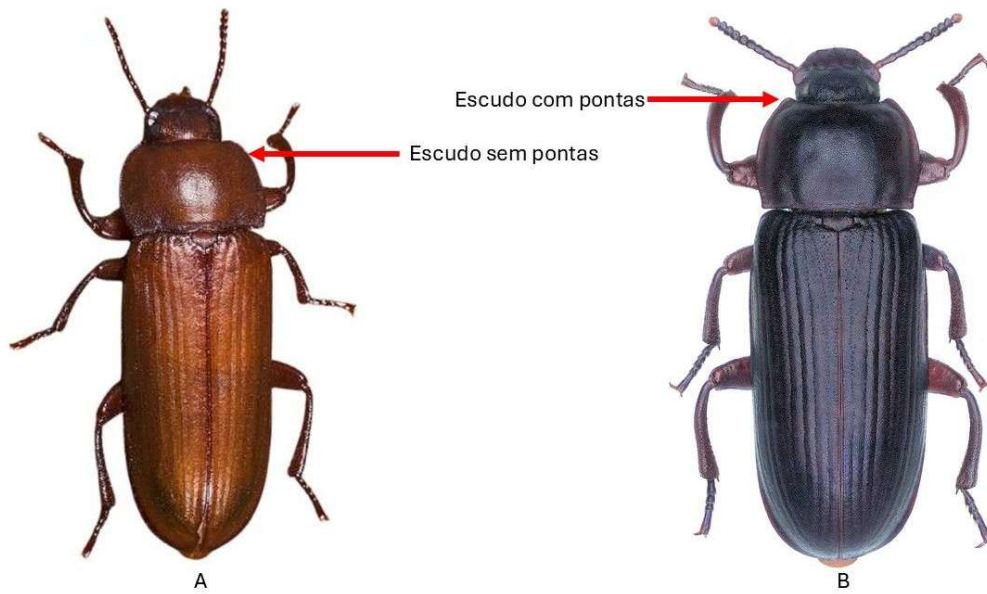


**Figura 1** – Dimorfismo sexual entre espécime de (A) fêmea e (B) macho e *Tenebrio molitor* em função de característica morfológica do escudo do tórax.

Fonte: Dider Descouens (2013) Udo Schmidt (2017) Disponíveis na Wikimedia Commons



**Figura 2** – Ciclo de vida do *Tenebrio Molitor*

Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.1 Sistema digestório de *Tenebrio molitor*

Os insetos apresentam relações simbióticas relevantes, nas quais microrganismos auxiliam na decomposição da dieta ou na defesa contra patógenos. O intestino desses animais é um ambiente rico em nutrientes que abriga uma diversidade de endossimbiontes, incluindo vírus, bactérias, arqueas, protozoários, fungos e nematoides, compondo a microbiota intestinal.

O sistema digestivo é formado por um tubo contínuo da boca ao ânus, revestido por células epiteliais, responsável pela extração e absorção de nutrientes. Ele se divide em três regiões principais (Figura 3), cada uma com funções específicas, intestino anterior, médio e posterior (Sánchez; Galián, 2022).

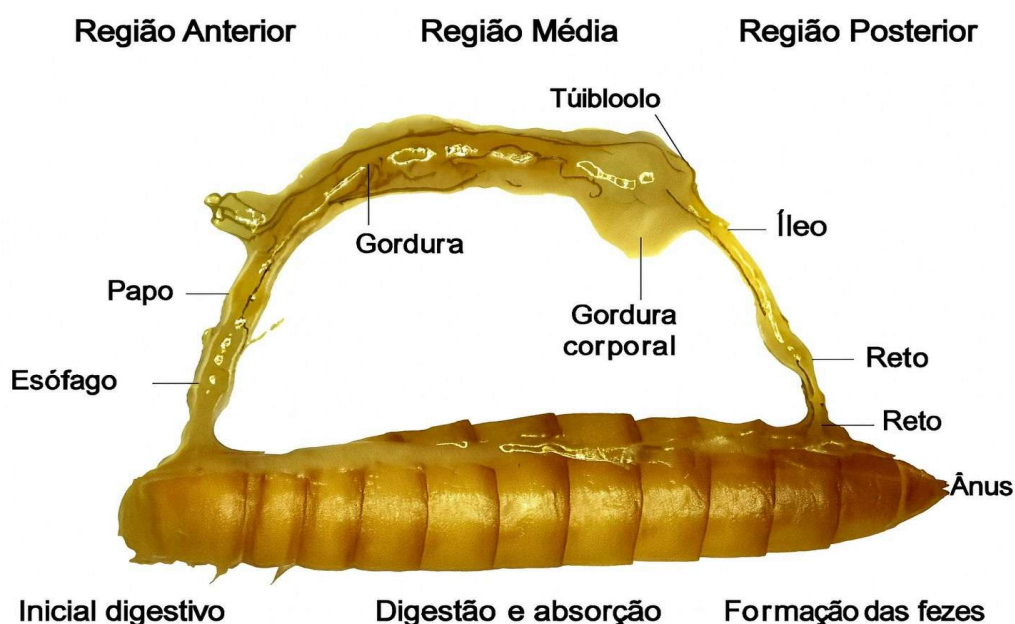


**Figura 3** – Detalhamento da anatomia do sistema digestivo da larva de *Tenebrio molitor*.

Fonte: Syahrulawal *et al.*, (2023)

O intestino anterior consiste na boca, faringe, esôfago, papo e proventrículo, sendo responsável pela recepção, armazenamento temporário, trituração e digestão inicial dos alimentos, o proventrículo a parte mais especializada do trato digestivo. Essa região apresenta uma camada muscular bem desenvolvida e estruturas de parede interna especializadas que auxiliam na fragmentação dos alimentos e na regulação de sua passagem para o intestino médio (Liu, 2025).

O intestino médio é a parte mais relevante do sistema digestivo dos insetos, sendo responsável pela maior parte do processo de digestão dos alimentos. Ele possui a forma de um tubo simples, podendo apresentar projeções em forma de sacos cegos, conhecidas como cecos gástricos, geralmente localizadas no início dessa porção intestinal. Em grande parte das espécies, o interior do intestino médio contém uma estrutura tubular composta por quitina e proteínas, que envolve o alimento a membrana peritrófica. O intestino médio se encerra no piloro, um esfíncter que o separa do intestino posterior. Nessa região, localizam-se os túbulos de Malpighi, responsáveis pela excreção e regulação osmótica dos insetos (Moreira, 2013).

O intestino posterior é responsável por grande parte da decomposição do alimento, processo realizado por meio da ação conjunta de enzimas e microrganismos. Nessa etapa, ocorre a absorção dos nutrientes resultantes da digestão. Essa região é composta pelo íleo, cólon, reto, e anus, apresenta estruturas que auxiliam na retenção do alimento e na manutenção dos microrganismos simbióticos (Syahrulawal *et al.*, 2023).

## 2.2 SISTEMA DE CRIAÇÃO DO *TENEBRIO MOLITOR*

Para adquirir o *Tenebrio molitor* é indicado que se busque um criador legalizado registrado no MAPA sendo os insetos são comercializados na sua maioria na fase larval e chega junto do substrato/dieta. A iniciação da criação de Tenébrios começa com a escolha do lugar da estalagem, no qual é recomendado usar caixas de plástico ou madeira com furos na tampa, que também devem ser cobertas por tecido ou tela fina. Os furos favorecem a ventilação, prevenindo a decomposição e a contaminação do substrato por fungos e o tecido ou tela fina impede a fuga bem como a entrada de predadores como formigas. As caixas podem variar em formato, mas devem oferecer espaço suficiente para facilitar a manutenção. O ideal é utilizar quatro caixas, uma para cada fase de desenvolvimento do animal, ou seja, uma para larvas, outra para pupas, uma terceira para besouros e uma última para ovos ou incubação (Silva, 2022).

Syahrulawal *et al.* (2023) relatou que pesquisas sobre densidade populacional de *Tenebrio molitor* apresentam resultados com discordância. Estes aspectos influenciam diretamente o crescimento e a biomassa produzida variando de 0,25 até 4 larvas/cm<sup>2</sup> como densidade ideal. No entanto, evidências sugerem que medidas próximas a 0,5 larva/cm<sup>2</sup> podem representar um equilíbrio, favorecendo maior tamanho larval e acúmulo de nutrientes.

O período da tarde é o ideal para monitorar o comportamento pois terá mais movimentação, já que são de sangue frio e preferem temperatura entre 25 e 30 C°, são indivíduos ectotérmicos, indica-se que a umidade relativa ideal do ambiente esteja entre 60 e 75 % (Kotsou *et al.*, 2024).

Seguindo as recomendações de Oliveira, Minas e Kwiatkowski (2021), ao receber as larvas, as mesmas devem ser transferidas para a caixa de criação, onde já deverá haver um substrato adequado. O recipiente deve ser inspecionado diariamente. Os autores salientam que é comum observar grande atividade, com as larvas se alimentando e processando o substrato. À medida que se desenvolvem, as larvas se transformarão em pupas. Nesta etapa, isole as pupas transferindo-as para um recipiente separado, destinado exclusivamente a este propósito.

Geralmente os Tenébrios são criados em substratos secos, e pode incluir diferentes substratos, como ração para pintinhos, farelo de trigo, ração para coelhos, farelo de milho, aveia, farinha de pão e entre outros com base na viabilidade econômica. O alimento deve ter granulação grossa o suficiente para permitir a circulação de ar, deposição de ovos. A camada da dieta deve ter entre 2 e 5 cm de altura.

Embora os Tenébrios consigam obtenham umidade do ar, é fundamental oferecer fontes alternativas de água, como laranja, batata-doce, cenoura ou pedaços de pão. Excesso de umidade pode causar fermentação, aumento de temperatura e problemas para os insetos, a fonte hídrica deve ser isolada do substrato com papel, papelão ou plástico.

Kruger (2019) comentou que escolher alimentação de boa qualidade e não perecíveis é essencial, pois sustentam durante meses a produção, um substrato limpo proporciona maior rendimento. Controle na produção é essencial para garantir o bom desenvolvimento da criação é necessário separar cada categoria, como larvas, pupas e besouros, proporcionando condições adequadas para cada fase do ciclo de vida. Dessa forma, evita-se a competição por recursos e facilita o manejo. Os Tenébrios preferem ambientes escuros, pois apresenta fototaxia negativas sendo recomendável utilizar caixas de ovo cortadas nas dimensões adequadas às caixas de criação. Isso ajuda a evitar a exposição direta à luz e cria condições ideais para sua reprodução. Quando atingem o desenvolvimento corporal necessário, as larvas entram na fase de metamorfose dando continuidade na colônia.

O abate para fins de alimentação animal, envolve métodos que garante a segurança e qualidade. As principais técnicas incluem o congelamento que é exposição dos insetos a baixas temperaturas, como fluidização criogênica. O método de aquecimento é amplamente

mais utilizado, e consiste na exposição do inseto a altas temperaturas, como água quente, vapor fervente, considerado este um processo rápido e eficiente (IPIFF, 2023).

Após o abate, o inseto é liofilizado para desidratar, ficando pronto para o processamento de várias formas, pode ser utilizado inteiro, transformado em farinha ou em pasta e extrusada. Ainda tem a possibilidade de extrair a gordura e proteína, há alternativas de utilizar a quitina para ser adicionada na ração melhorando a palatabilidade (FAO, 2013).

### **2.2.1 Substratos não recomendados para a alimentação de Tenébrios**

As larvas de tenébrio é um dos poucos insetos no mundo que tem a possibilidade de ingerir plástico como o poliestireno transformar em dióxido de carbono e fazer a absorção, graças a seus micróbios e bactérias poderosos presente em seu intestino exemplo cepa YT2 de *Exiguobacterium* sp, demonstrando potencial de biodegradação (Ndotono *et al.*, 2024).

Apesar da capacidade ecológica das larvas, não é permitido todo tipo de substrato como fonte de alimento, quando o intuito for da utilização dos mesmo para alimentação de outros animais. Na União Europeia, determinados materiais não são aprovados como substratos. Entre eles estão dejetos de origem animal, incluindo chorume e demais derivados do conteúdo do trato digestivo; excretas humanas; resíduos provenientes de estações de tratamento de água, como lodos industriais, resíduos sólidos de origem urbana, doméstica ou industrial; além dos sedimentos oriundos de sistemas de aquicultura, plástico, PET e papel, entre outros. Com o intuito de prevenir que haja contaminação, e algumas matérias orgânicas dificultem a forma de manejo dos Tenébrios (Costa *et al.*, 2021).

Há vários outros subprodutos oriundos da produção agroindustrial que tem a possibilidade de servir de opções de ingredientes alimentares ajudando evitar o desperdício. Estima-se que, a cada ano, sejam produzidos mais de 1,3 bilhão de toneladas de desperdício de alimentos, correspondendo a aproximadamente 13,8% de toda a produção global de alimentos. Essas larvas podem contribuir para economia renovável diminuindo a competitividade por matéria prima que compõem a dieta da produção animal e humana (Kotsou *et al.*, 2024).

### 2.3 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO *TENEbrio MOLITOR*

O teor de substâncias presente nos insetos pode variar dependendo do estágio de vida. Estes nutrientes são influenciados principalmente pela composição da sua alimentação, condição em que são criados e clima (Siemianowska *et al.*, 2013).

As larvas de tenébrio mantêm a porcentagem de proteína invariável independente do substrato fornecido. Além do mais, o valor nutricional é superior a culturas destinadas a alimentação animal, oferecendo maiores quantidades de macro e micronutrientes (Kim; Hong; Han, 2020).

De acordo com estudos realizados por Syahrulawal *et al.* (2023), há uma variação na composição das larvas de Tenébrio, no qual são compostas por 40,2% a 60,3% de proteína na matéria seca (MS), além de elevados valores de lipídios, entre 19,3% e 31,6% da MS. Contém níveis abundantes de ácidos graxos insaturados, detém de maiores quantidades de ácido linoleico, que representam de 21,9% a 40% dos ácidos graxos. As larvas possuem aminoácidos essenciais como leucina, alanina e lisina, e são ricas em minerais incluindo, potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na), cálcio (Ca), fósforo (P), ferro (Fe), zinco (Zn). Ainda inclui nos seus compostos bioativos, peptídeos antimicrobianos que atuam no combate a fungos, bactérias e patógenos. A quitina ajuda na imunidade e contribui na saúde intestinal.

Fialho *et al.* (2021), conduziram um estudo com o objetivo de avaliar a composição nutricional de larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*) e do grilo (*Gryllus assimilis*) visando seu uso na alimentação animal, justificando que são poucas as informações sobre composição química dos insetos e os resultados (tabela 1).

**Tabela 1.** Composição proximal e conteúdo mineral de larvas de *Tenebrio molitor* (com base na matéria seca)

| Itens <sup>1</sup>                      | Larva de<br><i>Tenebrio molitor</i> | Grilo<br>( <i>Gryllus assimilis</i> ) |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Proteína bruta (g/kg)                   | 490,2                               | 541,3                                 |
| Extrato etéreo (g/kg)                   | 335,4                               | 75,2                                  |
| Energia bruta (kcal/kg)                 | 7.188,6                             | 5.942,6                               |
| Fibra em detergente neutro (FDN – g/kg) | 71,8                                | 277,8                                 |
| Fibra em detergente neutro (FDN – g/kg) | 64,0                                | 193,0                                 |
| Cinzas (g/kg)                           | 36,8                                | 49,1                                  |
| <i>Macrominerais</i>                    |                                     |                                       |
| Fósforo (g/kg)                          | 8,56                                | 8,3                                   |
| Potássio (g/kg)                         | 8,39                                | 11,6                                  |
| Sódio (g/kg)                            | 1,39                                | 1,10                                  |

|                      |      |      |
|----------------------|------|------|
| Cálcio (g/kg)        | 0,44 | 3,88 |
| Magnésio (g/kg)      | 2,30 | 0,82 |
| <i>Microminerais</i> |      |      |
| Ferro (mg/kg)        | 48,4 | 96,8 |
| Manganês (mg/kg)     | 15,0 | 23,7 |
| Zinco (mg/kg)        | 189  | 18,3 |
| Cobre (mg/kg)        | 18,0 | 21,7 |

**Fonte:** Adaptado de Fialho et al. (2021)

Os dados encontrados por Fialho *et al.* (2021), indicam que as larvas de Tenébrio possuem elevados teores de proteína bruta e extrato etéreo, correspondendo respectivamente a 49% e 33,5%, acarretando elevado teor em energia bruta. Ao comparar com a composição do grilo, nota-se que o grilo apresenta maior teor em proteína bruta, porém, menor em extrato etéreo, resultando em menor teor energético comparado a larva de Tenébrio.

Com o objetivo de explorar o potencial dos grãos secos de destilaria (DDG) e dos grãos residuais de *makgeolli* (MSG) como ingredientes de baixo custo para a alimentação de larvas de farinha (*Tenebrio molitor*) Kim *et al.* (2016) misturou estes subprodutos com farelo de trigo para avaliar a sobrevivência larval, peso, duração do desenvolvimento, taxa e peso das pupas e verificaram que a adição de 30 a 50% de DDG ou MSG ao farelo de trigo convencional tem forte potencial para substituir a ração convencional à base de farelo de trigo para insetos garantindo ao mesmo tempo a sua qualidade.

O estudo realizado por Rumbos *et al.*, (2020), utilizou 44 substratos alimentares, incluindo farinhas, farelos, cereais, leguminosas e produtos de origem vegetal e animal, para o desenvolvimento do bicho-da-farinha amarelo (*Tenebrio molitor*). Os autores investigaram os efeitos desses substratos sobre a sobrevivência, crescimento, produção de biomassa larval, eficiência de conversão alimentar e composição nutricional das larvas. Constatou-se que substratos amiláceos, como farelo de trigo, farinha de trigo duro, farinha branca e farinha de milho, favoreceram significativamente a reprodução e o crescimento larval, resultando em maior produção de biomassa e melhores índices de conversão alimentar. Em contrapartida, as leguminosas apresentaram desempenho inferior, com menor número de descendentes e menor peso larval.

Além de se avaliar o efeito dos alimentos sobre o desenvolvimento das larvas de tenébrio é importante tal como objetivaram Broncowiski *et al.* (2021) avaliar a composição bioquímica de *Tenebrio molitor* criado sob diferentes dietas, visando identificar qual regime alimentar proporciona melhor perfil nutricional para uso da larva de tenébrio como fonte proteica alternativa. Os autores citados avaliaram os teores de lipídios, proteínas, carboidratos

totais e valor calórico em larvas e pupas e verificaram em seus resultados que a composição nutricional varia conforme a dieta e a fase de desenvolvimento, sendo observado maior teor proteico nas larvas da dieta composta por levedo de cerveja, farelo de trigo, aveia e trigo integral, e nas pupas oriundas da dieta à base de farelo de trigo e farelo de aveia, garantindo que o inseto apresenta alto valor nutricional

### **2.3.1 Utilização da farinha de tenébrio na alimentação animal**

O *Tenebrio molitor* tem o potencial de substituir sobretudo os ingredientes tradicionais que são corriqueiramente utilizados na formulação das dietas para os animais, especificamente os que possuem altas concentrações de proteínas, como, farelo de soja e farinha de peixe (INSETEC, 2019).

Há diversos estudos realizados com diferentes espécies de peixes como bagres, robalos, trutas arco-íris, que constataram que a inclusão de até 40% da farinha de Tenébrio na dieta e proporcionou um desempenho melhor no crescimento, ganho de biomassa e maior rendimento alimentar. Os mesmos ganhos foram observados em juvenil de tilápia-do-Nilo com adição de 26% na sua dieta (Ribeiro, 2019)

Em pesquisa realizada por Pereira (2024) foram utilizados leitões na fase de creche submetidos à inclusão de 6% de farinha de *Tenebrio molitor* na dieta, organizados em quatro tratamentos distintos. O primeiro consistiu na dieta basal à base de milho e farelo de soja (DB), utilizada como controle. O segundo tratamento incluiu 6% de farinha de *Tenebrio molitor* na dieta basal (FI). O terceiro tratamento correspondeu à dieta basal suplementada com 6% de farinha de *Tenebrio molitor* enriquecida com ferro, na concentração de 371 mg Fe/kg de farinha (FIFe), enquanto o quarto tratamento recebeu 6% de farinha de *Tenebrio molitor* enriquecida com manganês, na concentração de 579 mg Mn/kg de farinha (FIMn). Os resultados demonstraram que a inclusão da farinha de *Tenebrio molitor*, tanto na forma pura quanto enriquecida com ferro ou manganês, proporcionou desempenho satisfatório aos leitões, mantendo adequado ganho de peso, consumo alimentar e elevada digestibilidade da proteína.

A inclusão de farinha de *Tenebrio molitor* na dieta de leitões melhorou a absorção de nutrientes, aminoácidos essenciais e não essenciais, em comparação com dietas contendo farinha de peixe, carnes e aves" (Yoo *et al.*, 2019).

Além de ser utilizada na alimentação de animais de alta produção, a farinha de Tenébrio possibilita o uso na dieta aves, e outros animais como cães e gatos que tem uma alta demanda por proteínas. Estudos indicaram que, os microrganismos presentes no intestino do cão foram mais eficientes em quebrar e utilizar como fonte de energia a parte da larva de tenébrio, melhorando a capacidade de modificação. Isso sugere que a microbiota do cão se adaptou bem à presença do Tenébrio na dieta, extraindo o máximo de nutrientes para resíduos não digeridos. Trabalhos realizados fazendo a substituição parcial do farelo de soja por até 20% de farinha de Tenébrio não mostrou impacto negativo sobre o ganho de peso diário, consumo de ração e conversão alimentar dos coelhos (Reis; Dias, 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de TPOA (Tecnologia de Produção de Origem Animal) em uma sala com prateleiras, contendo um exaustor, pertencente à Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, localizado no sudoeste do estado do Mato Grosso. A região apresenta clima quente durante o ano todo, com temperaturas médias de 36 °C, extremamente inferiores a 14 °C. O período experimental durou 51 dias, iniciando em 03/09/2025 e terminando em 23/10/2025, com temperatura média de 26 C° e umidade relativa do ambiente em média de 57%.

#### 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a criação das larvas de *Tenebrios molitor*, foram utilizadas 20 caixas da cor preta com capacidade de 20 litros de plástico PVC, 46 cm de comprimento, 36 cm de largura por 13,5 cm de altura, identificada com número e letra.

Uma balança da marca Welmy BCW max 15 Kg foi utilizada para a pesagem do substrato alimentar conforme cada tratamento e para a pesagem das larvas de tenébrio foi utilizada uma balança de precisão analítica automática da marca Bel M214Ai, o mesmo equipamento foi usado para pesar as pupas ao longo do experimento. Para medir o comprimento das larvas utilizou-se um paquímetro digital de 150 mm da marca MTX. O acompanhamento das variáveis ambientais de temperatura e da umidade foram aferidas através de um termo-higrômetro digital, da marca Incoterm, modelo 766.02.0.00.

As larvas de *Tenebrio molitor* foram alimentadas com tratamentos de dieta a base de 100% farelo de soja e da mistura de diferentes proporções de DDG e com farelo de arroz nas seguintes proporções: 10% DDGs e 90% de farelo de arroz, 30% DDGs e 70% de farelo de arroz e 50% DDGs e 50% de farelo de arroz. Como fonte de umidade foi fornecido semanalmente em cada bandeja fatias de cenoura.

### 3.2.1 Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) o qual apesar de ser considerado o mais simples dos modelos experimentais é o mais aplicado na área das ciências agrárias, e em situações de maior controle das condições ambientais, como em ensaios de laboratório ou experimentos conduzidos em vasos dentro de casas de vegetação. Nesse delineamento, os tratamentos são atribuídos de forma totalmente aleatória às unidades experimentais, podendo apresentar números iguais ou diferentes de repetições, utilizando-se apenas dos princípios da repetição e da casualização, sem o uso de blocos.

Entre suas principais vantagens, destacam-se a flexibilidade em relação ao número de tratamentos e repetições, a simplicidade da análise estatística, mesmo em casos de repetições desiguais, e o maior número de graus de liberdade para o resíduo. Entretanto, como desvantagens, esse delineamento exige total homogeneidade do ambiente e do material experimental, além de poder resultar em elevada variabilidade residual, uma vez que não utiliza o princípio do controle local e todas as variações não explicadas pelos tratamentos são atribuídas ao acaso (Banzatto; Kronka, 2013).

Deste modo, para garantir o máximo de homogeneidade antes de começar o experimento as larvas de tenébrios a serem utilizadas passaram por um processo de separação e seleção utilizando uma peneira da marca Vonder de tela de aço galvanizado diâmetro de 55.0 cm – malha 3,5mm x 6 mm (externa) / 2,8 mm x 4,5 mm (interna), espessura do fio 0,35 mm/cordão 0,40 mm, com objetivo de separar besouro, pupa e larvas adultas das mais jovens, do material inicial que foi selecionado devido a sua passagem pela peneira resultou em um total de 1.849,27Kg de larvas de tenébrio.

Como em termos de unidade cada larva é muito leve, do total de material disponível realizou-se a sua divisão em porções com um peso mais próximo possível (Figura 4) para efetivar a sua distribuição entre os tratamentos de maneira homogênea.

Destas porções para se verificar com maior garantia a homogeneidade das amostras de larvas de tenébrio de cada porção de tenébrio foi mensurado o tamanho médio da larva (Figura 5) com um paquímetro digital a partir de uma amostra aleatória de 30 larvas de cada porção.



**Figura 4** – Pesagem de *Tenebrio molitor* em (A) balança de precisão para constituir as (B) porções com peso aproximado e garantir a homogeneidade dos tratamentos.

Fonte: Arquivo Pessoal



**Figura 5** – Paquímetro utilizado para medir o tamanho das larvas de *Tenebrio molitor*.

Fonte: Arquivo Pessoal

Garantindo-se a homogeneidade das porções de tenébrio, da caixa de armazenamento e da quantidade de substrato alimentar de 600g por caixa. Para cada um dos tratamentos alimentares foi utilizado cinco repetições as quais foram distribuídas em duas prateleiras através de sorteio (Figura 5) as quais ficaram dispostas uma de frente para a outra, garantindo-se a aleatoriedade da influência dos fatores ambientais, que por mais que sejam controlados pelo fato do experimento ser desenvolvido em um ambiente com baixa luminosidade, área pequena para garantir um ambiente térmico mais homogêneo reconhece-se que os fatores ambientais são os de maior dificuldade de controle local, por isso a importância de garantir a homogeneidade das amostras, repetição, aleatoriedade e casualização.



**Figura 6** – Pateleiras utilizadas para a disposição das bandejas com os tramentos seguindo os princípios do delineamento inteiramente casualizado (DIC).

**Fonte:** Arquivo Pessoal

### 3.2.2 Coleta de dados

O desempenho zootécnico foi avaliado com mensurações periódicas a cada semana e estendeu-se até a fase final do experimento que contemplou um período de 48 dias, considerando as seguintes variáveis ao final do experimento:

- Número médio de pupas – contagem das pupas obtidas a cada semana por tratamento;
- Peso médio das pupas – peso do total de pupas obtidas ao longo das semanas até o final do experimento;
- Mortalidade – peso das larvas e pupas juntos mortas identificadas com base na ausência de movimento e presença de deformidade a cada semana;
- Consumo de ração – considerando o peso final do substrato obtido ao final através da separação dos tenébrios utilizando peneiras de diferentes milímetros;
- Peso médio de tenébrios por tratamento – considerando o peso total dos tenébrios obtidos pela separação do substrato.
- Tamanho médio dos tenébrios – mensurado com um paquímetro a partir de uma amostra aleatória de trinta (30) indivíduos.

Os dados coletados serão tabulados em planilha eletrônica e submetidos a uma análise estatística utilizando o software R, com o pacote **emmeans** (Estimated Marginal Means) (R Core Team, 2022). Quando para contribuição um F significativo, os valores médios serão comparados pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As larvas de tenébrios apresentaram no início do tratamento peso médio por porção de 92,49g com um desvio padrão de 0,239g, sendo o peso mínimo de 92,01e o peso máximo de 93,05g. Com relação ao comprimento médio inicial das larvas este foi de 2,295mm, com um desvio padrão de 0,068mm, sendo o tamanho mínimo de 2,2mm e máximo de 2,4mm. Deste modo garantiu-se a homogeneidade das larvas de tenébrio em cada amostra dos tratamentos.

De acordo com os resultados obtidos por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste de comparação múltipla de Tukey, processados pelo software R, verificou-se quando ao número e peso das pupas (Tabela 2) que o tratamento composto por 100% de farelo de soja (A) diferiu estatisticamente dos demais tratamentos que consistiam em diferentes níveis de DDG com farelo de arroz sendo.

**Tabela 2.** Valor médio do número e peso de pupas e da mortalidade (pupas + larvas) ao final de 51 dias do experimento realizado no Campus de Pontes e Lacerda.

| Tratamentos               | Número médio de Pupas (n°) | Peso Médio das Pupas (g) | Mortalidade de larvas e pupas (g) |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 100% farelo de soja       | 50,03a                     | 4,87a                    | 0,47a                             |
| 10%DDG/90%farelo de arroz | 7,94b                      | 0,75b                    | 2,29ab                            |
| 30%DDG/70%farelo de arroz | 10,34b                     | 1,01b                    | 3,57b                             |
| 50%DDG/50%farelo de arroz | 19,08b                     | 1,78b                    | 3,58b                             |

**Fonte:** Elaborado pelo autor. Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $p < 0,5$ )

Na produção de tenébrios a pupação precoce é um indicativo de alimentação inadequada, assim como relatado por Riaz *et al.*, (2025), pois as larvas sem uma alimentação adequada entram precocemente em fase de pupa visando a fase adulta, podendo neste caso ocorrer a morte durante a fase de pupa pelo fato de as larvas não terem a reserva energética e recursos nutricionais para que ocorra o seu desenvolvimento em um besouro, visto que este pode apresentar má formação ou uma morte imatura ou ser um adulto não viável.

Os dados da mortalidade estão relacionados com a pupação, pois a menor mortalidade identificada no tratamento com uma alimentação exclusivamente a base de soja não é um indicativo de qualidade diante do alto valor de pupas neste tratamento (Kim *et al.*, 2016).

Diante do exposto os tratamentos com DDG e farelo de arroz apresentam um melhor resultado para a produção de tenébrios por ter uma melhor relação de balanceamento de

nutrientes pela significativa diferença de seus valores com o tratamento à base de soja e equilíbrio nos valores referente aos dados de pupas entre si, o que se aplica para o valor da mortalidade que também foi menor conforme se diminui a quantidade de DDG para 30% e 10%.

Segundo Kim *et al.* (2016) ao testarem a substituição parcial da farinha de trigo por DDG (10%, 30%, 50% e 70%) e MSG (10%, 30%, 50% e 70%) comparado a um grupo controle contendo somente farinha de trigo, cujas larvas foram criadas em recipientes plásticos menores (10cm de diâmetro x 4cm de altura) e os dados a partir da contagem direta calcularam efetivamente a taxa de sobrevivência e pupação, de tal modo que verificaram que dos tratamentos com DDG os com 10% e 30% garantiram 100% de sobrevivência das larvas até a quarta semana e para o grupo com 50% foi de  $96,67 \pm 3,33\%$  (média  $\pm$  DP), valores superiores ao do grupo controle no qual a taxa de sobrevivência na quarta semana foi de  $95,56 \pm 7,70\%$  (média  $\pm$  DP) e ao outro tratamento com MSG, decaindo a sobrevivência do tratamento com DDG apenas a partir da sexta semana. Os autores citados destacam que tradicionalmente os criadores de larvas de farinha vendem as larvas com cinco semanas após o 7º a 8º instar, por isso focaram na avaliação semanal.

Kim *et al.* (2016) também calcularam a taxa de pupação a qual foi superior a 90% para todos os grupos com DDG, sendo o peso das pupas superior ao do controle somente para o tratamento com 30% de DDG, tendo também menor sobrevivência do que a do grupo controle por causa da alta taxa de pupação a partir da sexta semana.

Diante do exposto os tratamentos com DDG e farelo de arroz apresentaram melhores resultados quanto aos dados apresentados na Tabela 2 pelo balanceamento de nutrientes, demonstrando significativa sua diferença com o tratamento à base de soja. Nos valores referentes aos dados mortalidade este foi menor conforme se diminui a quantidade de DDG indicando que é preciso buscar um melhor balanceamento do substrato alimentar pois altos níveis de DDG pode elevar a mortalidade.

Assim como exposto Shah *et al.*, (2024) onde relatou que a dieta tem forte influência diretamente sobre desenvolvimento larval resultados demonstram que o tipo de dieta fornecida composta por farelo de trigo apresentou melhor desempenho, alcançando peso médio de 156,5 g e comprimento médio de 18,7 mm, além de menor tempo de desenvolvimento, com duração média da fase larval de 66,5 dias e ausência de mortalidade. Em contrapartida, a dieta baseada exclusivamente em mingau resultou em desempenho inferior, com peso médio de apenas 52,5 g, comprimento inferior a 13 mm, prolongamento da fase larval para aproximadamente 101,7 dias e elevada taxa de mortalidade, atingindo 60,7%.

Demonstrando que a qualidade nutricional da dieta é determinante para o crescimento e sobrevivência das larvas de *Tenebrio molitor* nesses indicadores.

Quanto aos dados de peso do substrato (tabela 3) não houve diferença entre os tratamentos indicando-se a necessidade de um período maior de avaliação experimental para a forma como foi planejado o presente trabalho.

**Tabela 3.** Médias do consumo do substrato, peso e tamanho do tenébrio ao final de 51 dias de experimento realizado no Campus de Pontes e Lacerda.

| Tratamentos               | Peso médio Substrato (g) | Peso médio tenébrios (g) | Tamanho médio tenébrios (mm) |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 100% farelo de soja       | 516 a                    | 74,54 a                  | 2,38 a                       |
| 10%DDG/90%farelo de arroz | 448 a                    | 88,86 b                  | 2,50 a                       |
| 30%DDG/70%farelo de arroz | 450 a                    | 87,25 b                  | 2,38 a                       |
| 50%DDG/50%farelo de arroz | 475 a                    | 82,06 ab                 | 2,40 a                       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor. Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $p < 0,5$ ).

Os dados referentes ao peso médio dos tenébrios ao final do experimento apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3) no qual o tratamento com um substrato exclusivo com soja apresentou larvas com menor peso e tamanho, enquanto nos tratamentos com diferentes proporções de DDG e farelo de arroz, conforme se diminui a concentração de DDG aumenta-se o peso dos tenébrios e seu tamanho.

Kim *et al.* (2016) ao testarem diferentes níveis de substituição de farelo de trigo por DDG (10%, 30%, 50% e 70%) verificaram que eles foram influenciaram significativamente o peso das larvas, as quais foram mais pesadas do que o grupo controle da terceira à sexta semana, sendo o tratamento com 50% de DDG o que apresentou maior valor para esta variável. Destaca-se que as proporções de 10% e 30% de DDG associadas ao farelo de arroz proporcionaram desempenho zootécnico superior em comparação ao uso exclusivo de farelo de soja, de modo semelhante aos resultados encontrados por Kim *et al.*, (2016) que testaram o DDG com a farinha de trigo.

Mahmoud, Abotaleb e Zinhom, (2025) expôs que larvas alimentadas com dietas à base de farelo de trigo associado à levedura apresentaram os melhores resultados em comprimento, alcançando médias superiores a 18 mm. Dietas compostas por farelo de trigo combinado com palha de arroz também proporcionaram bom desempenho morfométrico, com valores médios próximos a 17 mm. Ressaltando que o tratamento 10%DDG/90%farelo de arroz apresentou diferença, porém estatística equilibrado.

Em contrapartida, dietas formuladas predominantemente com palha de milho resultaram em crescimento reduzido, com médias inferiores a 7 mm, indicando limitação nutricional desse substrato para o adequado desenvolvimento larval a sim como a dieta de 100 % de farelo de soja, estatisticamente aceitável, porém com valor um pouco menor.

## 5 CONCLUSÃO

O DDG demonstrou-se como uma alternativa viável para criação de *Tenebrio molitor*, já que seu uso apresentou resultados satisfatórios, com melhor rendimento zootécnico quanto aos parâmetros analisados para as larvas de tenébrios, em especial nas frações de 10% e 30% de DDG associadas ao farelo de arroz.

## REFERÊNCIAS

ALKOAI, A. E.; GHALY, A. E. O bicho-da-farinha amarelo como uma nova fonte de proteína. **aRevista Americana de Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 4, p. 319-331, 2009.

ÁNGEL-SÁNCHEZ, Antonio; GALIÁN, José. **Estudo da microbiota do inseto *Tenebrio molitor* em diferentes condições de luz e com duas dietas baseadas em subprodutos da indústria alimentícia**. *Anales de Veterinaria de Murcia*, v. 36, p. 1-20, 2022. DOI: 10.6018/analesvet.535101.

BRONCOWISKI, A. S. et al. **Composição bioquímica de *Tenebrio molitor* criado em diferentes dietas**. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

BARBOSA, Gilson Ferreira. **Criação de Tenébrio Molitor para alimentação de Curiós durante a estação de cria**. Itabuna, Bahia. [2011]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/50837116/criacao-de-tenebrio-molitor>. Acesso em: 9 dez. 2025.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Report of the World Commission on Environment and Development**. Nova Iorque: Nações Unidas, 1987. (Documento A/42/427).

COSTA, Diego Vicente da; VASCONCELOS, Carolina; ARAÚJO, Ana Carolina Andrade; CALIL, Ricardo Moreira; SANTOS, Luciana Lacerda Pereira (org.). **Insetos para alimentação animal no Brasil: aspectos de produção e regulatórios**. São Paulo: Alexa Cultural, 2021.

FIALHO, A. T. S.; SILVA, A. S.; BRITO, C. O.; OLIVEIRA, C. J. P.; VALE, P. A. C. B.; RIBEIRO JÚNIOR, V. **Composição nutricional de larvas de tenebrio molitor L. e grilos (*Gryllus assimilis*) com potencial utilização em rações**. *Arquivo principal de medicina veterinária e zootecnia*, v. 73, n. 2, p. 539-542, 2021.

IPIFF - International Platform of Insects for Food and Feed. Guide on good labelling practices for insect-based feed materials. Disponível em: <https://ipiff.org/ipiff-guide-good-labelling-insect-feed/>. Acesso em: 16 out. 2024..

KOTSOU, Konstantina; CHATZIMITAKOS, Theodoros; BOZINOU, Eleni; LALAS, Stavros I.; ATHANASIADIS, Vassilis. **Exploração de resíduos agroalimentares como alimento para *Tenebrio molitor*: uma revisão**. *Foods*, v. 13, n. 1027, p. 1-25, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13071027>

KIM, YY; HONG, J.; HAN, T. *Tenebrio molitor* larvae as an alternative protein source for monogastric animals: a review. **Animals**, v. 10, n. 11, pág. 2068, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani10112068>. Acesso em: 26 out. 2024.

KIM, Sun Young; KIM, Hong Geun; LEE, Kyeong Yong; YOON, Hyung Joo; KIM, Nam Jung. Efeitos de subprodutos agrícolas, DDG e MSG, no desenvolvimento larval de larvas de farinha. **International Journal of Industrial Entomology** (Int. J. Indust. Entomol.), [Seongnam-si], v. 32, n. 2, p. 69-79, 2016. Disponível em: <dx.doi.org/10.7852/ijie.2016.32.2.69>. Acesso em: 21 nov. 2025.

KRUGER, J. A. **Criação de tenébrio molitor como fonte suplementar na dieta de peixes ornamentais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2019. 17 p. Manual desenvolvido durante a disciplina de piscicultura ministrada pelo professor Dr. Antonio Ostrensky Neto, Setor de Ciências Agrárias da UFPR. Disponível em: [https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2019/07/Manual\\_de\\_criacao\\_de\\_Tenebrio\\_molitor\\_6-Copy.pdf](https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2019/07/Manual_de_criacao_de_Tenebrio_molitor_6-Copy.pdf). Acesso em: 30 nov. 2024.

LIU, Jiacheng. *O sistema digestivo do Tenebrio molitor*. **BIO Web of Conferences**, v. 182, p. 01001, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202518201001> acesso em: 03 out.2025.

MOREIRA, Nathália Ramalho. **Fisiologia molecular intestinal de Tenebrio molitor**. 2013. 300 f. Tese (Doutorado em Ciências – Bioquímica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013, acesso em: 04 out.2025.

MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME, P.; VAN ITTERBEECK, J.; KLUNDER, H.; VAN HUIS, A. **Edible insects future prospects for food and food security**. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 26 out. 2024.

MEYER-ROCHOW, Can insects help to ease the problem of world food shortage? **Research, Nedlands**, v. 7, pág. 261-262, jun. 1975. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262637170>. Acesso em: 26 out. 2024,

MIGLIETTA, P. P.; DE LEO, F.; RUBERTI, M.; MASSARI, S **Mealworms for Food A Water Footprint Perspective**, v. 7, p. 6190-6203, 2015. DOI 10.3390/w7116190.

MAHMOUD, M. A.; ABOTALEB, A. O.; ZINHOUM, R. A. **Avaliação de diversas dietas para melhorar o crescimento, a reprodução e o valor nutricional do bicho-da-farinha, Tenebrio molitor L**. Scientific Reports, v. 15, art. 15656, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-98254-y. Disponível em: <https://www.nature.com/scientificreports>. Acesso em: 25 nov. 2025.

NASCIMENTO FILHO, M. A. **Farinha de larva de inseto (Tenebrio molitor) na alimentação de frangos de corte: preferência alimentar, energia metabolizável e digestibilidade de aminoácidos**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestre em Ciências - Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

NDOTONO, Evalyne W.; TANGA, Chrysantus M.; KELEMU, Segenet; KHAMIS, Fathiya M. **Perfil mitogenômico e análise microbiana intestinal da recém-identificada larva da farinha menor consumidora de poliestireno no Quênia**. *Scientific Reports*, v. 14, n. 21370, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72201-9>

OLIVEIRA, C.; SANTOS, R. M.; KWIATKOWSKI, Â. **Cartilha de criação de tenébrio molitor para iniciantes**. Apostila de criação de Tenébrio Molitor para Globo Rural, 2021. Disponível em:

[https://estaticog1.globo.com/2021/05/20/apostila\\_de\\_criao\\_de\\_tenbrio\\_molitor\\_para\\_globo\\_rural\\_final\\_1.pdf](https://estaticog1.globo.com/2021/05/20/apostila_de_criao_de_tenbrio_molitor_para_globo_rural_final_1.pdf).

Acesso em: 26 out. 2024.

OONINCX, D. G. A. B.; VAN ITTERBEECK, J.; HEETKAMP, M. J. W.; VAN DEN BRAND, H.; VAN LOON, J. J. A.; VAN HUIS, A. **An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption**. *PLoS ONE*, v. 5, n. 12, p. e14445, 2010. DOI: 10.1371/journal.pone.0014445.

PEREIRA, J. C. **Uso de farinha de insetos na alimentação de leitões recém-desmamados sobre a digestibilidade e desempenho**. 2024. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2024.

RIBEIRO, G. O. **Farinha da larva de tenébrio molitor na alimentação de tilápia-do-nilo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2019.

SANTOS, Monique V. B. dos; OLIVEIRA, Thaís da S.; RODRIGUES, Andressa T.; SILVA NETO, Manuel R. da; LIMA, Cristian J. B. de; COSTA, Diego V. da; FERNANDES, João B. K. **Composição nutricional das farinhas de barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*), mosca doméstica (*Musca domestica*) e tenébrio comum (*Tenebrio molitor*)**. In: **I CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETOS ALIMENTÍCIOS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS; II SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFOGIA**, 1., 2019, Montes Claros. *Anais*: 2019. p. 216.

SHAH, Azaz Ali; USMAN, Amjad; KHAN, Sarzamin; KHAN, Faheem; AHMED, Nazeer et al. **Criação e otimização do crescimento de larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor*) como fonte alimentar sustentável utilizando diferentes dietas larvais em condições de laboratório**. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 00, p. 1–10, 2024. DOI: 10.1111/eea.13463.

SIEMIANOWSKA, E.; KOSEWSKA, A.; ALJEWICZ, M.; SKIBNIEWSKA, K. A.; Jydras, M.; POLAK-JUSZCZAK, L.; JAROCKI, A. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences*, v. 4, n. 6, p. 287-291, 2013. DOI 10.4236/as.2013.46041.

SILVA, A. A.; TONET, R. M.; PONTARA, L. P. Alimentos alternativos para aves e suínos em sistemas de produção com base agroecológica. *Pubvet*, v. 8, pág. 628-635, 2016. DOI 10.22256/ssasat.v10n8.628-635 2024.

SILVA, Mariana de Souza. **Tenebrio molitor L. (Coleoptera: Tenebrionidae) criado com diferentes dietas para produção de farinha proteica**. 2022. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, 2022.

SYAHRULAWAL, Linggawastu; TORSKE, Magnhild Oust; SAPKOTA, Rumakanta; NÆSS, Geir; KHANAL, Prabhat. Melhorando os valores nutricionais do bicho-da-farinha amarelo (*Tenebrio molitor*). **Revista de Ciência Animal e Biotecnologia**, v. 14, n. 146, p. 1–18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00945-x>. Acesso em: 4 out. 2025.

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. DOI 10.3390/agriculture12111924.

VILELLA, L. M. **Produção de insetos para uso na alimentação animal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

VELDKAMP, T.; BOSCH, G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. **Animal Frontiers**, v. 5, n. 2, p. 45-50, 2015. DOI: 10.2527/af.2015-0019.

YOO, J. S.; CHO, K. H.; SHIN, D. G.; KWON, G. T.; HONG, J. S.; JANG, H. S.; CHUNG, Y. H.; KIM, Y. Y. Nutrient ileal digestibility evaluation of dried mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae compared to three animal protein by-products in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Disponível em: <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.18.0647>. Acesso em: 30 nov. 2024.

RAFAEL, A. J.; MARQUES, M. D. Capítulo 32 Hexapoda. In: FRANSOZO, Adilson. **Zoologia dos Invertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

RIAZ, M. et al. **Influência de diferentes dietas no crescimento e desenvolvimento de larvas, pupas e adultos de *Tenebrio molitor***. *Scientific Reports*, v. 15, p. 15656, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/scientificreports/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

RUMBOS, Christos I.; KARAPANAGIOTIDIS, Ioannis T.; MENTE, Eleni; PSOFAKIS, Pier; ATHANASSIOU, Christos G. Avaliação de vários produtos para o desenvolvimento do bicho-da-farinha amarelo, *Tenebrio molitor*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 11224, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-67363-1.