

**BIOLOGIA E MORFOMETRIA DE *TENEBRIOS MOLITOR* (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

**BIOLOGY AND MORPHOMETRY OF *TENEBRIOS MOLITOR* (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS**

**BIOLOGÍA Y MORFOMETRÍA DE *TENEBRIOS MOLITOR* (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n7-258>

Data de submissão: 21/06/2025

Data de publicação: 21/07/2025

Gabriel Andrade de Lima

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: gabriellima.eng.agro@gmail.com

Eluana Santos da Costa de Moura

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: eluanasnts@gmail.com

Ana Yasmin Gonçalves Santos

Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: eng.agro.yasmingoncalves@gmail.com

Erick Adriano Cunha dos Santos

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: agroericksantos20@gmail.com

Verônica Daniely Pereira Paes da Silva

Mestranda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: veronicapaes111@gmail.com

Luis Felipe Azevedo Batista

Engenheiro Florestal

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: batistaluis91@gmail.com

Ruy Guilherme Correia

Doutor em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: metamacrio@gmail.com

Telma Fátima Vieira Batista

Pós-Doutora em Entomologia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: telma.batista@ufra.edu.br

RESUMO

O besouro *Tenebrio molitor* é uma espécie de inseto da família Tenebrionidae, da ordem Coleoptera. É conhecido vulgarmente como besouro tenébrio ou larva da farinha. Por ser uma espécie cosmopolita, notória praga de grãos em armazenamento e por possuir elevado valor proteico em sua composição molecular, pode ser entendido como uma espécie de grande interesse agronômico, sendo utilizado em estudos de patogenicidade de microrganismos e em formulação de dietas para animais. Portanto, objetivou-se determinar o ciclo biológico em laboratório de *T. molitor*, sob dieta a base de farelo e ração de milho. A criação inicial consistiu em 120 larvas de primeiro instar, acomodadas em caixas plásticas, em condições controladas, alimentando-as com ração a base de farelo e ração de milho. Foi avaliado o crescimento em cada fase do ciclo biológico da espécie. As medições foram feitas separando-se alíquota de 30 indivíduos dentre o espaço amostral inicial sempre que observada a ecdise, comprovando a passagem de instar. Os parâmetros avaliados foram coloração, massa, comprimento, diâmetro do tórax, asas e envergadura, entre outros. As médias foram comparadas através de testes estatísticos, T não paramétrico e SNK (Student-Newman-Keuls). Os resultados demonstraram que os adultos apresentaram comprimento médio de $14,5 \pm 1,00$ mm e $15,43 \pm 0,85$ mm e massa $0,11 \pm 0,01$ g e $0,12 \pm 0,01$ g, para machos e fêmeas, respectivamente, expressando notável dimorfismo sexual para a espécie. As pupas também apresentaram diferenças expressivas entre os sexos, onde as fêmeas possuem peso maior. Quanto às larvas, foi observado crescimento acentuado nos últimos instares; o ciclo de vida da espécie durou, em média, 160 dias para as fêmeas e 156 dias para machos. Portanto, pode-se concluir que, além da importância agronômica e nutricional, o besouro tenébrio é uma espécie que apresenta longo ciclo de vida e distinto dimorfismo sexual, principalmente nas fases de pupa e adulto.

Palavras-chave: Besouro Tenébrio. Dimorfismo Sexual. Ciclo Biológico. Fases de Desenvolvimento.

ABSTRACT

The beetle *Tenebrio molitor* is a species of insect of the family Tenebrionidae, of the order Coleoptera. It is commonly known as the mealworm or mealworm. As it is a cosmopolitan species, a notorious pest of grains in storage and because it has a high protein value in its molecular composition, *T. molitor* can be understood as a species of great agronomic interest, being used in studies of pathogenicity of microorganisms and in the formulation of diets for animals. Therefore, the objective of this study was to determine the biological cycle of *T. molitor* in the laboratory, under a diet based on bran and corn feed. The initial rearing consisted of 120 first-instar larvae, housed in plastic boxes, under controlled conditions, fed with bran-based feed and corn feed. Growth in each phase of the biological cycle of the species was evaluated. Measurements were made by separating an aliquot of 30 individuals from the initial sample space whenever ecdysis was observed, confirming the passage of instar. The parameters evaluated were coloration, mass, length, dimensions of the thorax, wings and wingspan. The means were compared through statistical tests, nonparametric T and SNK (Student-Newman-Keuls). The results showed that adults had an average length of 14.5 ± 1.00 mm and 15.43 ± 0.85 mm and mass of 0.11 ± 0.01 g and 0.12 ± 0.01 g, for males and females, respectively, expressing notable sexual dimorphism for the species. Pupae also showed significant differences between sexes, with females having greater weight. As for larvae, marked growth was observed in the last instars; The life cycle of the species lasted, on average, 160 days for females and 156 days for males. Therefore, it can be concluded that, in addition to its agronomic and nutritional importance, the tenebrio beetle is a

species that has a long life cycle and distinct sexual dimorphism, especially in the pupal and adult stages.

Keywords: Tenebrio Beetle. Sexual Dimorphism. Biological Cycle. Developmental Stages.

RESUMEN

El escarabajo *Tenebrio molitor* es una especie de insecto de la familia Tenebrionidae, del orden Coleoptera. Se le conoce comúnmente como gusano de la harina o gusano de la harina. Por ser una especie cosmopolita, una plaga notoria de granos almacenados y poseer un alto contenido proteico, se considera una especie de gran interés agronómico, siendo utilizada en estudios sobre la patogenicidad de microorganismos y en la formulación de dietas animales. Por lo tanto, el objetivo fue determinar el ciclo biológico de *T. molitor* en el laboratorio, en una dieta basada en salvado y alimento de maíz. La crianza inicial consistió en 120 larvas de primer estadio, alojadas en cajas de plástico bajo condiciones controladas, alimentadas con salvado y alimento de maíz. El crecimiento se evaluó en cada etapa del ciclo biológico de la especie. Las mediciones se realizaron separando una alícuota de 30 individuos del espacio muestral inicial siempre que se observara ecdisis, lo que confirma el paso de un estadio. Los parámetros evaluados fueron coloración, masa, longitud, diámetro del tórax, alas y envergadura, entre otros. Las medias se compararon mediante pruebas estadísticas, prueba t no paramétrica y SNK (Student-Newman-Keuls). Los resultados mostraron que los adultos tuvieron una longitud media de $14,5 \pm 1,00$ mm y $15,43 \pm 0,85$ mm y una masa de $0,11 \pm 0,01$ g y $0,12 \pm 0,01$ g, para machos y hembras, respectivamente, expresando un dimorfismo sexual notable para la especie. Las pupas también mostraron diferencias significativas entre sexos, siendo las hembras las que pesaron más. En cuanto a las larvas, se observó un marcado crecimiento en los últimos estadios; el ciclo de vida de la especie duró, en promedio, 160 días para las hembras y 156 días para los machos. Por lo tanto, se puede concluir que, además de su importancia agronómica y nutricional, el escarabajo *Tenebrio* es una especie con un ciclo de vida largo y un dimorfismo sexual marcado, especialmente en las etapas de pupa y adulto.

Palabras clave: Escarabajo *Tenebrio*. Dimorfismo sexual. Ciclo biológico. Etapas de Desarrollo.

1 INTRODUÇÃO

O besouro tenébrio, *Tenebrio molitor*, é uma espécie de inseto pertencente à família Tenebrionidae da Ordem Coleoptera, são holometábolos, ou seja, passam por metamorfose completa e possuem quatro fases altamente distintas em seu ciclo biológico, sendo elas: ovo, larva, pupa e adulto. É sabidamente uma espécie cosmopolita, muito bem difundida, e por suas larvas serem notáveis pragas de grãos em armazenamento, o besouro tenébrio se torna um dos principais insetos de interesse em estudos agronômicos, entretanto, também é muito utilizado nos testes de patogenicidade ou screening toxicológico de grande variedade de microrganismos, como fungos e bactérias entomopatogênicos, além disso, por suas características nutricionais, as larvas podem ser usadas como ingrediente proteico na formulação de rações para animais de criação, especialmente aves e peixes, podendo ser componente integral em formulações para espécies carnívoras, e até mesmo para a alimentação humana. Segundo Souza (2011), a dieta nutricional do besouro tenébrio é preferencialmente constituída por farelos de cereais de baixa densidade, macios e com pouca umidade, como trigo e milho, entretanto *T. molitor* é uma espécie onívora sendo pouco exigente quanto a alimentação, podendo se nutrir ainda de alimentos de origem animal, e podem ser criados sem grandes dificuldades quando alimentados com restos de alimentação animal e humana. Sendo assim, objetivou-se definir o ciclo biológico de *T. molitor*; sob criação em laboratório, em dieta com farelo e ração de engorda de frango a base de milho, cenoura e batata in natura, afim de complementar a alimentação dos insetos e prevenir a ocorrência de canibalismo. É um inseto que atende à crescente demanda por obtenção de proteína animal de forma ecológica e sustentável, por conta de sua relativa facilidade de manejo, pouca necessidade de espaço útil ocupado e por possuir uma exigência menor quanto a nutrição, por isso, a criação destes besouros para fins alimentícios se torna alternativa mais barata, acessível e menos agressiva ao meio ambiente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no ano de 2024, conduzido no Laboratório de Entomologia Aplicada, da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Belém-PA, cujas coordenadas geográficas são: 1°27'22"S 48°26'14"O. A estrutura do estudo foi montada na sala de criação do Laboratório de Entomologia Aplicada, com temperatura máxima de 24,9°C e mínima de 23,5°C. Os contêiners plásticos, onde os insetos foram criados, ficaram acomodados em bancadas elevadas a 0,95 m do chão.

Para a acomodação das larvas utilizadas no estudo, foram utilizados contêiners plásticos de dimensões: 8 cm de altura x 15 cm de largura e 28 cm de comprimento, os quais foram preenchidas

com substrato composto de 1:1 de farelo e ração de engorda para frangos, os dois a base de milho. O substrato formou uma camada de aproximadamente 3 cm no fundo do contêiner (Figura 1). O interior dos contêiners já montados com o substrato ficou com temperatura igual a máxima de 25,72°C e mínima de 24,8°C. Para as estimativas de massa foi utilizada balança digital de precisão Bel modelo M214AiH e placas de petri para acomodação dos insetos pesados (Figura 2); os comprimentos foram mensurados utilizando-se paquímetro digital.

Figura 1: Contêiners plásticos com substrato, a base de milho, para criação de larvas do besouro *T. molitor*, em condições de laboratório



Fonte: Própria.

Figura 2: Balança de precisão digital utilizada nas pesagens de massa do besouro *T. molitor*



Fonte: Própria.

Para a melhor visualização das características morfológicas dos insetos estudados foi adotado o uso de lupa eletrônica e lupa manual, bem como o uso de pincéis de pêlos de carneiro, placas de

petri e caixas acrílicas para o transporte dos insetos. A alimentação dos insetos foi complementada com batatas e cenouras fornecidas periodicamente para as larvas, afim de fornecer água e diminuir o canibalismo dos animais.

A metodologia do presente trabalho consistiu, inicialmente, em separar uma população de $n=120$ larvas recém eclodidas, no primeiro instar larval, do restante da criação permanente do Laboratório de Entomologia Aplicada, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia e isola-las em um contêiner plástico. O substrato foi trocado sempre que constatada a necessidade da troca por conta do acúmulo de fezes dos insetos e para manter a quantidade adequada de alimento afim de evitar a competição e, eventualmente, a mortandade das larvas. Após a acomodaçao dos insetos foi retirada uma alíquota de $n=30$ indivíduos para as avaliações e medições. As medições foram feitas no momento em que houve a constatação da ecdise, ou seja, quando foram observadas exúvias na superfície do substrato dentro do contêiner, indicando que houve a passagem de um instar para o outro.

Até ao terceiro instar larval os dados coletados foram: comprimento individual (em milímetros) e massa total (em gramas) das larvas, a massa foi feito dessa forma pois individualmente uma larva recém eclodida, a massa não é suficiente para que a balança de precisão identifique a grama. A partir do quarto instar a massa foi mensurada de forma individual, bem como a presença da cápsula encefálica pode ser notada com maior exatidão, entretanto, mensurações utilizando a cápsula encefálica das exúvias, não foram realizadas, devido ao hábito voraz de alimentação das larvas, que frequentemente se alimentam das exúvias. A partir do quinto instar larval foi medido o diâmetro do tórax (em milímetros).

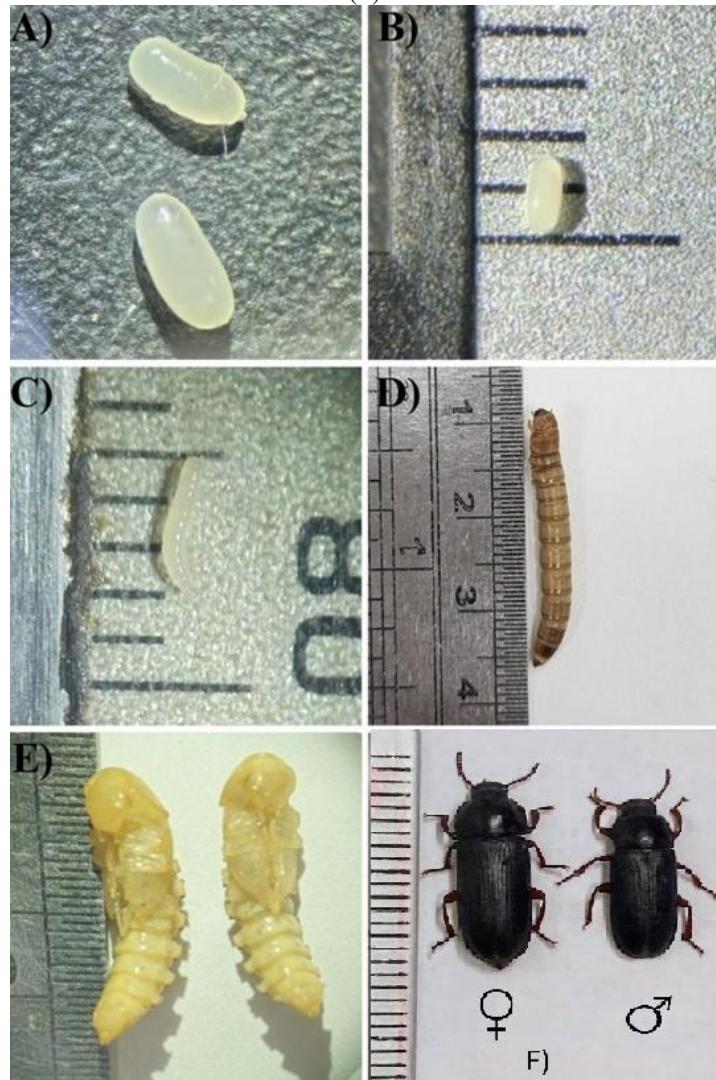
Foi realizado a sexagem das pupas e adultos, afim de constatar o dimorfismo sexual da espécie, os dados coletados a partir deste ponto foram: comprimento individual (mm), diâmetro do tórax (mm), massa (g) e envergadura (mm), foi estimada também a longevidade de machos e fêmeas. Os ovos utilizados para medições e caracterização anatômica foram separados diretamente das caixas de criação da criação permanente do Laboratório de Entomologia Aplicada.

Além dos parâmetros numéricos que foram observados alguns outros dados foram obtidos durante o estudo, que servirão para melhor caracterização do ciclo de vida do besouro, são eles: coloração das larvas, pupa, adultos e ovos, conformação do corpo dos insetos, número de seguimentos, presença de apêndices como antenas, pernas, asas, peças bucais e apêndices abdominais e também a presença ou ausência de anomalias anatômicas e má formações nos indivíduos durante as fases de pupa e adulto, bem como a quantificação da mortalidade em cada etapa do desenvolvimento do inseto.

As análises estatísticas, foram feitas através de testes de comparação de médias, T não paramétrico, pelo programa Excel, e SNK (Student-Newman-Keuls), pelo programa R (R Core Team, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 3: Ovos de "T. molitor" (A e B); larva de primeiro instar (C); larva de sétimo instar (D); pupas, (E); besouro adulto (F).



Fonte: Própria.

Os ovos são pequenos e delgados, de tegumento delicado que pode ser facilmente rompido ao toque, possui coloração branca leitosa, quase transparente, com sutis reflexos iridescentes e textura lisa em todo o seu comprimento, com formato alongado, bordos arredondados, lembrando um grão de arroz (Figura 3A), comprimento de aproximadamente 1,45 mm e diâmetro médio de 1 mm (Figura 3B), a postura é individual, feita diretamente no substrato, os quais ficam dispersos e aderidos ao substrato através de um muco viscoso. O período embrionário teve duração de 12 dias. Houve dificuldade de

deteção dos ovos, devido ficar junto ao substrato dificultando a visualização dos mesmos, entretanto, Tafarel (2022) reportou que a postura é de 500 ovos/fêmea, evidenciando notória hiperprolifidade para a espécie *T. molitor*.

As larvas são do tipo elateriforme, retilíneas, quitinizadas com exoesqueleto rígido, o corpo segmentado apresentando cabeça sutilmente diferenciada com aparelho bucal hipognato, três segmentos torácicos, com um par de pernas curtas cada e nove urômeros, com a presença de dois urogonfos no último segmento. As larvas de primeiro instar recém eclodidas medem por volta de $4,0 \pm 0,4$ mm de comprimento e tem massa de aproximadamente 0,00027 g. Possui coloração branca translúcida (Figura 3C) ao nascer e se torna cor âmbar à medida que o exoesqueleto enrijece; cada instar larval dura em média 17 dias, são sete instares no total, as características morfológicas das larvas se mantêm ao longo do desenvolvimento, enquanto, que a massa e comprimento aumentam exponencialmente a cada ecdise.

No segundo instar larval as larvas apresentam massa de 0,0009 g e comprimento médio de $5,3 \pm 0,5$ mm, não sofrendo alterações morfológicas em relação ao primeiro instar, assim como, para o terceiro instar, onde as larvas apresentaram média de comprimento e massa de $8,2 \pm 0,5$ mm e 0,0032 g, respectivamente, entretanto, maiores diferenças começaram a ser observadas a partir do quarto instar, que apresentou massa de $0,01 \pm 0,00$ g e comprimento de $9,3 \pm 1,3$ mm, demonstrando notório incremento de massa; a espessura das larvas, diâmetro do tórax, não se alterou durante os quatro primeiros instares larvais, se mantendo em 1 mm de espessura, ademais, as larvas mantiveram a mesma coloração e conformação física ao longo dos instares iniciais. A partir do quinto instar houve variações diâmetro das larvas, onde foi observada média de 1,56 mm, evidenciando duplicação no diâmetro das larvas. O comprimento apresentou valor de $16,4 \pm 1,9$ mm e massa de $0,03 \pm 0,01$ g.

O sexto instar larval mostrou aumento nas características morfométricas das larvas, que apresentaram diâmetro compreendido de 2,23 mm, comprimento de $21,6 \pm 1,9$ mm e massa equivalente a $0,07 \pm 0,1$ g. Foi observado que as larvas apresentaram comportamento bastante ativo de locomoção e comportamento alimentar voraz, entretanto, no sétimo e último instar larval os insetos se tornaram notoriamente mais letárgicos com atividade diminuída. No sétimo instar foi observado massa de $0,11 \pm 0,02$ g, comprimento e diâmetro de aproximadamente $25,1 \pm 2,2$ mm e 2,3 mm respectivamente.

Foi observado que as larvas nos últimos instares, se tornam mais agressivas, pois algumas se nutrem de forma mais eficiente e, dessa forma, se destacam em peso e tamanho. Silva *et al.* (2021) expõe média de 2,105 g de larvas em sétimo instar submetidas à uma dieta semelhante, esta diferença pode ser explicada pela competição acentuada das larvas dentro dos recipientes de criação, onde distribuição desigual de recurso nutricional acarretou uma subnutrição das larvas; neste instar, além do comportamento menos ativo, as larvas apresentaram coloração mais escura, chegando ao marrom, por

conta de um exoesqueleto mais rígido, bem como a presença de cerdas no final do abdômen, pôde ser observado.

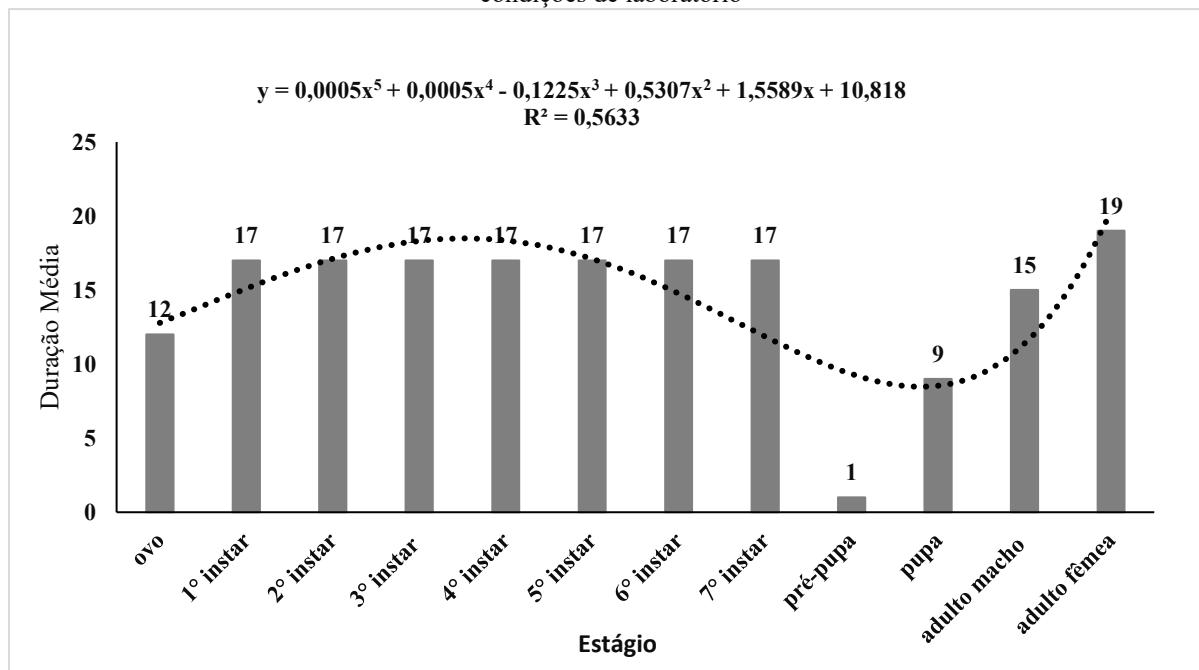
Tabela 1: Médias e erro padrão de massa e comprimento do corpo de larvas de "T. molitor" (Coleoptera: Tenebrionidae), em condições de laboratório

| | N | 1º instar | 2º instar | 3º instar | 4º instar |
|---------------------------|----|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Massa (g) | 30 | N.D. | N.D. | N.D. | $0,01 \pm 0,00$ d |
| Comprimento do corpo (mm) | 30 | $4,0 \pm 0,4$ g | $5,3 \pm 0,5$ f | $8,2 \pm 0,5$ e | $9,3 \pm 1,3$ d |
| | N | 5º instar | 6º instar | 7º instar | - |
| Massa (g) | 30 | $0,03 \pm 0,01$ c | $0,07 \pm 0,1$ b | $0,11 \pm 0,02$ a | - |
| Comprimento do corpo (mm) | 30 | $16,4 \pm 1,9$ c | $21,6 \pm 1,9$ b | $25,1 \pm 2,2$ a | - |

Médias na horizontal diferem entre si pelo teste SNK (Student-Newman-Keuls); n= Número de insetos avaliados.

O período larval teve duração total de aproximadamente 119 dias, com cada instar levando por volta de 17 dias para ser concluído, a mortalidade foi mais frequentemente observada nos instares iniciais, denotando maior fragilidade em relação os fatores ambientais e de competição durante essa fase do ciclo de vida do inseto, as larvas de *T. molitor* não apresentam comportamento gregário, sua atividade social consiste em disputa por espaço e alimento sendo constatado até mesmo o canibalismo, entretanto, o comportamento ficou gradativamente mais letárgico à medida que as larvas se desenvolveram e findasse a fase larval. Na Figura 4, pode ser observado o comportamento da população em relação à duração de cada estágio de desenvolvimento de *T. molitor*.

Figura 4: Duração em dias das fases do ciclo de vida do besouro "*T. molitor*", sob alimentação a base de milho, em condições de laboratório



Fonte: Própria.

As pré-pupas apresentam coloração branco leitosa, corpo macio e flexível e comportamento mais reativo a estímulos mecânicos, do que em relação as pupas, de maneira geral o estágio de pré-pupa foi de apenas um dia (Figura 3E).

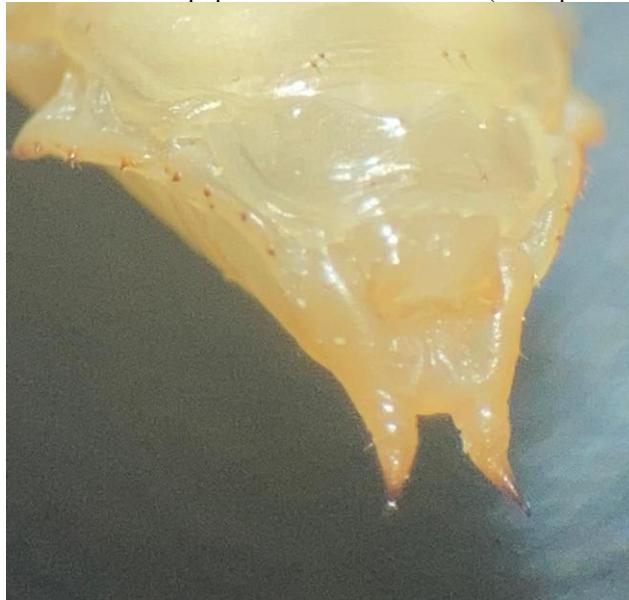
As pupas apresentam comportamento inativo por completo, bem menos reativo se comparado às pré-pupas, são do tipo exarada, facilitando observação dos apêndices do corpo do inseto como asas, antenas e pernas e os urogonfos desenvolvidos, seu tegumento é resistente e de coloração amarelada se tornando mais castanho à medida que amadurecem. A partir deste estágio de desenvolvimento os insetos passaram amostras um forte dimorfismo sexual, as pupas fêmeas apresentaram corpo mais robusto com abdômen mais largo, cabeça menos destacada, entretanto, os machos são mais esguios e com apêndices mais delgados, a diferença mais notável, entretanto, é o formato da abertura da cloaca que no macho possui três protuberâncias, sendo duas localizadas nas extremidades e uma mais suave no centro da formação, e na fêmea apenas as duas que estão localizadas nas extremidades puderam ser observadas (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Abertura da cloaca de pupa macho de "T. molitor" (Coleoptera: Tenebrionidae).



Fonte: Própria.

Figura 6: Abertura da cloaca de pupa fêmea de "T. molitor" (Coleoptera: Tenebrionidae).



Fonte: Própria.

As pupas fêmeas são notoriamente maiores que os machos tendo sido observados valores de comprimento, diâmetro do tórax e massa equivalentes a $13,98 \pm 1,23$ mm, $4,70 \pm 0,38$ mm e $0,12 \pm 0,01$ g, respectivamente. Nos machos foram observados massa de $0,11 \pm 0,01$ g, diâmetro do tórax de $4,58 \pm 0,37$ mm e comprimento equivalente a $13,68 \pm 1,42$ mm (Tabela 2). Durante a fase de pupa, também foi observado maior mortalidade dos insetos indicando que esta etapa de seu desenvolvimento é um gargalo relacionado à vulnerabilidade desta espécie, onde ele está mais suscetível às adversidades do meio; contudo o período de duração da fase de pupa foi de aproximadamente 9 dias, assim sendo, o período

total de inatividade do inseto (compreendendo o período embrionário, pré-pupa e pupa) duração de aproximadamente 22 dias.

Quanto ao dimorfismo sexual nas pupas de *T. molitor*, é possível observar que os apêndices da fêmea são mais robustos que os dos machos tendo pernas mais grossas, porém mais curtas e asas mais largas, o abdômen das fêmeas é maior e mais largo enquanto que o dos machos é mais alongado, entretanto, mais estreito, mas a diferença mais notória entre os sexos na fase de pupa é a abertura da cloaca, que é diferenciada entre machos e fêmeas, na figura 5 pode ser observada a abertura genital do macho com três protuberâncias, sendo uma mais sutil localizada na parte central, já na figura 6, é observável a abertura genital feminina com apenas as duas protuberâncias laterais em evidencia

Os adultos de besouro tenébrio, possuem coloração castanha escuro tendendo a preto opaco, as vezes brilhante, élitro estriado e estreito, cobrindo totalmente o abdômen, antenas do tipo imbricada, antenômeros voltadas para frente (possuindo uma abertura em parábola mais ampla nos machos), asas membranosas funcionais hialinas alongadas no comprimento e levemente altas tendo um formato semelhante à uma folha com a extremidade escuras, possuem cabeça diferenciada com forma de diamante que é mais destacada nos machos, aparelho bucal é do tipo mastigador hipognato e um pronoto bem desenvolvido com arestas mais suaves nas fêmeas, o abdômen das fêmeas é mais robusto e arredondado, enquanto, que o dos machos mais delgado, ambos possuem 5 urômeros compondo o abdômen e os urogonfos presentes nas larvas e pupas já não são mais presentes, o primeiro par de pernas dos machos ultrapassa a altura da cabeça se projetando para a parte anterior do corpo o que difere das fêmeas que possuem pernas mais curtas que não ultrapassam a cabeça (Figura 3F).

As fêmeas adultas de *T. molitor* são notavelmente maiores que os machos, superando-os em massa e tamanho, as medidas de comprimento e diâmetro do tórax das fêmeas foram de $15,43 \pm 0,85$ e $4,63 \pm 0,48$ mm, respectivamente, massa $0,12 \pm 0,01$ g, já os machos obtiveram valores médios equivalentes a $14,5 \pm 1,00$ mm, $4,36 \pm 0,61$ mm e $0,11 \pm 0,01$ g para comprimento, largura do tórax e massa, respectivamente; a envergadura das fêmeas também é maior que a dos machos alcançando média de $22,15 \pm 1,76$ mm, enquanto que, a envergadura dos machos, é de $21,36 \pm 1,39$ mm de comprimento (Tabela 2).

Tabela 2: Comprimento, massa e erro padrão de pupas e adultos de *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), sob dieta a base de milho, em condições de laboratório

| Medidas (mm) | Macho | | Fêmea | |
|---------------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| | n | Médias | N | Médias |
| Comprimento da pupa | 30 | $13,68 \pm 1,42$ a | 30 | $13,98 \pm 1,23$ a |
| Diâmetro do tórax da pupa | 30 | $4,58 \pm 0,37$ a | 30 | $4,70 \pm 0,38$ a |
| Peso da pupa | 30 | $0,11 \pm 0,01$ b | 30 | $0,12 \pm 0,01$ a |
| Envergadura | 30 | $21,36 \pm 1,39$ b | 30 | $22,15 \pm 1,76$ a |

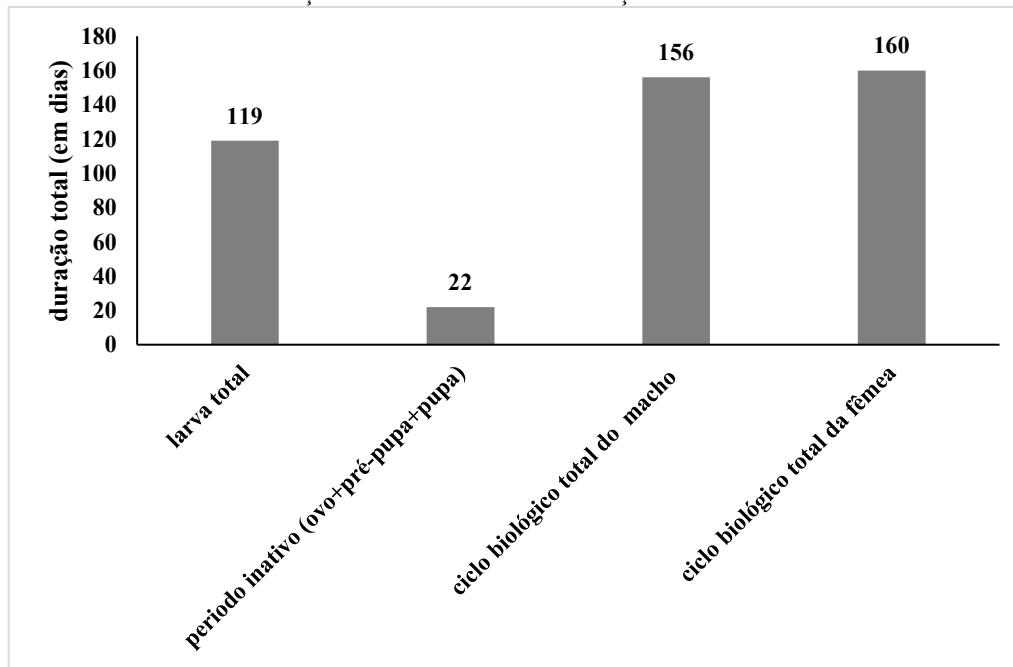
| | | | | |
|--------------------------------|----|---------------------|----|--------------------|
| Comprimento da asa anterior | 30 | $9,20 \pm 0,83$ a | 30 | $9,95 \pm 0,50$ a |
| Altura da asa anterior | 30 | $2,88 \pm 0,44$ b | 30 | $3,14 \pm 0,30$ a |
| Comprimento da asa posterior | 30 | $12,41 \pm 14,85$ a | 30 | $9,88 \pm 0,88$ a |
| Altura da asa posterior | 30 | $4,15 \pm 0,51$ b | 30 | $4,47 \pm 0,40$ a |
| Comprimento do corpo do adulto | 30 | $14,5 \pm 1,00$ b | 30 | $15,43 \pm 0,85$ a |
| Largura do tórax do adulto | 30 | $4,36 \pm 0,61$ b | 30 | $4,63 \pm 0,48$ a |
| Massa do adulto | 30 | $0,11 \pm 0,01$ b | 30 | $0,12 \pm 0,01$ a |

Médias com letras diferentes na horizontal diferem entre si pelo teste-T não pareado; n= Número de insetos avaliados por sexo.

Fonte: Própria.

As fêmeas também são mais longevas que os machos, tendo vida adulta de aproximadamente 19 dias, enquanto que os machos vivem apenas 15 dias, após emergência como adulto, somando-se os períodos larvais, de inatividade e longevidade da vida adulta, o ciclo de vida da fêmea de besouro tenébrio é de aproximadamente 160 dias, enquanto, que o ciclo de vida dos machos dura em média apenas 156 dias (Figura 5), tal diferença é esperada uma vez que as fêmeas precisam garantir a oviposição dos ovos e perpetuação da espécie, entretanto Tafarel (2022), define ciclo biológico com duração de 280 a 630 dias para *T. molitor*, por conta de uma longevidade em vida adulta de cerca de 4 meses, tal divergência pode ser devido a alimentação a base de milho, diminuindo o ciclo, o que favorece criações mais rápidas, visando atender as demandas de mercado do consumo de proteínas oriundas de insetos.

Figura 7: Períodos ativos, inativos e ciclo biológico total do besouro *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), sob alimentação a base de milho em condições de laboratório.



Fonte: Própria.

4 CONCLUSÃO

O besouro *T. molitor* possui pouca exigência de espaço e de recursos e os containers plásticos utilizados, podem ser uma opção para a criação massal, pois o besouro consegue completar o ciclo biológico;

O ciclo biológico total do besouro *T. molitor*, sob alimentação com farelo e ração de engorda de frango a base de milho é de 160 dias para fêmeas e 156 dias para machos, sendo período larval 119 e inativo 22 dias.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, D. Investigação sobre a adaptação do inseto praga de cereais *Tenebrio molitor* a inibidores de proteinases digestivas. 2010. Tese (Doutorado em Bioquímica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Bioquímica, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Florianópolis, 2010.
- ANDRADE, J. M. M. Farinhas de larvas de insetos (*Tenebrio molitor* e *Hermetia illuscens*) melhoram o desempenho e modulam o sistema imune inato de frangos de corte. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2022.
- ARCANJO, M. C. N. Utilização de resíduos de frutos típicos do Brasil na produção e composição nutricional da larva de *Tenebrio molitor*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, 2020.
- ARRUDA, L. C. P. Efeitos da farinha de *Tenebrio molitor* sobre os parâmetros hepáticos de camundongos obesos induzidos por dieta hiperlipídica. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, 2021.
- BARRETO, V. C. et al. Farinha de larvas de *Tenebrio molitor* como substituto da farinha de carne e osso em dietas de alevinos de tilápia-donilo (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 32., 2023, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: [s.n.], 2023.
- BETETA, V. N. C. Eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco 2019. 2022. Tese (Engenharia Ambiental) – Universidad de Huánuco, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Huánuco, 2022.
- BRITO, E. G. et al. Efeito da atividade inseticida de *Azadirachta indica* e do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* no controle de *Tenebrio molitor*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 2019, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: [s.n.], 2019.
- BRITO, P. G. et al. Avaliação do desenvolvimento de larvas de *Tenebrio molitor* em função de diferentes dietas visando ao processamento para alimentação humana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETOS ALIMENTÍCIOS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS, 1.; SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFOFAGIA, 2., 2019, Montes Claros. Anais [...]. Montes Claros: [s.n.], 2019.
- CASTRO, I. M. et al. Potencial do biofoco de tilápia na produção de exoesqueletos em *T. molitor* - uma alternativa para a produção de quitina. In: COLÓQUIO NACIONAL E INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS, 5., 2022, Palmeiras das Missões. Anais [...]. Palmeiras das Missões: [s.n.], 2022.
- CASTRO, T. Obtenção e análise da composição centesimal de farinha de larvas de *Tenebrio molitor*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Itacoatiara, 2021.

CECCHIN, L. O. Estudo prospectivo: avaliação da capacidade de larvas de tenébrio na biodegradação de resíduos de poliestireno. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cruz das Almas, 2022.

COSTA, E. P.; SILVA, M. G. M. Degradação de poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 5, n. 9, p. 281-289, 2018.

COSTA, L. F. E. Larvas de *Tenebrio molitor* como modelo in vivo para estudos de obesidade: uma abordagem inicial. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal, 2014.

CRUZ, I. et al. Estudos preliminares com o predador *Zelus sp.* (Heteroptera: Reduviidae) alimentado com lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) ou *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. Anais [...]. São Lourenço: [s.n.], 2009.

CRUZ, M. F. G. Avaliação do desempenho de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dieta suplementada com farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*). 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) – Universidade Federal do Amazonas, Pró-Reitoria de Pesquisa de Pós-Graduação, Departamento de Apoio à Pesquisa, Programa Institucional de Iniciação Científica, Humaitá, 2015.

DIAS, A. F. et al. Efeito do óleo do nim e de *Trichoderma sp.* sobre larvas de *Tenebrio molitor*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 2019, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: [s.n.], 2019.

FAZOLIN, M. et al. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 1, p. 113-120, 2007.

FIALHO, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 73, n. 2, p. 539-542, 2021.

GÁMEZ, G. M. D. Uso de la larva de tenébrio (*Tenebrio molitor*) como aditivo proteico, en la alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). 2014. Tese (Medicina Veterinária e Zootecnia) – Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Zootecnia, Guatemala, 2014.

GARCÍA, W. L. G. Evaluación de un sistema de vermicultura utilizando larvas de *Hermetia illucens* y *Tenebrio molitor* para el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la plaza de mercado La Rosita. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga, Escuela de Ingeniería, Bucaramanga, 2018.

JANUARIO, L. A. Caracterização físico-química e bioacessibilidade de minerais das larvas de besouro *Tenebrio molitor* e *Zophobas morio* em pó. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2021.

JARA, D.; URRA, F. Uso de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) como agente biológico para la limpieza de osamentas de pequeños vertebrados. Revista Chilena de Entomología, v. 48, n. 3, 2022.

JESUS, F. K. Efeito da umidade do substrato na sobrevivência e na infectividade de juvenis de vida livre *Heterorhabditis amazonensis* (Nematoda, Heterorhabditidae). 2009. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, Juiz de Fora, 2009.

LEMOS, I. A. Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2020.

LEMOS, I. A. et al. Hematological changes in dogs fed with *Tenebrio molitor* larvae meal. Acta Veterinaria Brasilica, p. 85-90, 2023.

LIMA, A. C. R. et al. Ação inseticida de óleo essencial e extrato alcoólico de *Carapa guianensis* Aubl. contra *Tenebrio molitor* em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9., 2015, Belém. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2015.

LINDO, M. M. B.; ESTRADA, S. G. Aplicación de *Tenebrio molitor* para biodegradar mascarillas quirúrgicas de polipropileno, guantes de vinilo y botellas PET, Lima 2022. 2022. Tese (Engenharia Ambiental) – Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima, 2022.

LITTIERE, T. O. et al. Utilização da farinha de *Tenebrio molitor* na nutrição de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETOS ALIMENTÍCIOS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS, 1.; SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFOFAGIA, 2., 2019, Montes Claros. Anais [...]. Montes Claros: [s.n.], 2019.

MACEDO, R. M. et al. Insetos na alimentação humana: avaliação sensorial de barras de cereais com *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758. Acta Biologica Brasiliensia, v. 5, n. 1, 2022.

MARCHIORO, C. A. et al. Desenvolvimento pós-embrionario de *Loxosceles intermedia* Mello-Leitão, 1934, *L. laeta* (Nicolet, 1849) e *L. gaucho* Gertsch, 1967 (Araneae; Sicariidae) criadas sob condições de alimentação monoespecífica. Biotemas, 2004.

MARCIANO, L. E. A. et al. Desempenho de coelhos alimentados com farinha de *Tenebrio molitor*. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 6, n. 1, 2019.

MARCIANO, L. E. A. Farinha de *Tenebrio molitor*, Fabricius, 1798 na dieta de coelhos da raça Lionhead. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2019.

MARTINS, D. J. et al. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) rearing in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) submitted to different diets. Arquivo do Instituto Biológico, v. 87, p. 1-8, 2020.

MASSAMBE, J. C. et al. Resíduos de polímeros naturais e artificiais decompostos com o uso de larvas de *Zophobas morio*. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG, 5., 2019, [s.l.]. Anais [...]. [s.l.]: [s.n.], 2019.

MENEZES, A. C. C. Avaliação do efeito de novos tiazólicos em dermatófitos e o uso de *Tenebrio molitor* como modelo de infecção. 2024. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Belo Horizonte, 2024.

MENEZES, C. W. G. et al. A dieta alimentar da presa *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pode afetar o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Arquivo do Instituto Biológico, v. 81, n. 3, p. 250-256, 2014.

MONDRAGÓN, I.; PEÑA, Y. C. Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Revista de Investigación, v. 39, n. 86, 2015.

MONTEIRO, E. S. et al. Biologia e morfometria da lagarta da couve em condições de laboratório. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 59, n. 1, p. 16-21, 2016.

MOREIRA, L. A. et al. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida de *Tynacantha marginata* Dallas (Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Revista Brasileira de Zoologia, 1995.

NUNES, D. D. et al. Avaliação centesimal da farinha de *Tenebrio molitor* seca em diferentes tempos em micro-ondas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 3., 2019, Montes Claros. Anais [...]. Montes Claros: [s.n.], 2019.

OLIVEIRA, E. M. Purificação e caracterização de uma carboxipeptidase e de uma dipeptidase de *Tenebrio molitor* (Coleoptera). 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Bioquímica) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, H. N. et al. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com Spodoptera frugiperda e *Tenebrio molitor*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 10, p. 947-951, 2004.

OLIVEIRA, L. F. S. Avaliação dos parâmetros de crescimento, metabólicos e antioxidantes de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo peptídeos funcionais obtidos de larvas de *Tenebrio molitor*. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2023.

OLIVEIRA, L. M.; LUCAS, A. J. S. Biscoito sem glúten enriquecido com farinha de *Tenebrio molitor*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETOS ALIMENTÍCIOS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS, 1.; SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFOFAGIA, 2., 2019, Montes Claros. Anais [...]. Montes Claros: [s.n.], 2019.

PANINI, R. L. Qualidade pós-despesca do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentado com farinha de larva de *Tenebrio molitor*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2017.

PEIXOTO, P. G.; MELLO, M. A. S. P. Alteração no conteúdo proteico de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) em dois substratos alimentares distintos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETOS ALIMENTÍCIOS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS, 1.; SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFOFAGIA, 2., 2019, Montes Claros. Anais [...]. Montes Claros: [s.n.], 2019.

PINHEIRO, C. R. Aplicação e uso de insetos (*Tenebrio molitor*) na alimentação humana visando os benefícios nutricionais que eles fornecem ao consumidor. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2015.

RIOS, C. Perfil de enzimas digestivas em juvenis do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição de farinha de peixe por farinha das larvas do inseto *Tenebrio molitor*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RODRIGUES, R. A. et al. Efeito do uso de farinha de feijão-caupi no desenvolvimento e reprodução de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae). In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MEIO-NORTE, 3., 2017, Teresina. Anais [...]. Teresina: [s.n.], 2017.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: [inserir data de acesso].

SANTOS, C. A. A. Resposta funcional, consumo e preferência do predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) por larvas e pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022.

SANTOS, G. M.; YARA, R. Produtos naturais extraídos de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). In: CONIC, 23.; CONITI, 7.; ENIC, 4., 2015, [s.l.]. Anais [...]. [s.l.]: [s.n.], 2015.

SILVA, F. S. et al. Influência do substrato na oviposição de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). In: CONGRESSO MINEIRO DE INOVAÇÕES AGROPECUÁRIAS, 14., 2023, Patos de Minas. Anais [...]. Patos de Minas: [s.n.], 2023.

SILVA, L. E. S.; MOURA, R. S. Desenvolvimento de um protocolo para criação de larvas de *Tenebrio molitor* em laboratório próprio do Centro Acadêmico de Anápolis – UniEvangélica. In: PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIEVANGÉLICA, 2021, Anápolis. Anais [...]. Anápolis: [s.n.], 2021.

SILVA, M. S. et al. Biologia e desenvolvimento de tenébrios criados em diferentes dietas. In: SEI-SICITE, 2021, Guarapuava. Anais [...]. Guarapuava: UTFPR, 2021.

SIQUEIRA, L. M. M. et al. Comparação da eficiência entre o fungo *Isaria fumosorosea* e óleo de *Azadirachta indica* sobre larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 2019, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: [s.n.], 2019.

SODRÉ, T. F. Efetividade de óleo essencial em modelo alternativo invertebrado como estratégia de controle de pragas em hortaliças. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais – Biologia) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Pinheiro, Pinheiro, 2023.

SOUZA, P. C.; RONCHI TELES, B. Ciclo de vida das larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera), sob diferentes dietas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC IMPA – CNPq/FAPEAM, 20., 2011, Manaus. Anais [...]. Manaus: [s.n.], 2011.

SOUZA, T. D. et al. Biodegradação de polietileno de alta densidade (PEAD) por meio de larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Agrotecnologia, v. 11, n. 2, p. 57-64, 2020.

TAFAREL, T. A. *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) e suas aplicações no controle biológico e na alimentação animal: uma revisão. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

TAVARES, M. N. Análise da viabilidade econômica do uso da farinha do inseto *Tenebrio molitor* na dieta de frangos de corte. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2020.

TAKAYA, E. et al. Qual substrato possibilita melhores condições bromatológicas para a farinha produzida com larva de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)? In: CONGRESSO MINEIRO DE INOVAÇÕES AGROPECUÁRIAS, 14., 2023, Patos de Minas. Anais [...]. Patos de Minas: [s.n.], 2023.

TUBIN, J. S. B. et al. Níveis de inclusão de farinha de inseto (*Tenebrio molitor*) em dietas de tilápia do Nilo em tanques de recirculação. Research, Society and Development, v. 12, n. 10, 2023.

VILLANOVA, J. C. V. Potencial de aplicação de peptídeos bioativos, obtidos a partir de *Tenebrio molitor*, para aplicação na nutrição de peixes: propriedades físico-químicas, capacidade antioxidante e atividade antimicrobiana. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2022.

YANCE, P. A. D. Biodegradación de la espuma de poliestireno por la larva del *Tenebrio molitor* para la producción de abono. 2017. Tese (Engenharia Ambiental) – Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima, 2017.