

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CAMPUS DOIS VIZINHOS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**MARIANA DE SOUZA SILVA**

***Tenebrio molitor* L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) CRIADO COM  
DIFERENTES DIETAS PARA PRODUÇÃO DE FARINHA PROTEICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DOIS VIZINHOS**  
**2022**

**MARIANA DE SOUZA SILVA**

***Tenebrio molitor* L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) CRIADO COM  
DIFERENTES DIETAS PARA PRODUÇÃO DE FARINHA PROTEICA**

***Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) breed with different diets for  
protein flour production**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia, do Campus Dois Vizinhos, da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Michele Potrich  
Coorientadora: M<sup>a</sup>. Raiza Abati

**DOIS VIZINHOS**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**MARIANA DE SOUZA SILVA**

***Tenebrio molitor* L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) CRIADO COM  
DIFERENTES DIETAS PARA PRODUÇÃO DE FARINHA PROTEICA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia,  
do Campus Dois Vizinhos, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná).

Data de aprovação: 10 de junho de 2022

---

Fabiana Martins Costa Maia  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Fernanda Colombo  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Raiza Abati  
Mestrado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Michele Potrich  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

“A lagarta disse que ia voar.  
Todos riram dela, menos as borboletas.”  
(Robert Ribeiro).

“Caminhe com quem acredita em você.”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por permitir com que eu conseguisse chegar nessa etapa final e por permitir que esse sonho se tornasse realidade.

À minha família pelo suporte, dedicação e amparo para que eu conseguisse estudar em outro estado em uma excelente Universidade.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela qualidade de ensino.

À minha orientadora Michele Potrich por ter acreditado no meu potencial, pela oportunidade de trabalharmos juntas em uma área que nos identificamos, pela paciência, confiança, incentivo e tempo dedicado a me orientar durante essa jornada.

À minha corientadora Raiza Abati, por ter disponibilizado do seu tempo sempre que precisei para tirar dúvidas, para me auxiliar, pela dedicação e paciência comigo destinadas a este trabalho.

Ao Wellington Bazarim que dedicou do seu tempo para me motivar, compartilhar conhecimentos e ideias.

A todos da LABCON-UTFPR DV, por me ensinarem e compartilharem experiências e pela ajuda na execução dos experimentos.

Ao professor Alfredo Gouvea que me apresentou a professora Michele para que eu pudesse realizar este trabalho.

Aos professores e pesquisadores da UTFPR que fizeram parte do meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos amigos que fizeram parte da minha história durante esse período, me auxiliando e tornando a vida acadêmica mais leve.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

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

A população mundial está crescendo consideravelmente e, com isso, há aumento na demanda pela produção de alimentos. Neste cenário, as estimativas apontam para a necessidade de incremento na produção de proteína para ração animal. A adição do inseto *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) na produção de ração animal é uma alternativa, já que apresenta elevados índices proteicos, valor nutricional qualificado e sua criação é considerada mais sustentável quando comparada com a produção de grãos, devido este inseto utilizar menores área para sua criação e baixa emissão de gases efeito estufa. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo testar diferentes dietas para criação de tenébrio, verificando o desenvolvimento e qualidade nutricional de pupas e larvas deste inseto. Foram utilizadas para a criação dos insetos, caixas de PVC de 36 cm x 13 cm x 24 cm (C x L x A) com aberturas para ventilação e manutenção. Os insetos foram separados em caixas conforme seu ciclo de vida (ovo, larva, pupa e adulto), onde foram fornecidas cinco diferentes dietas formuladas: Dieta 1: levedo de cerveja (5%) + farelo de trigo (60%) + aveia (25%) + trigo integral (10%); Dieta 2: farelo de trigo (75%) + farelo de aveia (25%); Dieta 3: farelo de trigo (50%) + farelo de milho (50%); Dieta 4: farelo de trigo (25%) + farelo de milho (75%) e Dieta 5: ração para cães (50%) + ração para gatos (50%) moídos. As larvas de *T. molitor* sob as dietas 1 e 4 apresentaram evidente ganho de peso (g) e tamanho maior (cm) em relação as outras dietas. A Dieta 1 resultou em um maior número de insetos sobreviventes, já a Dieta 4 foi a mais econômica no custo por grama e por quilo de larva desidratada, mas não proporcionou maior valor proteico como ocorreu com os insetos alimentados da Dieta 1. A Dieta 5 não é recomendada, pois não apresenta características que permitam um bom desenvolvimento de *T. molitor*, além de não ser a mais econômica. Se faz necessário em trabalhos futuros uma nova avaliação desses parâmetros para que exista um melhor refinamento, maior quantidade de insetos a serem avaliados por um período mais longo.

**Palavras-chave:** Tenébrio. Dieta animal. Proteína de inseto. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

SILVA, Mariana de Souza. ***Tenebrio molitor* L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) reared in different diets for the production of protein flour.** 2022. 49 p. Work of Conclusion of Course Graduation in Animal Science - Federal University of Technology – Parana (UTFPR). Dois Vizinhos, 2022.

The world population is growing considerably and, with it, the demand for food production. In this scenario, estimates point to the need to increase the production of protein for animal feed. Adding the insect *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) into the production of animal feed is an alternative, since it has high protein levels, qualified nutritional value, and its creation is considered to be more sustainable. Therefore, the present work aimed to test different diets for the rearing of worms, verifying the development and nutritional quality of pupae and larvae of this insect. For the rearing of insects, PVC boxes measuring 36 cm x 13 cm x 24 cm (L x W x H) with openings for ventilation and maintenance were used. The insects were separated into boxes according to their life cycle (egg, larva, pupae and adult), where they were offered five different diets formulated Diet 1: brewer's yeast (5%) + wheat bran (6%) + oat (25%) + whole wheat (10%) Diet 2: wheat bran (75%) + oat bran (25%), Diet 3: wheat bran (50%) + corn bran (50%), Diet 4: wheat bran (25%) + corn bran (75%) and Diet 5 dog food (50%) + cat food ( 50%) milled The larvae of *T. molitor* under diets 1 and 4 showed evident weight gain (g) and larger size (cm) in relation to other diets. Diet 1 also resulted in a greater number of survivors, while diet 4 was the most economical in the cost per gram and kilogram of dehydrated larvae but did not have higher protein value like Diet 1. Diet 5 is not recommended because it does not present characteristics that allow a good development of *T. molitor*, besides not being the most economical.

**Keywords:** Tenébrio. Animal Diet. Insect protein. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação do ciclo biológico do <i>Tenebrio molitor</i> .....	19
Figura 2 - <i>Tenebrio molitor</i> adulto fêmea (esquerda) e <i>Tenebrio molitor</i> adulto macho (direita) .....	20
Figura 3 - Modelo de caixas para criação de <i>Tenebrio molitor</i> .....	21
Figura 4 - Exemplo de desidratação de <i>Tenebrio molitor</i> para análise bromatológica no Laboratório Cooper em São José dos Campos. ....	23
Figura 5 - Análise Bromatológica de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> alimentados em cinco diferentes dietas. (A)Lipídios(butirométrico) [g/100], (B)Proteína(base úmida) [g/100], (C) Carboidratos totais [g/100] e (D)Valor calórico [Kcal]. ....	34
Figura 6 - Análise Bromatológica de pupas de <i>Tenebrio molitor</i> alimentados em cinco diferentes dietas. (A)Lipídios(butirométrico) [g/100], (B)Proteína(base úmida) [g/100], (C) Carboidratos totais [g/100] e (D)Valor calórico [Kcal]. ....	35



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de dietas fornecidas a <i>Tenebrio molitor</i> .....	27
Tabela 2 - Manutenção da criação de <i>T. molitor</i> e contagem total dos insetos presentes com separação das fases de desenvolvimento. ....	29
Tabela 3 - Comprimento médio (centímetros) ( $\pm$ EP), e peso (gramas) ( $\pm$ EP) de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> alimentadas com cinco diferentes dietas.....	31
Tabela 4 - Comprimento médio, em centímetros ( $\pm$ EP), e peso, em gramas ( $\pm$ EP), de pupa de <i>Tenebrio molitor</i> alimentados com cinco diferentes dietas. ...	33
Tabela 5 - Custo das dietas para a criação de <i>Tenebrio molitor</i> em valor / kg durante 45 dias.....	36
Tabela 6 - Custo por grama (R\$/g) de proteína, lipídio e carboidratos, da produção da larva de <i>Tenebrio molitor</i> ao longo de 45 dias. ....	37
Tabela 7 – Custo para produzir de 1 kg de larva de <i>Tenebrio molitor</i> desidratada por Kg de dieta. ....	37

## LISTA DE SÍMBOLOS

PVC	Policloreto de vinila
Kcal	Quilocaloria
cm	Centímetros
g	Gramas
<i>T. molitor</i>	<i>Tenebrio molitor</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Produção Animal .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 <i>Tenebrio Molitor</i> L.1758 (Coleoptera: Tenebrionidae).....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Modelos De Criação De <i>Tenebrio Molitor</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Dietas Utilizadas Para A Criação De <i>Tenebrio Molitor</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Farinha De <i>Tenebrio Molitor</i> .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Utilização Da Farinha De <i>Tenebrio Molitor</i> Na Zootecnia .....</b>	<b>24</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Biologia E Desenvolvimento De <i>Tenebrio Molitor</i> Criado Em Diferentes Dietas .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Análise Bioquímica Nutricional De <i>Tenebrio Molitor</i> Criado Em Diferentes Dietas .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Custos Da Criação De <i>Tenebrio Molitor</i>.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 Análise Estatística .....</b>	<b>28</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 Biologia E Desenvolvimento De <i>Tenebrio Molitor</i> Criado Em Diferentes Dietas .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 Análise Bioquímica.....</b>	<b>33</b>
<b>5.3 Custos De Criação .....</b>	<b>36</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Estudos indicam que a população mundial será de, aproximadamente, 11,2 bilhões de pessoas nas próximas décadas (VOLSSET *et al.*, 2020) com isso, há a necessidade de aumento na produção de alimentos, dentre eles, os de origem animal, ocasionando um cenário desafiador para o setor produtivo. Nas dietas para a criação animal, são fornecidos alguns produtos como fonte de proteína, com destaque ao farelo de soja.

Neste sentido, como consequência ao crescimento populacional e à alta demanda de proteína, há e haverá a necessidade de aumento produtivo de soja, exigindo assim, o aumento e a otimização de áreas para o cultivo (CONAB, 2019; FEDERIZZI, 2005; NUNES *et al.*, 2021). No entanto, a intensificação da produção de soja poderá ocasionar aumento na emissão de gases de efeito estufa e geração de resíduos, contrariando a produção sustentável (DOTTO *et al.*, 2020).

Além disso, as áreas de cultivo intensivo de soja utilizam agrotóxicos para o manejo de pragas, os quais, quando utilizados sem as devidas precauções, podem contaminar o ambiente (FROTA; SIQUEIRA, 2021; PRIMEL *et al.*, 2005). Essa contaminação pode se propagar pelo vento, água e alimentos, ou por desvios na hora da pulverização. Com isso, pode acarretar o adoecimento de seres humanos e animais, mortalidade de insetos não-alvos, como polinizadores, além de selecionar populações de insetos-praga resistentes aos produtos químicos (PIGNATI *et al.*, 2007; ABATI *et al.*, 2021).

Além dos fatores relacionados à produção de soja, os fatores nutricionais da planta devem ser considerados. Os ingredientes proteicos de origem vegetal, como o farelo de soja, possuem fatores antinutricionais (PNAs - Polissacarídeos Não Amídicos) indesejados dentro da cadeia produtiva animal, pois prejudicam o desempenho dos animais (RIOS, 2014), dificultando a digestibilidade da fibra, reduzindo a energia disponível dos alimentos interferindo também na utilização de outros nutrientes e sua absorção (CONTE *et al.*, 2003) possuindo um processamento industrial passando por etapas com a inclusão de agentes químicos, físicos e aquecimento do farelo de soja, para que após esses procedimentos, possa se disponibilizar os nutrientes advindos do grão por inativação dos fatores antinutricionais.(BELLAYER; NONES.,2011; MANDARINO; ROESSING., 2001).

Frente a isso, são crescentes as pesquisas buscando ingredientes alternativos e inovadores, que possam contribuir na elaboração de alimentos com maior qualidade, elevados índices proteicos, fácil obtenção, mais sustentáveis ao meio ambiente e aos animais e economicamente viáveis (TAVARES, 2020). Neste sentido, os insetos têm mostrado potencial devido à sua composição nutricional, onde conseguem converter o alimento ingerido em proteína, mostrando-se como alternativa a ser utilizada no mercado agropecuário, em escala industrial (BIASATO *et al.*, 2018; CAPPELOZZA *et al.*, 2019; VAN HUIS, 2013; VELDKAMP *et al.*, 2015).

Diante desse cenário, *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) é um dos insetos mais promissores para utilização na nutrição animal (LI; ZHAO; LIU, 2013; NUTRINSECTA, 2017). Embora seja um inseto conhecido por infestar grãos armazenados, o mesmo possui distribuição cosmopolita e suas larvas são amplamente usadas para diversas finalidades, como em laboratórios para testes com outros agentes biológicos e na incorporação de ração animal (COMEJO; NOGUEIRA; WILBERG, 2007; DE SOUZA *et al.*, 2019; LEÃO *et al.*, 2009). São ricos em proteína e sua alimentação é baseada em diversos tipos de farelos vegetais e cereais de baixa densidade, como farelo de trigo, farelo de aveia, resíduos de cervejaria, milho, além de frutas e legumes (GHALY; ALKOAİK, 2009; LI; ZHAO; LIU 2013). Este inseto pode ser produzido em gaiolas (caixas), geralmente de material plástico contendo telas de proteção contra predadores e para evitar fuga de insetos nas fases de ovos ou larvas, as quais podem ser mantidas em pequenos espaços sob ambiente controlado, o que torna fácil sua criação (MORAIS, 2015).

Neste sentido, a fase larval de *T. molitor* tem sido explorada devido ao alto valor nutricional, podendo incrementar 56% proteína, 35% lipídios, 2,6% de cinzas e 6% de fibra (CAVENAGHI *et al.*, 2016), podendo ser adicionada, principalmente, como farinha na dieta de animais, obtendo um baixo custo em comparação aos outros ingredientes (KHUSRO; ANDREW; NICHOLAS, 2012). Esta farinha, quando incorporada em dietas animais, tem a finalidade de proporcionar uma alimentação nutritiva e sustentável. Com isto, a farinha proteica a base de tenébrio pode proporcionar uma redução de custos na cadeia produtiva animal de forma inovadora, tanto em criadouros de pássaros, répteis, pequenos mamíferos e peixes (STREET, 1999; NUTRINSECTA, 2017; CHIA *et al.*, 2019).

Portanto, a procura por alimentos alternativos, que possam incorporar à dieta de animais de produção, mostra-se cada vez mais interessante, necessária e viável.

Faz-se necessário assim, avaliar a viabilidade econômica, produtiva e nutricional, por meio da dieta a base de alimentação de insetos, para que estes possam ser utilizados e incorporados na nutrição animal, a fim de substituir o farelo de soja e garantir níveis proteicos elevados.

## 2 OBJETIVOS

Avaliar diferentes dietas para criação de *Tenebrio molitor* e se estas interferem na biologia, no desenvolvimento e na qualidade nutricional de pupas e larvas, para posterior produção de farinha proteica.

### 2.1 Objetivos específicos

- Verificar se os diferentes tipos de dietas testadas influenciam na biologia de *T. molitor*;
- Analisar se os diferentes tipos de dietas testadas influenciam no desenvolvimento de cada fase de *T. molitor*;
- Avaliar se os diferentes tipos de dietas testadas interferem na composição nutricional de larvas e pupas de *T. molitor*;
- Verificar se há viabilidade econômica na produção da farinha proteica a partir das larvas testadas nas diferentes dietas.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Produção Animal

Os diversos segmentos que compõem o agronegócio brasileiro movimentam a economia do país, dentre os principais estão a produção animal e de grãos, correspondendo a aproximadamente 169 bilhões de reais. Destes, 16,28% é a porcentagem de exportação de produtos cárneos e 40,30% de produtos complexos de soja (AGROSTAT, 2022).

A soja (*Glycine max*) aparece neste cenário, pois é um dos principais ingredientes utilizados na nutrição de animais, devido aos seus altos valores proteicos para a incorporação em dietas. Através dela, é produzida uma gama variada de produtos, como o farelo, o qual é utilizado para animais não ruminantes (CONAB 2019; FEDERIZZI, 2005).

A produção de soja tem alta demanda no Brasil, aumentando de 75.323 mil toneladas para 124.845 mil toneladas nos últimos 10 anos. Esse grão teve um aumento de 24.182.000 para 36.948.000 de hectares entre as safras de 2010/2011 e 2019/2020. (CONAB, 2021).

Entretanto, o cultivo de soja abrange extensas áreas de cultivo, o valor dos grãos sofre alterações, utiliza agrotóxicos, que se manejados de forma incorreta podem prejudicar insetos não-alvos e favorecer os insetos alvos que se tornam resistentes, gera resíduos contaminando o ambiente, humanos e animais, desfavorecendo a sustentabilidade ambiental (ABATI 2021; BATTISTI; 2021., PIGNATI *et al.*, 2007; PRIMEL *et al.*, 2005). Frente aos problemas ocasionados por produtos para animais advindos da soja, pesquisas vêm buscando novas alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para produzir alimentos com valores proteicos tão interessantes quanto desse grão (TAVARES, 2020).

Um dos alimentos que vem sendo pesquisado, atualmente, para substituição do farelo de soja é o inseto *Tenebrio molitor* L. 1758, pertencente a ordem Coleoptera, família Tenebrionidae. Este, que possui valores proteicos tão altos quanto a soja, estão sendo considerados ambientalmente sustentáveis por não precisarem de extensas áreas para sua criação. (GHALY; ALKOAİK. 2009; LI; ZHAO; LIU, 2013).

### **3.2 *Tenebrio molitor* L.1758 (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)**

*Tenebrio molitor* possui ciclo de vida curto e demanda pequenas áreas para sua criação, sendo estes fatores positivos em relação à sustentabilidade (LI; ZHAO; LIU, 2013). O tenébrio, como é popularmente chamado, é um inseto ideal para diversos estudos, já que sua criação não exige muitos equipamentos (COSTA NETO, 2011). Seu ciclo de vida pode variar de 6 a 12 meses e está relacionado a questões ambientais, tendo a temperatura como fator influenciável no desenvolvimento, bem como a umidade, a iluminação e a alimentação pelas quais são submetidos (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2002).

Estes artrópodes são holometábolos com quatro fases de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adultos). Sua coloração varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento, sendo as larvas amareladas, as pupas esbranquiçadas e os adultos variam entre marrom-escuro e preto. O tamanho das larvas varia de 25 a 35 mm, enquanto os besouros possuem entre 13 e 17 mm de comprimento (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011).

O peso da larva de último ínstar varia, em média, de 130 a 160 mg. Após a fase larval, que pode durar em torno de três meses, passa pela fase de pupa, com duração média de cinco a seis dias e termina com o inseto adulto. O inseto adulto passa a se reproduzir e fazer a postura de ovos, de onde eclodirão mais larvas e iniciarão novamente o seu ciclo (Figura 1) (AGUILAR-MIRANDA *et al.*, 2002; MAKKAR *et al.*, 2014).

**Figura 1 – Representação do ciclo biológico do *Tenebrio molitor***



**Fonte: Autoria própria (2022)**

A reprodução do tenébrio é sexuada. A fêmea começa a oviposição entre quatro e 17 dias após a cópula e a capacidade de postura, em média, é de 300 a 500 ovos (SANTOS, 2018). A alta capacidade de oviposição torna interessante a sua produção, pois uma única fêmea pode gerar de 500 a 1000 indivíduos ao longo do tempo. (AGUILAR-MIRANDA *et al.*, 2002).

Machos e fêmeas de *T. molitor* possuem características físicas diferentes. Os machos possuem cabeça arredondada, escudo bem definido e com pontas, enquanto as fêmeas possuem a cabeça quadrada nas laterais, porém com o escudo arredondado e são maiores que os machos (Figura 2) (KOCH, 2013).

Figura 2 - *Tenebrio molitor* adulto fêmea (esquerda) e *Tenebrio molitor* adulto macho (direita)



Fonte: EXPOGECKOS (2017)

### 3.3 Criação de *Tenebrio molitor*

A criação de *T. molitor* pode ser em caixas plásticas com orifícios em sua parte superior. Estes insetos devem ser separados de acordo com seu ciclo de desenvolvimento, já que podem apresentar comportamento canibal. Nas caixas, pode ser adicionado organza ou tela para proteção contra predadores, para evitar a fuga dos insetos e para permitir a ventilação (LINS JUNIOR *et al.*, 2018). Um modelo de caixa de criação a ser utilizado são caixas plásticas com tela mosquiteiro (Figura 3). Essas caixas devem, preferencialmente, ofertar ambiente com pouca luminosidade, devido a preferência e melhor desenvolvimento dos tenébrios em ambientes escuros (LINS JUNIOR *et al.*, 2018; MORAIS, 2015; SIMIONI, 2020).

**Figura 3 - Modelo de caixas para criação de *Tenebrio molitor***



**Fonte: Autorial própria (2021)**

A temperatura e a umidade são fatores importantes na criação desses insetos e devem ser controladas adequadamente para bons índices produtivos, sendo a temperatura ideal entre 28 e 30 °C e umidade relativa do ar em torno de 70 a 80% (LINS JUNIOR *et al.*, 2018). O tamanho das caixas pode variar, mas em geral os ocupam pouco espaço. As criações podem ocorrer em caixas nas medidas 40 x 30 x 25 cm até eles completarem seu ciclo de vida (ALVEZ *et al.*, 2016).

Durante a criação ocorre manutenções para troca de substrato, inclusão de batatas ou legumes para que os insetos adultos e larvas possam absorver água destes alimentos. As caixas são separadas conforme a fase de desenvolvimento do inseto, utilizando uma somente para ovos, uma para pupas, outra para larvas e para adultos, onde os insetos são peneirados, separados e monitorados (LINS JUNIOR *et al.*, 2018).

### **3.4 Dietas utilizadas para a criação de *Tenebrio molitor***

A dieta é fator importante para qualquer espécie viva, pois é através dela que o animal obterá energia e converterá esse alimento em nutrientes essenciais. O tenébrio, por exemplo, converte biomassa vegetal em energia e em proteína, sendo essencial para espécies que se alimentam dele, já que as larvas têm perfil de aminoácidos de interessante valor nutricional, devido sua composição proteica ser elevada (AGUILAR-MIRANDA *et al.*, 2002; VELDKAMP *et al.*, 2012). A dieta

formulada para a alimentação de insetos, geralmente, é o custo mais elevado na criação, ficando atrás apenas da mão-de-obra. Portanto, ao se pensar numa criação, devem ser considerados os custos envolvidos na sua produção e analisada a viabilidade econômica dos ingredientes utilizados (PARRA, 2009). De modo geral, a dieta tradicional dos tenébrios é baseada em farelos vegetais de baixa densidade, de consistência macia e deve ter valores adequados de aminoácidos, para o crescimento e desenvolvimento adequado dos insetos (TELES, 2011; LI; ZHAO; LIU, 2013). Entre eles estão: farelo de aveia, farelo de trigo, milho, resíduos de cervejaria, de soja, entre outros (LI; ZHAO; LIU, 2013; LINS JÚNIOR *et al.*, 2018).

O farelo de soja, testado com outros ingredientes, tem resultado negativo na dieta de tenébrios que se alimentam desse grão, por não ter absorção adequada para as larvas (SOUZA; TELES, 2011). Estudos indicam que as larvas alimentadas com trigo podem incrementar aos 56% de proteína, 35% de lipídios, 2,6% de cinzas e 6% de fibras (CAVENAGHI *et al.*, 2016), comparadas com larvas alimentadas a base de milho com 32% de proteína, 5,3% de lipídios e 1,3% de cinzas (SANCHEZ; BURGOS, 2014).

Quando as larvas são criadas em cativeiro ou até mesmo na criação comum a dieta pode variar, porque além do uso de farelos e cereais, pode-se utilizar outros tipos de alimentos alternativos como ração de pássaro preto (*Gnorimopsar chopi*) ou sabiá. Dentre as dietas alternativas, há a possibilidade de utilizar a bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), uma boa fonte de biomassa, podendo estar parcialmente em grãos, moída e em farelo de celulose, em 50% na dieta (ALVES *et al.*, 2016).

Quando sua dieta é alternativa a convencional, os parâmetros nutricionais devem respeitar um padrão para que esta seja rica em carboidratos, proteínas e cálcio, os quais são necessários para o desenvolvimento e crescimento adequado dos tenébrios (LINS JUNIOR *et al.*, 2018). Além disso, a escassez de água e pouca umidade podem afetar no desenvolvimento deles. Por isso, necessitam de fonte de água, que pode ser através de legumes, frutas ou em potes. Entretanto, os legumes e frutas oferecem mais segurança, pois evitam possíveis afogamentos no recipiente (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2002).

É notório que, além das condições ambientais, o sucesso da criação desses insetos em cativeiro depende dos tipos de dieta, da porcentagem e da qualidade nutricional dos ingredientes a que eles estão sendo submetidos (MENEZES *et al.*, 2014). Por isso, é importante buscar novas dietas e novos ingredientes além dos

modelos tradicionais, pois a inovação dessa área pode contribuir com o desempenho dos insetos criados em cativeiro, já que sua utilização em diversas farinhas proteicas fomentará o mercado agropecuário. Além disso, estes insetos servirão de alimento para diversas espécies como peixes, aves, animais silvestres, e que possuem uma demanda proteica e energética (GHALY e ALKOAİK, 2009).

### 3.5 Farinha de *Tenebrio molitor*

Para o desenvolvimento de farinha de tenébrio, são utilizadas algumas metodologias, dentre elas, a utilização de moinhos de faca para moer as larvas a granulometria de 0,5 mm, que podem ser homogeneizadas de acordo com o que cada tratamento exige. Após a moagem e homogeneização do material, é realizado o processo de secagem em estufa de ventilação forçada, com temperatura média de 65 °C em um período de 24 horas e introduzidas em embalagens para conservação. (RIBEIRO, 2019).

Outro método para desidratação e produção através da moagem dos insetos para produção de farinha, é submeter as larvas vivas a estufa de circulação forçada de ar (Figura 4), e triturá-las em seguida, utilizando processador higienizado (SOUZA; TELES, 2011). A desidratação pode ser realizada também em micro-ondas, *air fryer*, branqueamento e utilização de estufas. Os pontos positivos da desidratação são prolongar a vida útil e o armazenamento dos insetos, sem alterar a qualidade nutricional, além de poder transportar esse produto em temperatura ambiente sem deteriorá-lo (EMBRAPA, 2007).

**Figura 4 - Exemplo de desidratação de *Tenebrio molitor* para análise bromatológica no Laboratório Cooper em São José dos Campos.**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Após este procedimento e a moagem dos insetos já desidratados, pode ser fabricada a farinha das larvas de tenébrio, sendo que essa possui maior homogeneidade e se mistura facilmente com outros ingredientes, quando processados para rações comerciais ou como suplementação na dieta animal. Após isso, são realizadas análises em amostras, dentre elas, as análises físico-químicas, que estipulam teores minerais, proteicos e lipídicos, os quais são importantes fatores a serem considerados na produção de ração animal (CAVENAGHI *et al.*, 2019).

### **3.6 Utilização da farinha de *Tenebrio molitor* na zootecnia**

Os tenébrios são criados para diversas finalidades, dentre elas tem-se a incorporação de farinhas proteicas dessa origem no alimento de diversas espécies de interesse zootécnico. As larvas desidratadas ao serem incorporadas na ração animal servem como suplemento parcial ou total, sendo eficiente na incorporação proteica (AO *et al.*, 2020). Portanto, além da facilidade de criação, estes insetos possuem características desejáveis, como baixa quantidade de umidade no processamento de alimentos (BEDÁROVÁ *et al.*, 2013), o que favorece a produção de farinhas proteicas, podendo ser adicionadas a outros produtos alimentícios.

Na produção animal, pesquisas com alimentos alternativos às fontes proteicas já existentes têm sido cada vez mais procuradas, intensificando a demanda por novos ingredientes (BORDIGNON, 2022; BRAGA *et al.*, 2005; CAVALCANTE *et al.*, 2005; FABIAN, 2021; FERREIRA, 2022; FREITAS *et al.*, 2011; MORENO *et al.*, 2021; PEZZATO *et al.*, 2004; SANTOS, 2021; SIEBRA *et al.*, 2004; TAVERNARI *et al.*, 2010). Visto que muitos pesquisadores têm estudado a inclusão de insetos na composição de dietas para os animais de produção, o tenébrio tem chances de se destacar como alimento alternativo aos já existentes (FONTES, 2018; LIRA, 2015; NASCIMENTO, 2020; REIS; DIAS, 2020; VILELLA, 2018).

Na piscicultura e avicultura, a farinha de tenébrio tem proporcionado bons resultados, pois não impacta negativamente no desempenho desses animais e sua dieta apresenta menor custo em relação a dietas convencionais (REIS; DIAS, 2020). Os peixes possuem alta exigência proteica e, neste viés, o uso de farinha de tenébrio é uma alternativa. Diversos estudos com diferentes espécies na piscicultura, suplementados com farinhas de insetos, mostram o potencial dessas farinhas (COSTA, 2022; LIMA, 2021; LIRA, 2015; HOMSKA, 2022; SANKIAN, 2018;



VASCONCELOS, 2021). Já que insetos fazem parte da cadeia alimentar de peixes (SÁNCHEZ-MUROS; BARROSO e MANZANO-AGULIARO, 2014), a substituição de 40% de farinha de peixe por larvas do tenébrio na dieta de trutas e robalos mostrou-se eficiente, incrementa no aumento da gordura corporal e maior crescimento (VILELLA, 2018).

Larvas de tenébrio como farinha proteica podem substituir completamente o farelo de soja na produção de frangos de corte durante o crescimento das aves, não causando impactos negativos na palatabilidade e auxiliando na conversão alimentar (VILELLA, 2018). Além disso, apresentam pontos positivos na imunidade das aves devido aos efeitos prebióticos da quitina que está presente no tegumento dos insetos (BOVERA *et al.*, 2015). Em pesquisas realizadas com frangos de corte, adicionando entre 5 e 10% de farinha de tenébrio, foi relatado aceitação da ração, mostrando que essa farinha tem potencial para o mercado (NASCIMENTO, 2020).

Além disso, rações de cães e gatos costumam ter índices proteicos altos em sua composição. Assim, pesquisas mostraram que, como fonte proteica alternativa, pode ser adicionada farinha de tenébrio com nível de inclusão de 15% na dieta desses animais (LISENKO, 2017). No caso de coelhos, foi relatado que a inclusão de 20% de farinha de insetos não interferiu no desempenho dos animais e, portanto, pode ser usada em substituição à soja na dieta (MARCIANO *et al.*, 2019).

No caso de leitões desmamados, foi verificado que quando adicionadas até 6% de larvas de tenébrio desidratadas na dieta, houve aumento na ingestão de ração, bem como maior digestão dos nutrientes. Isso demonstra que essa farinha proteica, feita, parcialmente, com larvas de tenébrios, é eficiente na dieta de suínos (AO *et al.*, 2020).

A farinha de insetos como ingrediente proteico na alimentação animal mostra-se de forma sustentável, aplicável e nutritiva, principalmente para não ruminantes, como na cunicultura, suinocultura, avicultura e piscicultura, e com potencial, podendo abranger outras espécies animais, além de obter viabilidade econômica (NUTRINSECTA, 2017; TAVARES, 2020). Pode ser utilizada em diversos níveis de concentração de acordo com a espécie animal. Algumas questões devem ser levantadas para que essa farinha se torne viável, podendo garantir segurança alimentar e diminuição de riscos por contaminação, alergias e aceitação por parte das pessoas (DOBERMANN; SWIFT; FIELD, 2017).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em São José dos Campos, no Laboratório Cooper, localizado no estado de São Paulo. As larvas de *T. molitor* foram adquiridas da empresa Pet do Mercado, localizada na cidade de São José dos Campos, essas larvas estavam próximas do último ínstar e foram separadas para execução do experimento. A criação de *T. molitor* foi realizada em 20 caixas plásticas de 36 cm x 13 cm x 24 cm (C x L x A), as quais foram mantidas a temperatura e umidade ambiente, e cada dieta possuía quatro caixas, que seriam separadas para as quatro fases de desenvolvimentos do inseto, sendo caixa de ovos, de pupas, de larvas e de besouros.

Em cada dieta foram acondicionadas 500 larvas de tenébrios, juntamente com 1 kg de dieta/tratamento por caixa. As larvas e as pupas foram retiradas da caixa de criação, sempre respeitando a manutenção de 20% de insetos para recria, totalizando a retirada de 40 larvas e 40 pupas por dieta/tratamento para aferições de peso, comprimento tanto *in natura* quanto desidratadas e, posteriormente, análises bioquímicas.

A cada manutenção foi contabilizado o número de insetos totais de cada dieta, e quando não houve mais a quantidade de 40 larvas ou 40 pupas para fazer as aferições utilizadas, o experimento foi interrompido já que as quantidades de insetos não foram mais suficientes para realizar as análises de forma igual entre os tratamentos. A temperatura e umidade não foram controladas, entretanto todos os insetos ficaram sob mesmas condições ambientais, evitando que um tratamento se sobressaísse ao outro.

### 4.1 Biologia e desenvolvimento de *Tenebrio molitor* criado em diferentes dietas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (dietas) e quatro repetições, sendo 40 insetos por repetição, tanto para larvas quanto para pupas (adaptado de LÍNS JÚNIOR *et al.*, 2018).

Foram testadas cinco dietas diferentes (Tabela 1), cada uma considerada como um tratamento. As dietas foram preparadas conforme as utilizadas em criações tradicionais de tenébrios em zoológicos, em criações laboratoriais e comerciais (adaptado de LINS JÚNIOR *et al.*, 2018). A manutenção dos insetos foi realizada a cada 15 dias para troca do substrato. A cada dois dias foi incluída batata descascada,

a qual foi fracionada e disposta sobre um recipiente no interior das caixas, para adequação da umidade.

**Tabela 1 - Composição de dietas fornecidas a *Tenebrio molitor***

<b>Dieta</b>	<b>Composição</b>
1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)
2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)
3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%) (LINS JÚNIOR et al., 2018)
4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) (LINS JÚNIOR et al., 2018)
5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos

**Fonte: Autoria própria (2022)**

A biologia e o desenvolvimento dos tenébrios criados sob diferentes dietas foram avaliados quanto: a) duração do período larval: número de dias entre a eclosão até a formação de pupa; b) duração do período de pupa: período entre a formação da pupa e a emergência do adulto; c) peso e comprimento de 10 pupas *in natura*; d) peso e comprimento de 10 pupas desidratadas; e) peso e comprimento de 10 larvas de tenébrio *in natura*; f) peso e comprimento de 10 larvas de tenébrio desidratadas. A aferição do peso foi realizada com balança de precisão e o comprimento dos insetos foi determinado utilizando régua escolar.

#### **4.2 Análise bioquímica nutricional de *Tenebrio molitor* criado em diferentes dietas**

Após o procedimento de desidratação, realizado em estufa por responsável técnico do laboratório Cooper, a 4%, as larvas e pupas foram pesadas e medidas novamente. Em seguida foram embaladas, etiquetadas (com data de coleta e numeradas de acordo com cada tratamento) e armazenadas de forma a vedar a umidade. Posteriormente, foram enviadas para o Laboratório Lanali (Laboratório de Análises de Alimentos, localizado na cidade de Cascavel - PR), onde foram moídas por moinhos de facas, para obtenção de uma farinha homogênea. A farinha foi enviada a um zootecnista especializado para análise bromatológica a fim de verificar a porcentagem de nutrientes a cada 100 g, tais como: lipídios, proteína bruta, carboidratos totais, valor calórico, gordura monoinsaturada (ômega) e gordura insaturada (gorduras saudáveis).

### 4.3 Custos da criação de *Tenebrio molitor*

Foi quantificado o custo de criação de tenébrios em cada uma das dietas, considerando: a) Custo de cada dieta / kg de tenébrio desidratado produzido; b) Custo de cada dieta / g de proteína produzida; c) Custo de cada dieta / tempo de produção.

Para os dados de custo de cada dieta/ g de proteína, lipídio e carboidratos produzidos, foi necessário utilizar o custo total de cada dieta e dividi-lo pelos pesos. Para o custo de cada dieta/ tempo de produção foi necessário o custo total de cada dieta e dividi-los pelo tempo de 45 dias.

### 4.4 Análise Estatística

Os dados coletados foram analisados através do *software* BioEstat 5.3. Estes dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, os dados que atenderam ao pressuposto foram submetidos à ANOVA, e realizada, posteriormente, a comparação de médias pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade. Em contrapartida os dados que não atenderam aos pressupostos, foram submetidos à análise não paramétrica de *Kruskal-Wallis*, seguido pela comparação de médias de *Dunn* a 5 % de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Biologia e desenvolvimento de *Tenebrio molitor* criado em diferentes dietas

A troca de estágio mais rápida ocorreu com os insetos alimentados com a dieta 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos). Verificou-se que a primeira pupa oriunda das larvas alimentadas com a dieta cinco foi observada após quatro dias. Enquanto os insetos alimentados com a dieta 1, a primeira pupa foi verificada após cinco dias, já nas criações com as dietas 2 Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%), 3 Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%) e 4 Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) as primeiras pupas foram observadas após seis dias do início do experimento.

Quando avaliada a fase adulta, na dieta 5 também foi verificada a troca de estágio mais rápida de pupas para adultos 10 dias após o início do experimento, em comparação com as demais dietas, seguido da dieta 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%), onde o primeiro besouro emergiu 12 dias após, e nas dietas 2 Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%), 3 Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%) e 4 Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) foram verificados 14 dias após. O número de insetos verificados em cada manutenção quinzenal mostrou que a dieta 5 Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos resultou em maior número de insetos mortos totais na segunda e na terceira manutenção. Já nas dietas 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%) e 4 Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) a sobrevivência dos insetos foi superior, quando comparadas as demais (Tabela 2).

**Tabela 2 - Manutenção da criação de *T. molitor* e contagem total dos insetos presentes com separação das fases de desenvolvimento.**

Manutenção	Dieta	Composição	Nº Insetos	Nº Larvas	Nº Pupas	Nº Adultos
1	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	500	316	117	67
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	500	293	67	46
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	500	269	72	43
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	500	364	79	57

	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	500	273	75	55
2	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	460	164	37	139
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	366	157	42	87
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	344	154	46	83
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75)	460	208	59	99
	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	363	11	43	124
3	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	300	107	10	170
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	246	79	19	102
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	243	68	21	113
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	326	125	25	111
	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	237	40	14	142

**Fonte: Autoria própria (2022)**

As larvas desidratadas avaliadas na manutenção 1 apresentaram maior tamanho médio quando criadas na dieta 3 (farelo de trigo 50% + farelo de milho 50%), sendo 1,88 cm e apresentaram menor tamanho quando criadas na dieta 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídas), 1,76 cm. O peso das larvas *in natura* da manutenção 1, que foram criadas na dieta 4 (farelo de trigo 25 % + farelo de milho 75%), foi superior as dietas 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) e dieta 2 Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%), entretanto acabou não diferindo das larvas oriundas da criação com as dietas 3 (farelo de trigo 50% + farelo de milho 50%) e 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos), os menores ganhos de peso para as larvas *in natura* foram observados nas larvas criadas nas dietas 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%) e 2. Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%) Tanto o comprimento das larvas (*in natura*) quanto o peso das larvas (desidratadas) não foram afetados quando estas foram criadas nas diferentes dietas, quando avaliadas na manutenção 1 (Tabela 3).

Na manutenção 2, verificou-se que as larvas criadas em diferentes dietas e avaliadas *in natura* e desidratadas, não diferiram entre os tratamentos (dietas) quanto ao comprimento. O mesmo ocorreu para o peso das larvas desidratadas. Entretanto, para a variável peso (g), as larvas *in natura* apresentaram diferença significativa, sendo o maior peso oriundo das larvas que foram criadas na dieta 4 (farelo de trigo 25 % + farelo de milho 75%), não diferindo das larvas criadas na dieta 3 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) e 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos) e o menor peso para as larvas *in natura* criadas nas dietas 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) e 2 Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Comprimento médio (centímetros) ( $\pm$  EP), e peso (gramas) ( $\pm$  EP) de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas com cinco diferentes dietas**

Manutenção	Dieta	Composição	LARVA – comprimento (cm)		LARVA – peso (g)	
			In Natura	Desidratada	In Natura	Desidratada
1	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	2,31 $\pm$ 0,029 <sup>ns**</sup>	1,82 $\pm$ 0,051 <sup>ab*</sup>	1,28 $\pm$ 0,046 <sup>c*</sup>	0,48 $\pm$ 0,021 <sup>ns**</sup>
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	2,24 $\pm$ 0,012 <sup>ns**</sup>	1,82 $\pm$ 0,078 <sup>ab*</sup>	1,25 $\pm$ 0,027 <sup>c*</sup>	0,50 $\pm$ 0,051 <sup>ns**</sup>
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	2,23 $\pm$ 0,020 <sup>ns**</sup>	1,88 $\pm$ 0,038 <sup>a*</sup>	2,11 $\pm$ 0,059 <sup>ab*</sup>	0,48 $\pm$ 0,021 <sup>ns**</sup>
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	2,28 $\pm$ 0,019 <sup>ns**</sup>	1,81 $\pm$ 0,046 <sup>ab*</sup>	2,21 $\pm$ 0,056 <sup>a*</sup>	0,4 $\pm$ 0,026 <sup>ns**</sup>
	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	2,23 $\pm$ 0,030 <sup>ns**</sup>	1,76 $\pm$ 0,026 <sup>b*</sup>	2,06 $\pm$ 0,050 <sup>ab*</sup>	0,42 $\pm$ 0,049 <sup>ns**</sup>
	p			0,1178	0,042	<0,0001
2	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	1,96 $\pm$ 0,037 <sup>ns**</sup>	1,56 $\pm$ 0,033 <sup>ns**</sup>	1,24 $\pm$ 0,018 <sup>b**</sup>	0,48 $\pm$ 0,008 <sup>ns**</sup>
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	1,99 $\pm$ 0,061 <sup>ns**</sup>	1,68 $\pm$ 0,025 <sup>ns**</sup>	1,28 $\pm$ 0,044 <sup>b**</sup>	0,52 $\pm$ 0,015 <sup>ns**</sup>
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	2,10 $\pm$ 0,036 <sup>ns**</sup>	1,73 $\pm$ 0,089 <sup>ns**</sup>	2,25 $\pm$ 0,044 <sup>ab**</sup>	0,52 $\pm$ 0,013 <sup>ns**</sup>
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	2,08 $\pm$ 0,069 <sup>ns**</sup>	1,73 $\pm$ 0,083 <sup>ns**</sup>	2,28 $\pm$ 0,018 <sup>a**</sup>	0,52 $\pm$ 0,019 <sup>ns**</sup>
	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	2,09 $\pm$ 0,016 <sup>ns**</sup>	1,73 $\pm$ 0,008 <sup>ns**</sup>	2,17 $\pm$ 0,046 <sup>ab**</sup>	0,53 $\pm$ 0,014 <sup>ns**</sup>
	p			0,1642	0,1821	0,0043
3	1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	2,08 $\pm$ 0,034 <sup>ns**</sup>	1,91 $\pm$ 0,027 <sup>ab*</sup>	1,35 $\pm$ 0,022 <sup>ab*</sup>	0,57 $\pm$ 0,016 <sup>a*</sup>
	2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	2,16 $\pm$ 0,045 <sup>ns**</sup>	1,94 $\pm$ 0,036 <sup>a*</sup>	1,41 $\pm$ 0,017 <sup>ab*</sup>	0,55 $\pm$ 0,032 <sup>a*</sup>
	3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	2,10 $\pm$ 0,079 <sup>ns**</sup>	1,90 $\pm$ 0,007 <sup>ab*</sup>	1,41 $\pm$ 0,047 <sup>ab*</sup>	0,58 $\pm$ 0,015 <sup>a*</sup>
	4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	2,14 $\pm$ 0,059 <sup>ns**</sup>	1,95 $\pm$ 0,038 <sup>a*</sup>	1,47 $\pm$ 0,015 <sup>a*</sup>	0,56 $\pm$ 0,006 <sup>a*</sup>
	5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	2,03 $\pm$ 0,007 <sup>ns**</sup>	1,81 $\pm$ 0,022 <sup>b*</sup>	1,29 $\pm$ 0,032 <sup>b*</sup>	0,46 $\pm$ 0,019 <sup>b*</sup>
	p			0,4118	0,0206	0,006

Medias seguidas de letras iguais não diferem entre si na mesma coluna.

<sup>ns</sup>: não significativo \* Teste de Tukey \*\* Teste de Dunn

Fonte: Autoria própria (2022)



Ao analisar os dados da manutenção 3, relacionados ao comprimento médio (cm) para larvas *in natura*, não foi observada diferença significativa entre as larvas criadas nas diferentes dietas. Entretanto, quando foram avaliadas as larvas desidratadas oriundas da dieta 2 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) e da dieta 4 (farelo de trigo 25 % + farelo de milho 75%), estas se mostraram superiores em comprimento em relação as larvas criadas na dieta 5 Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos (Tabela 3).

As larvas *in natura* oriundas da dieta 4 (farelo de trigo 25 % + farelo de milho 75%), da Manutenção 3, apresentaram o maior peso, enquanto as larvas criadas na dieta 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos) apresentaram o menor peso médio (cm). (Tabela 3). O peso médio das larvas desidratadas da Manutenção 3, alimentadas com as dietas 1 Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%), 2 Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%), 3 Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%) e 4 Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) apresentaram valores que não diferiram significativamente entre si e foram superiores ao peso observado nas larvas desidratadas com a dieta 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos).

Ao avaliar as pupas *in natura* quanto ao comprimento médio, verificou-se que as pupas formadas de larvas que se alimentaram da dieta 2 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) se sobressaíram com a maior média (1,47 cm), mas não diferiram das dietas 1 (levedo de cerveja 5% + farelo de trigo 60% + aveia 25 % + trigo integral 10%) e 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%), diferindo das larvas criadas nas dietas 3 (farelo de trigo 50% + farelo de milho 50%) e 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50% moídos). Para a mesma variável, as pupas desidratadas não apresentaram diferença quanto ao comprimento, quando comparadas entre si. O peso médio de pupas *in natura* e desidratadas não diferiu entre os tratamentos/dietas nas quais as larvas foram criadas (Tabela 4).

**Tabela 4 - Comprimento médio, em centímetros ( $\pm$  EP), e peso, em gramas ( $\pm$  EP), de pupa de *Tenebrio molitor* alimentados com cinco diferentes dietas**

Dieta	Composição	PUPA – comprimento (cm)		PUPA – peso (g)	
		<i>In Natura</i>	Desidratada	<i>In Natura</i>	Desidratada
1	Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	1,44 $\pm$ 0,023 ab**	1,11 $\pm$ 0,052 ns*	0,107 $\pm$ 0,000 ns*	0,475 $\pm$ 0,021 ns*
2	Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	1,47 $\pm$ 0,017 a**	1,20 $\pm$ 0,017 ns*	0,109 $\pm$ 0,003 ns*	0,502 $\pm$ 0,051 ns*
3	Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	1,34 $\pm$ 0,034 c**	1,18 $\pm$ 0,023 ns*	0,110 $\pm$ 0,002 ns*	0,475 $\pm$ 0,021 ns*
4	Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	1,41 $\pm$ 0,009 abc**	1,18 $\pm$ 0,029 ns*	0,110 $\pm$ 0,003 ns*	0,487 $\pm$ 0,026 ns*
5	Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	1,37 $\pm$ 0,025 bc**	1,22 $\pm$ 0,020 ns*	0,101 $\pm$ 0,003 ns*	0,422 $\pm$ 0,049 ns*
p		0,0055	0,4328	0,2078	0,1124

Medias seguidas de letras iguais não diferem entre si na mesma coluna.

\* teste de Kruskal-Wallis

\*\*teste de Tukey

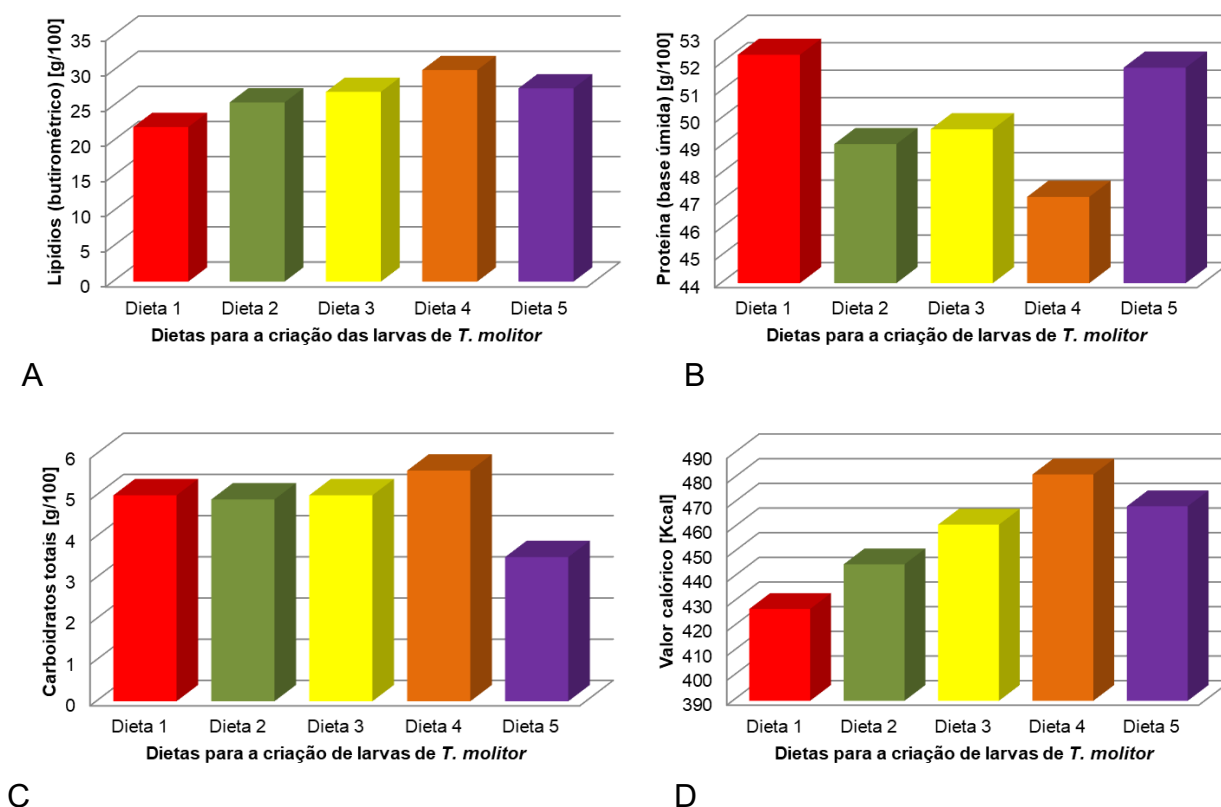
ns: não significativo

Fonte: Aatoria própria (2022)

## 5.2 Análise Bioquímica

Larvas alimentadas com a dieta 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%) apresentaram maior teor de lipídios, enquanto as oriundas da dieta 1 (levedo de cerveja 5% + farelo de trigo 60% + aveia 25% + trigo integral 10%) apresentaram o menor teor de lipídios. Já em relação ao teor de proteínas, as larvas alimentadas com a dieta 1 (levedo de cerveja 5% + farelo de trigo 60% + aveia 25% + trigo integral 10%) apresentaram o melhor resultado, com níveis mais altos quando comparados as larvas alimentadas com as demais dietas. Contudo as larvas oriundas da dieta 4 (farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)) apresentaram maior valor de lipídios e maior valor de carboidratos. As larvas alimentadas com a dieta 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%) apresentaram também os maiores valores de quilocalorias (Figura 5), sendo valores semelhantes aos observados por Lins Júnior *et al.* (2018) os quais verificaram que insetos oriundos de dietas a base de milho possuem maior valor calórico.

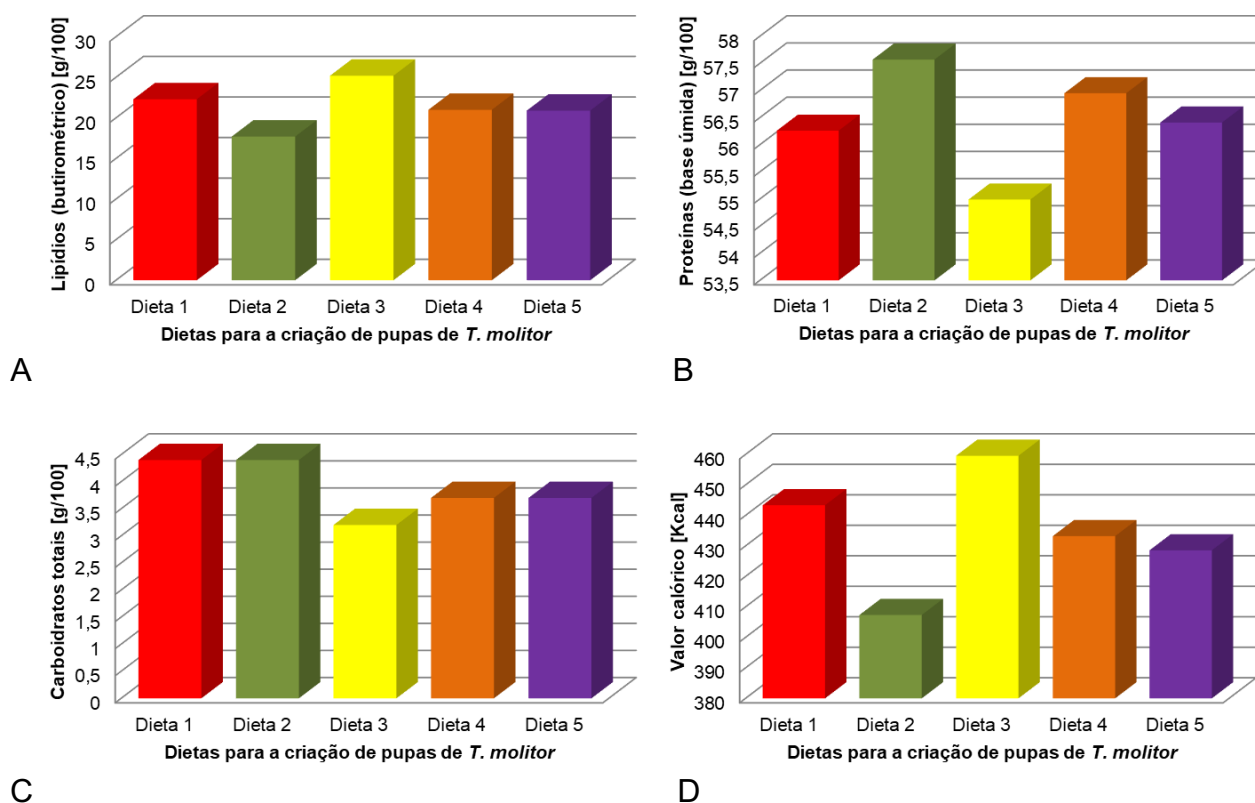
**Figura 5 - Análise Bromatológica de larvas de *Tenebrio molitor* alimentados em cinco diferentes dietas. (A) Lipídios (butirométrico) [g/100], (B) Proteína (base úmida) [g/100], (C) Carboidratos totais [g/100] e (D) Valor calórico [Kcal]**



Fonte: Autoria própria (2022)

Pupas originárias de larvas alimentadas com a dieta 3 (farelo de trigo 50% + farelo de milho 50%) apresentaram maior teor de lipídios, enquanto as oriundas da dieta 2 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) apresentaram o menor teor de lipídios, diferindo dos resultados observados na fase larval. Já em relação ao teor de proteínas, as pupas oriundas das larvas alimentadas com a dieta 2 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) apresentaram o melhor teor proteico, quando comparada as demais dietas. As pupas oriundas de larvas criadas nas dietas 1 (levedo de cerveja 5% + farelo de trigo 60% + aveia 25% + trigo integral 10%) e 2 (farelo de trigo 75% + farelo de aveia 25%) apresentaram os maiores valores de carboidratos. Enquanto as pupas oriundas de larvas criadas na dieta 3 apresentaram maior valor calórico (farelo de trigo 50% + farelo de milho 50%) (Figura 6) e esses valores se assemelham ao trabalho de Lins Junior *et al.* (2018), que verificaram que insetos alimentados com milho possuem valor calórico maior.

**Figura 6 - Análise Bromatológica de pupas de *Tenebrio molitor* alimentados em cinco diferentes dietas. (A) Lipídios (butirométrico) [g/100], (B) Proteína (base úmida) [g/100], (C) Carboidratos totais [g/100] e (D) Valor calórico [Kcal]**



Fonte: Autoria própria (2022)

Pode-se observar que a fase de pupa apresenta maior teor proteico em relação à fase larval, independente da dieta fornecida. Também é possível observar que o teor nutricional de cada fase de desenvolvimento variou de acordo com o tipo de dieta fornecida. O tenébrio possui alto teor nutricional e isto pode ser verificado em estudos que comprovam que larvas alimentadas com trigo podem incrementar 56% de proteína, 35% de lipídios, 2,6% de cinzas e 6% de fibras (CAVENAGHI *et al.*, 2016), comparadas com larvas alimentadas a base de milho que podem incrementar 32% de proteína, 5,3% de lipídios e 1,3% de cinzas (SANCHEZ; BURGOS, 2014).

No presente estudo, destacaram-se os insetos oriundos da dieta 1, composta por levedo de cerveja (5%), farelo de trigo (60%), aveia (25%) e trigo integral (10%) (larva), e dieta 2, composta por farelo de trigo (75%) e farelo de aveia (25%) (pupa), os quais apresentaram maior teor de proteína, sendo semelhante ao resultado encontrado no trabalho de Souza e Teles (2011) que indica que nas análises bromatológicas, larvas alimentadas com farelo de trigo obtiveram maior valor proteico.

Dietas que possuem em sua composição leveduras de cerveja, farinha de trigo e farinha de aveia tendem a satisfazer o equilíbrio nutricional, favorecendo o crescimento dos insetos (DREASSI, 2017). A farinha de trigo viabiliza a produção de insetos com baixa mortalidade, fazendo com que se tenha produção em quantidade (RODRIGUES, 2017) e insetos que se alimentam com grãos de cerveja possuem teores elevados de proteína (MANCINI *et al.*, 2019). Esses dados são comprovados através do maior número de sobreviventes da dieta 1, a qual é composta por levedo de cerveja (5%) + farelo de trigo (60%) + aveia (25%) + trigo integral (10%), soma-se a isso o resultado da análise proteica dessa dieta nas análises bromatológicas, as quais foram superiores às demais dietas testadas.

### 5.3 Custos de criação

A dieta 1 composta por levedo de cerveja (5%) + farelo de trigo (60%) + aveia (25%) + trigo integral (10%) foi considerada a mais cara das dietas. Já a dieta 4 composta por farelo de trigo (25%) + farelo de milho (75%), foi a mais econômica. (Tabela 5).

**Tabela 5 – Custo das dietas para a criação de *Tenebrio molitor* em valor / kg durante 45 dias**

<b>Dieta</b>	<b>Valor / kg</b>	<b>45 Dias</b>
Dieta 1- Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	R\$ 11,49	R\$ 34,47
Dieta 2- Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	R\$ 10,23	R\$ 30,69
Dieta 3- Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho	R\$ 6,75	R\$ 20,25
Dieta 4- Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	R\$ 5,78	R\$ 17,34
Dieta 5- Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	R\$ 6,20	R\$ 18,60

**Fonte: Autoria própria (2022)**

O custo por grama da produção das larvas demonstra que a dieta 5 (ração para cães 50% + ração para gatos 50%) possui o custo por grama de proteína mais econômico, entretanto a dieta 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%) possui o valor mais econômico por grama de lipídio. A dieta 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%) também é a mais econômica no custo por grama de carboidratos totais (Tabela 6).

**Tabela 6 - Custo por grama (R\$/g) de proteína, lipídio e carboidratos, da produção da larva de *Tenebrio molitor* ao longo de 45 dias**

Dieta	Proteína [R\$/g]	Lipídio [R\$/g]	Carboidratos totais [R\$/g]
Dieta 1- Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	R\$ 0,66	R\$ 1,57	R\$ 6,89
Dieta 2- Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	R\$ 0,63	R\$ 1,20	R\$ 6,26
Dieta 3- Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	R\$ 0,41	R\$ 0,75	R\$ 4,05
Dieta 4- Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	R\$ 0,37	R\$ 0,58	R\$ 3,10
Dieta 5- Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	R\$ 0,36	R\$ 0,68	R\$ 5,31

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Verificou-se que o custo mais alto de dieta para produzir 1 Kg de larva desidratada foi para a dieta 1 (levedo de cerveja 5% + farelo de trigo 60% + aveia 25% + trigo integral 10%), custando R\$300,00 e a mais econômica a dieta 4 (farelo de trigo 25% + farelo de milho 75%), custando R\$160,00 (Tabela 7). A importância de se calcular tanto o custo por grama, por kilo e pelo tempo de produção é estimar qual das dietas fornece um inseto com melhor custo-benefício, ou seja, demonstra como a variação da dieta interfere nessas variáveis em grama, Kg de tenébrio desidratado e tempo de produção desses insetos.

**Tabela 7 – Custo para produzir de 1 kg de larva de *Tenebrio molitor* desidratada por kg de dieta em 45 dias**

Dieta	Larva Desidratada (g)	Custo Dieta por kg	1g de Larva Desidratada	1 kg de Dieta/1 kg de Larva Desidratada
Dieta 1- Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%)	115,77	R\$ 34,47	R\$ 0,30	R\$ 300,00
Dieta 2- Farelo de trigo (75%) + Farelo de aveia (25%)	103,48	R\$ 30,69	R\$ 0,30	R\$ 300,00
Dieta 3- Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)	99,64	R\$ 20,25	R\$ 0,20	R\$ 200,00
Dieta 4- Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)	110,25	R\$ 17,34	R\$ 0,16	R\$ 160,00
Dieta 5- Ração para cães (50%) + Ração para gatos (50%) moídos	75,20	R\$ 18,60	R\$ 0,25	R\$ 250,00

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Dietas compostas por farelo de trigo geralmente tendem a aumentar o período de oviposição, número total de ovos e maior número de postura dos insetos (MENEZES *et al.*, 2014). Essas variáveis foram confirmadas pelos resultados observados na dieta 1 [Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%)

+ Trigo integral (10%)], a qual demonstrou superioridade na quantidade de insetos sobreviventes.

Dietas a base de milho tendem a propiciar uma baixa reprodução entre os tenébrios, devido esse alimento conter baixo teor de fibra e de proteína disponível, além de observar valores das análises bioquímicas onde as dietas fornecidas com milho resultam em alto valor calórico, porém possuem baixo teor proteico. (LINS JÚNIOR *et al.*, 2018; MENEZES *et al.*, 2014). O que foi confirmado neste trabalho, visto que a dieta 3 [Farelo de trigo (50%) + Farelo de milho (50%)] e a dieta 4 [Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%)] proporcionaram valores altos para Kcal (em larvas e pupas) e valores baixos para proteína (larvas) além de não serem consideradas as melhores em relação a sobrevivência.

Os valores obtidos neste trabalho relacionados ao custo da dieta por kg estão próximos dos valores encontrados em outras pesquisas, sendo o total gasto para produzir 1 Kg de larvas R\$8,40 utilizando somente fubá de milho (AZEVEDO, 2019). Entretanto, ao comparar o trabalho realizado com o valor encontrado por Azevedo (2019), observa-se que somente o fubá de milho acaba sendo uma dieta pobre em nutrientes e ainda em comparação ao custo das dietas 3 (Farelo de trigo 50% + Farelo de milho 50%), a qual custou R\$ 20,25 para produzir 1 Kg e dieta 4 (Farelo de trigo 25% + Farelo de milho 75%) a qual custou R\$17,34 são valores considerados altos para uma dieta com baixos teores proteicos, entretanto são mais econômicas entre as dietas testadas. Ambas possuem milho em sua composição, mas apresentam um equilíbrio quando está associada com outros ingredientes. As dietas 3(Farelo de trigo 50% + Farelo de milho 50%) e 4(Farelo de trigo 25% + Farelo de milho 75%) contam com farelo de trigo, um alimento que traz benefícios no desenvolvimento dos insetos como maior incremento proteico comparado a outros alimentos (SOUZA; TELES, 2011), melhor capacidade de oviposição (MENEZES *et al.*, 2014) e se associados a outros ingredientes traz um equilíbrio nutricional ideal para a alimentação dos insetos (DREASSI, 2017), entretanto, seu valor proteico encontrado neste trabalho comparado a outras dietas testadas foi inferior a dieta 1 (Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%) e 5 ração para cães (50%) + tação para gatos (50%) moídos que não contem milho em sua composição.

Dietas a base de milho tendem a ser mais econômicas (LINS JÚNIOR *et al.*, 2018) e isso se comprova no presente trabalho, já que a dieta 4 composta por Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) conta com esse ingrediente em sua

composição, foi a mais econômica para produzir larvas de tenébrio, custando R\$ 17,34 por quilo de dieta. A dieta 4 composta por Farelo de trigo (25%) + Farelo de milho (75%) é a que mais se aproxima do valor ideal para que uma farinha de tenébrio possa ser viável quando comparada as demais dietas testadas, os valores encontrados por Tavares (2020) mostram que R\$ 4,53/Kg a farinha de tenébrio é viável e boa nutricionalmente, desde que seja ao nível de inclusão de 4% nas dietas.

Entretanto, larvas desenvolvidas em dietas a base de milho podem fornecer somente 32% de proteína, 5,3% de lipídios e 1,3% de cinzas (SÁNCHEZ; BURGOS, 2014) em comparação a dietas a base de farelo de trigo que podem incrementar 56% proteína, 35% lipídios, 2,6% de cinzas e 6% de fibra (CAVENAGHI *et al.*, 2016). Dessa forma, dietas que fornecem teores mais elevados de proteína são interessantes nutricionalmente, mesmo quando esta tem um custo mais elevado. A dieta 1, composta por Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%), dentre todas as dietas testadas proporcionou o maior valor proteico para larvas de *T. molitor*, em comparação as demais dietas, principalmente quando comparadas com as que possuem milho na sua composição.

Diante disso, é importante avaliar o custo-benefício através da manipulação do inseto, e isso diz respeito às técnicas de manipulação durante as fases de desenvolvimento, custos de produção e da adaptação do inseto a diferentes dietas, que, conseqüentemente, irão interferir no potencial do tenébrio tanto nutricionalmente, como biologicamente. Estes fatores também interferem na fertilidade, no tamanho do inseto, no seu peso, no potencial reprodutivo e na sobrevivência (PARRA, 2009). Depois da mão de obra, o custo mais elevado na criação dos tenébrios é a dieta (PARRA, 2009), dessa forma, buscar outros alimentos que possam ser incorporados na alimentação dos tenébrios com menor custo, têm sido recorrentes.

Entretanto, utilizar dietas pobres nutricionalmente, mesmo que sejam mais econômicas pode afetar os insetos ao incrementar proteínas, lipídios, carboidratos e Kcal com valores abaixo do que seu potencial poderia atingir, além de afetar no seu desenvolvimento (MENEZES, 2014). Foi comprovado neste trabalho que todas as diferentes dietas testadas interferiram tanto na biologia de *T. molitor*, quanto na composição nutricional e nos custos de sua produção, e através desse estudo a dieta 1, composta por Levedo de cerveja (5%) + Farelo de trigo (60%) + Aveia (25%) + Trigo integral (10%), foi a que proporcionou resultados melhores quanto a biologia e composição proteica de *T. molitor*, além de maior número de insetos sobreviventes,



mostrando potencial para ser produzida em larga escala para obtenção de uma farinha proteica.

## 6 CONCLUSÃO

As melhores dietas relacionadas ao peso, comprimento e desenvolvimento são as dietas 1 [levedo de cerveja (5%) + farelo de trigo (60%) + aveia (25%) + trigo integral (10%)] e 4 [farelo de trigo (25%) + farelo de milho (75%)], para uma farinha a base de tenébrios, a dieta 1 possui um custo por grama e por Kg de larva desidratada maior, porém, se mostra mais favorável comparada a dieta 4 que apesar de ter um custo por grama e por Kg menores, tem um teor proteico inferior a dieta 1. A dieta 5 [ração para cães (50%) + ração para gatos (50%) moídos] não é recomendada, pois não apresenta características que permitam um bom desenvolvimento dos insetos e não é a mais econômica.

## REFERÊNCIAS

- ABATI, Raiza *et al.* **Agrotóxicos e abelhas: cienciometria e análise de efeito residual de imidaclopride e beta-ciflutrina em canola Brassica napus L.**;Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.
- AGROSTAT. **Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro.2022.** Disponível em < <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em 28 de abr de 2022.
- AGUILAR-MIRANDA, Erick D. *et al.* Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 1, p. 192-195, 2002.
- ALVES, Ariana Vieira. *et al.* Food value of mealworm grown on *Acrocomia aculeata* pulp flour. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, p. e0151275, 2016.
- AO, X. *et al.* Can dried mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae replace fish meal in weaned pigs. **Livestock Science**, v. 239, p. 104103, 2020.
- AZEVEDO, Igor Balduino de. **Avaliação preliminar da produção de ração animal a base de larva de Tenébrio Molitor L. desidratado.** 2019.
- BATTISTI, L. *et al.* Is glyphosate toxic to bees ? A meta-analytical review. *Science of the Total Environment*, v. 767, p. 1–11, 2021.
- BEDNÁŘOVÁ, M.; BORKOVCOVÁ, M.; MLČEK, J.; ROP, O.; ZEMAN L. **Edible insects - species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic.** *Acta Universitatis Agruculurae et Silvicultuae Mendelianae Brunensis* 64 (3): 587-593, 2013.
- Bellaver C, Nones KA. Importância da Granulometria, da Mistura e da Peletização da Ração Avícola. **IV Simpósio Goiano de Avicultura**, 2000, Concórdia: EMBRAPA\_CNPISA . Disponível em [http://www.cnpisa.embrapa.br/sgc/sgc\\_arquivos/palestras\\_t8l15r4z.pdf](http://www.cnpisa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_t8l15r4z.pdf) Acesso em 12 de jun. 2022.
- BIASATO, I. *et al.* Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion on diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. **Poultry Science**, v.97, n. 2, p. 540-548, 2018.
- BORDIGNON, Francesco. **Feeding Strategies and Rearing Techniques for a Sustainable Aquaculture.** 2022. Tese de Doutorado. Universitat Politècnica de València.
- BOVERA, F. *et al.* Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. **British poultry science**, v. 56, n. 5, p. 569-575, 2015.
- BRAGA, C. V. P.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R. *et al.* Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 76-80, 2005.

CAPPELOZZA, S. *et al.* A First Attempt to Produce Proteins from Insects by Means of a Circular Economy. **Animals**, v. 9, n. 5, p. 278, 24 mai. 2019.

CAVALCANTE, R. R.; FIGUEIRÊDO, A. V.; CARVALHO, M. A. M. *et al.* Digestibilidade aparente de nutrientes de rações balanceadas com alimentos alternativos para cutias (*Dasyprocta prymnolopha*) em crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 163-171, 2005.

CAVENAGHI, Daniela Fernanda Lima de Carvalho *et al.* Caracterização físico-química e microbiológica de larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor* L.) criado para consumo humano, p. 1-388–416. In: VIEIRA, Vanessa Bordin; PIOVESA, Natiéli. **Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

CAVENAGHI, D.F.L.C.; OLIVEIRA, R.Z.; LINS JUNIOR, J.C.; DUARTE, J.M.A.; SANTIAGO, A.K.C.; SILVA, A.R.A.; BARROS, W.M.; JESUS, N.R. Caracterização físico-química e microbiológica de Tenébrio (*Tenebrio molitor* L.) criado para consumo humano. Anais do XXV **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Gramado, 2016.

CHIA, S. Y. *et al.* Meal on Growth Performance, Blood Profiles and Economics of Growing Pigs in Kenya. **Animals**, v. 9, n. 705, p. 1–19, 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 2018/19 - Décimo segundo levantamento**. Brasília: CONAB, 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. **Produção agrícola portal de Informações agropecuárias**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>> Acesso em: 28 de abril de 2022.

CONEJO, F.E.P.; NOGUEIRA R.I.; WILBERG, V.C. EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Secagem e desidratação. Brasília, DF: **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2020. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473tokdiw5.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473tokdiw5.html)> Acesso em: 28 de jul de 2021.

CONTE, Ademir José *et al.* Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1147-1156, 2003.

COSTA, Jayne Rafaela. **Proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em substituição à proteína da farinha de peixe em dietas para Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*)**. 2022.

COSTA-NETO, E.M. **Antropoentomofagia Insetos na Alimentação Humana**. Feira de Santana: Editora UEFS, 2011.

DE SOUZA, Raphael Gomes *et al.* Efeito do óleo do nim e do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* sobre larvas de *Tenebrio molitor*. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**. 2019.

DOBERMANN, Darja; SWIFT, J. A.; FIELD, L. M. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. **Nutrition Bulletin**, v. 42, n. 4, p. 293-308, 2017.

DOTTO, A.; DE ALMEIDA STOCK, M.; MACHADO ROSA, A.; CAROLINE FERREIRA DA SILVA, M.; GUIMARAES DA SILVA, M. Estimativa dos gases de efeito estufa do cultivo da soja na região da pampa. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

DREASSI, Elena *et al.* Dietary fatty acids influence the growth and fatty acid composition of the yellow mealworm *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Lipids**, v. 52, n. 3, p. 285-294, 2017.

EXPOGEKOS. **Como saber se o tenébrio é macho ou fêmea aprenda aqui.** 1 jun 2017. Disponível em <<https://expogeckos.wordpress.com/2017/06/01/como-saber-se-o-tenebrio-e-macho-ou-femea-aprenda-aqui/>>. Acesso em 29 abr.2022.

FABIAN, Flávia Tavares Couto *et al.* Uso de farinha de inseto como alimento alternativo na dieta de alevinos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). **Revista Panorâmica** online, v. 2, 2021.

FEDERIZZI, Luiz Carlos. A soja como fator de competitividade no Mercosul: histórico, produção e perspectivas futuras. **III Encontro CEPAN: Vantagens Competitivas dos Agronegócios no Mercosul, Porto Alegre, CD dos Anais, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegocios–CEPAN/UFRGS**, 2005.

FERREIRA, Amanda Correia *et al.* **A Farinha de minhoca e suas propriedades funcionais na alimentação animal: Uma Revisão Narrativa.** 2022.

FONTES, T. V. **Coeficiente de digestibilidade de farinha de insetos na alimentação de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*).** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Lavras. 2018.

FREITAS, E. R.; LIMA, R. C.; SILVA, R. B. *et al.* Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo de castanha de caju para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1006-1013, 2011.

FROTA, Maria Tereza Borges Araujo; SIQUEIRA, Carlos Eduardo. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, 2021.

GHALY, A. E., ALKOAİK, F. N. The yellow mealworm as a novel source of protein. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 4, n. 4, p. 319- 331, 2009.

HOMSKA, Natalia *et al.* Dietary fish meal replacement with *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larval meals improves the growth performance and nutrphysiological status of ide (*Leuciscus idus*) Juveniles. **Animals**, v. 12, n. 10, p. 1227, 2022.

KHUSRO, M.; ANDREW, N. R.; NICHOLAS, A. Insects as poultry feed: A scoping study for poultry production systems in Australia. **World's Poultry Science Journal**, v. 68, n. 3, p. 435–446, 2012.

KOCH, R. **"Criação de Curió"**. 2013. Disponível em <[https://criadourokoch.webnode.com.br/\\_files/200000025-42ef743e93/Manual%20para%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20curi%C3%B3.pdf](https://criadourokoch.webnode.com.br/_files/200000025-42ef743e93/Manual%20para%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20curi%C3%B3.pdf)> Acesso em 20 mar. 2022.

LEÃO, M. L. et al. Estudos preliminares com o predador *Zelus sp.* (Heteroptera: reduviidae) alimentado com lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae) ou *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 13 a 17 de setembro de 2009

LI, LeYuan; ZHAO, ZhiRuo; LIU, Hong. Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) in bioregenerative life support systems as a source of animal protein for humans. **Acta Astronautica**, v. 92, n. 1, p. 103-109, 2013.

LIMA, Joziane Soares de et al. Mealworm (*Tenebrio molitor*) potencial in fish nutrition: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e269101623229-e269101623229, 2021.

LINS JUNIOR, J.C; FERREIRA, L.C.F.; PEDERIVA, K.A. Desenvolvimento de larvas de *Tenebrio molitor* L. em diferentes dietas visando a produção de insetos para consumo humano. **Connectionline**, n.18, 2018, p. 93-101.

LIRA, A. A. **Avaliação da farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomun*)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Nilton Lins e Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.

LISENKO, K. G. **Valor nutricional de farinhas de insetos para cães e gatos**. 2017. 123 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

MAKKAR, Harinder PS et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal feed science and technology**, v. 197, p. 1-33, 2014.

MANCINI, Simone *et al.* Former foodstuff products in *Tenebrio molitor* rearing: Effects on growth, chemical composition, microbiological load, and antioxidant status. **Animals**, v. 9, n. 8, p. 484, 2019.

Mandarino JMG, & Roessing AC. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**, Embrapa, Londrina. 2001. Disponível em: [www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462866/1/doc171.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462866/1/doc171.pdf) Acesso em: 12 de jun. de 2022.

MARCIANO, Luany Emanuella Araujo *et al.* Desempenho de coelhos alimentados com farinha de *Tenebrio molitor*. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, 2019.

MENEZES, Claubert Wagner Guimarães de *et al.* A dieta alimentar da presa *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pode afetar o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)? **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 250-256, 2014.

MORAIS, Mauricio Correia. **Desenvolvimento e Caracterização Físico-Química de Farinha a Base de tenébrio (*Tenebrio molitor*)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá - Bela Vista. Cuiabá, 2015.

MORENO, Fanny Leonila Velasquez et al. Uso de insectos como alternativa en la nutrición avícola: revisión. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e25810313274-e25810313274, 2021.

MOSTRA de Iniciação Científica da Embrapa Trigo, 3., 2007. Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 3 6 p. html (Embrapa Trigo. Documentos Online, 82). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do82.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do82.htm)> Acesso em 28 jul de 2021.

NASCIMENTO FILHO, M. A. **Farinha de inseto (*Tenebrio molitor*) na alimentação de frangos de corte, preferência alimentar, energia metabolizável e digestibilidade de aminoácidos**. Dissertação (Mestrado) USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, p. 72, 2020.

NUNES, Gabriel *et al.* Soja: A cultura que move o Brasil.: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2021.

NUTRINSECTA, disponível em: <<http://www.nutrinsecta.com.br/artigos/criacao-dotenebrio-molitor/>>. Acesso em 15 de ago. 2021.

PARRA, J.R.P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.P.R. (Ed). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa: Brasília, 2009, p.91-174.

PEZZATO, L. F.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

PIGNATI, W. A; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde - MT. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, 2007.

PRIMEL, E. G. *et al.* Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. **Química Nova**, v. 28, n. 4, 2005.

RAMOS-ELORDUY, Julieta et al. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. **Journal of economic entomology**, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

REIS, Túlio Leite; DIAS, Ana Carla Chaves. Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-17, 2020.

RIBEIRO, Gustavo de Oliveira. **Farinha de *Tenebrio molitor* na alimentação de Tilápia-do-Nilo**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UNIMONTES. Minas Gerais, 2019.

RIOS, Heitor Vieira. **Frações de polissacarídeos não amídicos presentes em ingredientes utilizados na formulação de ração para frangos de corte**. 2014. 29f. Trabalho de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

RODRIGUES, Rhafaela Aquino *et al.* Efeito do uso de farinha de feijão-caupi no desenvolvimento e reprodução de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). In: Embrapa Meio-Norte-Resumo em anais de congresso. **Anais da III Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte**. 2017.

SÁNCHEZ, T.C.I.; BURGOS, Y.V. **Determinación de antocianinas y valor nutricional de los tenébrios (*Tenebrio molitor*) alimentados con dietas enriquecidas con maíz morado (*Zea mays* L.)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia em Biotecnologia dos Recursos Naturais). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito – Quito, Equador, 2014.

SÁNCHEZ-MUROS, María-José; BARROSO, Fernando G.; MANZANO-AGUGLIARO, Francisco. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 16-27, 2014.

SANKIAN, Zohreh *et al.* Effects of dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) meal on growth performance, feed utilization, body composition, plasma biochemical indices, selected immune parameters and antioxidant enzyme activities of mandarin fish (*Siniperca scherzeri*) juveniles. **Aquaculture**, v. 496, p. 79-87, 2018.

SANTOS, Ginaldo Cipriano. **Climatização de criadouro de *Tenebrio Molitor* utilizando arduino e célula Peltier**. 2018.

SANTOS, Tamara Taís dos *et al.* Formulação de ração para tilápia com substituição de ingredientes convencionais por ingredientes alternativos. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 3683-3693, 2021.

SIEBRA, J. E. C.; LUDKE, M. C. M. M.; LUKE, J. V. *et al.* Desempenho bioeconômico de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações contendo farelo de coco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1996-2002, 2008.

SIMIONI, Carolina Fernandes. **A criação e o uso de tenébrio e grilo na alimentação e nutrição dos animais**. 2021.

SOUZA, P.C., TELES, B. R. Ciclo de Vida das Larvas de *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA), Sob Diferentes Dietas. **XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA – CNPq/FAPEAM. Manus – 2011**. Disponível em: <[https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3195/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3195/1/pibic_inpa.pdf)>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

Street, R, 1999. *Tenebrio molitor* (On-line), **Animal Diversity Web**. [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/tenébrio\\_molitor.htm](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/tenébrio_molitor.htm). Acesso em 28 de julho de 2021.



TAVARES, Mariel Neves. **Análise da viabilidade econômica do uso de farinha do inseto *Tenébrio molitor* na dieta de frangos de corte.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.

TAVERNARI, F.C.; MORATA, R.L. RIBEIRO JÚNIOR, V. et al. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 172-177, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudo dos insetos- Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong. **Introduction to the study of insects.** Cengage Learning, São Paulo, p. 809, 2011.

VAN HUIS, Arnold. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 563-583, 2013. VELDKAMP, Teun. *et al.* Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. **Animal Frontiers**, v. 5, n. 2, p. 45-50, 2015.

VASCONCELOS, Guilherme Trindade de. Uso de insetos na alimentação de peixes. **B. APAMVET**, p. 18-21, 2021.

VELDKAMP, T.; DUINKERKEN, G.; HUIS V. A. et al. **Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets.** A feasibility study. Wageningen UR Livestock Research, Report 638. 2012.

VILELLA, L. M. **Produção de insetos para uso na alimentação animal.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Curso de Zootecnia: Bacharelado, 2018.

VOLSSET Stein Amil. et al. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, v 396. n 10258, pág 1285-1306, out 2020.