

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

**DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Lasioderma
serricorne* (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM
SUBSTRATOS DE ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A
DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS**

GISELE SILVA DE OLIVEIRA

Dourados-MS
08/2025

UFGD/2025

MESTRADO

OLIVEIRA, G.S.

“Desenvolvimento biológico de *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) em substratos de armazenamento submetido a diferentes condições térmicas”

Por
GISELE SILVA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS GINO FERNANDES**
Data: 28/08/2025 12:35:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador/Presidente - UFGD

Documento assinado digitalmente
 **ELLEN PATRICIA DE SOUZA**
Data: 27/08/2025 13:49:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr.^a Ellen Patricia de Souza - UFGD
Membro titular

Documento assinado digitalmente
 **ISAIAS DE OLIVEIRA**
Data: 27/08/2025 11:29:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Isaias de Oliveira - AGRAER
Membro titular

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48d Oliveira, Gisele Silva De

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Lasioderma serricorne* (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM SUBSTRATOS DE ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS [recurso eletrônico] / Gisele Silva De Oliveira. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcos Gino Fernandes.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Pragas dos grãos armazenados.. 2. Besouro-do-fumo. 3. Armazenamento de grãos. 4. Armazenamento de farinhas. 5. Efeitos de temperatura e substratos. I. Fernandes, Marcos Gino. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGE CB

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Lasioderma serricorne*
(COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM SUBSTRATOS DE
ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES
TÉRMICAS

Gisele Silva de Oliveira

Dourados-MS
08/2025

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Gisele Silva de Oliveira

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Lasioderma serricorne*
(COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM SUBSTRATOS DE
ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES
TÉRMICAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Dr. Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS
08/2025

Biografia

Nascida em 21 de março de 2000, na cidade de Itanhém, Bahia, Gisele Silva de Oliveira é filha de Neucelia Silva de Oliveira e Genesisio Ricardo de Oliveira. Desde a infância, a riqueza natural e cultural do extremo sul baiano despertou nela um profundo interesse pela biodiversidade, consolidando sua vocação para o curso de Ciências Biológicas.

Sua formação básica teve início na Escola Municipal São Bernardo (2011–2014), onde já demonstrava notável aptidão para as disciplinas científicas. Posteriormente, concluiu o Ensino Médio no Colégio Polivalente de Itanhém (2015–2017), aprofundando seu fascínio pela Biologia e definindo seu caminho acadêmico.

Determinada a seguir sua paixão, em 2018, Gisele mudou-se para Dourados, Mato Grosso do Sul, para ingressar no curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Ao longo de sua graduação (2018–2022), destacou-se não apenas pelo desempenho acadêmico, mas também pela resiliência em adaptar-se a uma nova realidade geográfica e cultural.

Sua trajetória é marcada pela busca constante pelo conhecimento e pela capacidade de transformar desafios em oportunidades. Hoje, carrega consigo a bagagem de quem uniu teoria e prática, consolidando-se como uma profissional promissora na área das Ciências Biológicas, pronta para contribuir com a pesquisa e a conservação da biodiversidade.

Agradecimentos

À UFGD e a FCBA, pela oportunidade de realizar a Pós-Graduação no Programa de Entomologia e Conservação da Biodiversidade

À CAPES, pela bolsa concedida

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Marcos Gino Fernandes, pela paciência, dedicação e valiosas orientações que enriqueceram este trabalho. Sua expertise e comprometimento foram fundamentais para a conclusão desta pesquisa.

A Prof.^a Dra. Diaine Cortese por ceder os insetos das criações e ensinar a trabalhar com essa espécie dando início a minha jornada da pesquisa desde o TCC, a Prof.^a Dra. Ellen Patricia de Souza e Prof.^a Dra. Rosilda Mara Mussury Franco Silva, pelas contribuições acadêmicas e debates enriquecedores, aos professores e colegas de laboratório pela convivência que tornou esta experiência ainda mais significativa.

Agradeço a Deus, pela força, sabedoria e graça que me acompanharam em cada etapa desta jornada, permitindo que eu superasse os desafios e chegasse até aqui.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio e incentivo em todos os momentos, especialmente, meu namorado Luciede, minha mãe Neucelia, meu pai Genesio, minhas irmãs Janiclesia e Jamille, meus cunhados especialmente o Israel pelo apoio e meus sobrinhos Miguel, Maite e Pedro, que foram meu porto seguro durante este percurso.

Aos amigos em especial Maíne, Michelle, Francieli e Joice que me apoiaram, direta ou indiretamente, compartilhando palavras de incentivo e compreendendo minha ausência em tantos momentos.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero reconhecimento. Cada um de vocês que fez parte desta conquista.

Dedicatória

Aos professores que iluminaram meu caminho, desde as salas de aula em Itanhém até os laboratórios da UFGD, plantando em mim a semente do conhecimento e da curiosidade científica. E a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta jornada colegas, mentores e amigos, minha gratidão por fazerem parte da história que hoje se transforma em conquista. A vida não é sobre vencer obstáculos, mas sobre transformá-los em degraus.

Resumo Geral/Palavras-chave	10
Abstract/Key words	11
Introdução Geral	12
Revisão Bibliográfica	14
Objetivo Geral	19
Hipótese(s)	20
Referências	21
DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE <i>Lasioderma serricorne</i> (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM SUBSTRATOS DE ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS	26
Introdução	26
Material e Métodos	27
Resultados	30
Discussão	35
Conclusão	37
Relevância da Pesquisa	38
Referências Bibliográficas	39

RESUMO GERAL

O armazenamento de grãos é uma etapa de grande importância na cadeia produtiva agrícola, constantemente desafiado pela infestação de insetos-praga que resultam em perdas econômicas e sanitárias significativas. *L. serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae), conhecido como besouro-do-fumo, destaca-se como uma praga cosmopolita de elevada importância econômica devido à sua alta plasticidade ecológica e comportamento alimentar polífago. O manejo tradicional desta espécie tem dependido da fumigação com fosfina, porém o uso repetido e inadequado tem levado ao surgimento de populações resistentes, limitando sua eficácia e impondo a necessidade de estratégias alternativas. Entre as alternativas, o controle térmico surge como opção promissora, mas o uso de temperaturas extremas apresenta limitações técnicas e econômicas. Apesar dos avanços no entendimento da biologia de *L. serricorne*, ainda são pouco conhecidos os efeitos físico-químicos combinados de substratos alimentares de grande importância econômica e temperaturas moderadas sobre seu desenvolvimento biológico. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos combinados de diferentes substratos alimentares (farinhas e grãos inteiros) e condições térmicas moderadas (15 °C, 20 °C e 30 °C) sobre o ciclo de vida de *L. serricorne*, visando gerar subsídios técnicos para estratégias sustentáveis de manejo integrado em ambientes de armazenamento. Os experimentos foram conduzidos em laboratório em delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4×3 (quatro substratos × três temperaturas), com três repetições por tratamento. Para cada unidade experimental, utilizaram-se 100g do respectivo substrato acondicionado em potes plásticos de 300mL, mantidos nas três temperaturas específicas sob umidade relativa de 70±2% e fotoperíodo de 12 horas. Cada frasco foi infestado com 100 adultos de *L. serricorne* com quatro dias de idade, permanecendo fechados por 15 dias para oviposição. Após este período, os adultos foram removidos e avaliaram-se diariamente até o início da viabilidade larval e em seguida foram avaliados em dias alternados o desenvolvimento pupal, emergência de adultos e longevidade. Para longevidade, cinco adultos emergidos foram individualizados em tubos Eppendorf sem substrato e monitorados até a morte. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que as temperaturas de 15°C e 20°C foram eficazes no controle da praga, enquanto a temperatura de 30°C favoreceu significativamente o desenvolvimento dos insetos. As farinhas de arroz e milho apresentaram maior número de larvas eclodidas (6,02±96,37 e 5,66±95,85, respectivamente), desenvolvimento pupal (30,06±0,54 e 15,00±2,89) e emergência de adultos (4,84±0,73 e 13,67±3,48) a 30°C em todas as avaliações. A farinha de soja apresentou menor viabilidade larval (2,82±15,85) e ausência de desenvolvimento pupal e emergência de adultos em todas as temperaturas testadas. Os grãos inteiros apresentaram desenvolvimento drasticamente reduzido comparado às farinhas correspondentes, com valores máximos de viabilidade larval de apenas 0,36±0,58 para grão de soja a 30°C. A longevidade dos adultos foi maior em farinhas de arroz e trigo (18 dias) a 30°C, enquanto no grão de milho a 20°C atingiu 48±12 dias. Os resultados destes estudos sugerem que a integridade física dos grãos e a seleção de substratos menos favoráveis são estratégias complementares para o manejo integrado de *L. serricorne*. Portanto, a integridade física dos grãos é um fator de controle acessível em conjunto com a temperatura contra *L. serricorne*. Farinhas, especialmente a de arroz, representam risco de infestação significativamente maior que os grãos de origem, pois a moagem transforma um produto resistente em altamente suscetível. O grão de soja e sua farinha mostraram-se substratos resistentes, oferecendo opção de baixo risco para armazenamento. O controle de temperatura deve ser aplicado com cautela, pois temperaturas moderadas (20°C) podem prolongar a longevidade dos adultos. Para pequenos produtores e unidades com baixa infraestrutura, recomenda-se priorizar medidas preventivas de baixo custo como a manutenção da integridade dos grãos, evitar armazenamento conjunto de grãos e farinhas, representando abordagem eficaz para diminuir perdas pós-colheita e fortalecer a segurança alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Pragas dos grãos armazenados; besouro-do-fumo; armazenamento de

grãos; armazenamento de farinhas; efeitos de temperatura e substratos.

ABSTRACT

Grain storage is a highly important stage in the agricultural production chain, constantly challenged by infestations of insect pests that result in significant economic and sanitary losses. *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae), commonly known as the cigarette beetle, stands out as a cosmopolitan pest of high economic importance due to its broad ecological plasticity and polyphagous feeding behavior. The traditional management of this species has relied on phosphine fumigation; however, repeated and improper use has led to the emergence of resistant populations, limiting its effectiveness and highlighting the need for alternative strategies. Among these alternatives, thermal control arises as a promising option, though the use of extreme temperatures presents both technical and economic limitations. Despite advances in understanding the biology of *L. serricorne*, little is still known about the combined physicochemical effects of economically significant food substrates and moderate temperatures on its biological development. The objective of this study was to evaluate the combined effects of different food substrates (flours and whole grains) and moderate thermal conditions (15 °C, 20 °C, and 30 °C) on the biological development of *L. serricorne*, in order to provide technical support for sustainable strategies of integrated pest management in storage environments. The experiments were conducted under laboratory conditions in a completely randomized design with a 4×3 factorial arrangement (four substrates × three temperatures) and three replications per treatment. For each experimental unit, 100 g of the respective substrate were placed in 300 mL plastic containers, maintained at the three specific temperatures under a relative humidity of $70 \pm 2\%$ and a 12-hour photoperiod. Each container was infested with 100 four-day-old adults of *L. serricorne*, kept closed for 15 days to allow oviposition. After this period, adults were removed, and daily evaluations were carried out until larval viability was detected; pupal development, adult emergence, and longevity were then assessed every other day. For longevity tests, five emerged adults were individualized in Eppendorf tubes without substrate and monitored until death. Data were subjected to ANOVA, and means were compared using Tukey's test ($p \leq 0.05$). The results showed that temperatures of 15 °C and 20 °C were effective in controlling the pest, whereas 30 °C significantly favored insect development. Rice and corn flours yielded the highest number of hatched larvae (6.02 ± 96.37 and 5.66 ± 95.85 , respectively), pupal development (30.06 ± 0.54 and 15.00 ± 2.89), and adult emergence (4.84 ± 0.73 and 13.67 ± 3.48) at 30 °C across all assessments. Soy flour exhibited the lowest larval viability (2.82 ± 15.85) and no pupal development or adult emergence at any tested temperature. Whole grains showed drastically reduced development compared to their corresponding flours, with maximum larval viability values of only 0.36 ± 0.58 for soybean grain at 30 °C. Adult longevity was highest in rice and wheat flours (18 days) at 30 °C, whereas in corn grain at 20 °C, it reached 48 ± 12 days. These findings suggest that grain physical integrity and the choice of less favorable substrates are complementary strategies for integrated management of *L. serricorne*. Thus, maintaining grain integrity represents an accessible control measure when combined with temperature management. Flours, particularly rice flour, pose a significantly higher infestation risk than the original grains, as milling transforms a resistant product into a highly susceptible one. Soybeans and soybean flour proved to be resistant substrates, offering a low-risk storage option. Temperature control must be applied cautiously, since moderate temperatures (20 °C) may extend adult longevity. For small producers and units with limited infrastructure, preventive and low-cost measures such as maintaining grain integrity and avoiding the joint storage of grains and flours are recommended, representing an effective approach to reduce post-harvest losses and strengthen food security.

Keywords: Stored grain pests; cigarette beetle; grain storage; flour storage; temperature and substrate effects.

INTRODUÇÃO GERAL

O armazenamento de grãos é uma etapa de grande importância na cadeia produtiva agrícola, essencial para garantir a segurança alimentar e reduzir perdas pós-colheita. Contudo, esse processo está sujeito a ataques de insetos-praga que comprometem a qualidade física, química e sanitária dos produtos armazenados, resultando em perdas econômicas significativas, especialmente em países com infraestrutura insuficiente de armazenagem (Mutalov et al., 2025).

Estudos indicam que infestações de insetos em grãos armazenados podem gerar perdas superiores a 10% da produção global, sendo as nações em desenvolvimento as mais afetadas. Além do consumo direto dos grãos, esses insetos contaminam os produtos com exúvias, fezes e microrganismos, prejudicando o valor comercial e a segurança alimentar (Embrapa, 2023; Stathas et al., 2023; FAO, 2024; Mutalov et al., 2025).

Dentre os insetos-praga de produtos armazenados, destaca-se *L. serricorne*, conhecido como besouro-do-fumo, uma espécie cosmopolita com elevada importância econômica. Sua alta capacidade adaptativa e comportamento alimentar políforo permitem a infestação de uma ampla gama de substratos, incluindo grãos, farinhas, especiarias e produtos industrializados, como cigarros, charutos e rações (Howe, 1957; Ashworth, 1993; Moura et al., 2017; Deshwal et al., 2020; El-Fouly et al., 2021; Dodiya et al., 2024). Essa plasticidade ecológica, somada ao elevado potencial reprodutivo, torna o manejo da praga um desafio constante para o setor agroindustrial (Ferri et al., 2018; Gerken & Campbell, 2020).

O manejo de *L. serricorne* tem dependido da fumigação com fosfina devido à sua eficácia e baixo custo. No entanto, o uso repetido e inadequado desse inseticida tem levado ao surgimento de populações resistentes em diversas regiões, limitando sua eficácia e impondo a necessidade de estratégias alternativas de manejo (Sağlam et al., 2015; Edde, 2019; Baliota et al., 2022; Sakka & Athanassiou, 2023).

Entre as alternativas ao controle químico, o controle térmico surge como uma opção promissora, pois a exposição a temperaturas fora da faixa ótima afeta processos fisiológicos críticos para o desenvolvimento do inseto (Suzaki et al., 2018; Edde, 2019). No entanto, o uso de temperaturas extremas (muito altas ou muito baixas) apresentam limitações técnicas e econômicas como elevado consumo energético e risco de deterioração dos grãos (Imai & Harada, 2006; Collins & Conyers, 2010; Jiang, 2015).

Outra estratégia complementar para o manejo de pragas em armazenamento é o uso de substratos menos favoráveis ao desenvolvimento do inseto. Fatores físico-químicos como granulometria, porosidade e teor de umidade influenciam diretamente a viabilidade embrionária e o sucesso da eclosão das larvas. Assim, combinar tipos de substrato menos

favoráveis com temperaturas moderadas pode representar uma abordagem sustentável e acessível para reduzir infestações (Edde, 2019; Baliota et al., 2022).

Apesar dos avanços no entendimento da biologia de *L. serricornis*, ainda são pouco conhecidos os efeitos combinados de substratos alimentares de grande importância econômica e temperaturas moderadas sobre os seus parâmetros biológicos nesta espécie. Esse conhecimento é fundamental para subsidiar práticas de manejo integrado que sejam economicamente viáveis e ambientalmente seguras.

Diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa é avaliar os efeitos combinados de diferentes substratos alimentares (farinhas de trigo, milho, soja, arroz e grãos de trigo, milho, soja, arroz) em condições térmicas moderadas (15 °C, 20 °C e 30 °C) sobre o desenvolvimento biológico de *L. serricornis*, visando gerar subsídios técnicos para estratégias sustentáveis de manejo integrado em ambientes de armazenamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O PAPEL DO ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DOS GRÃOS

A agricultura brasileira passou por um intenso processo de modernização a partir da década de 1960, transformando-se de um sistema de baixa produtividade e limitada capacidade de resposta aos preços relativos, em um dos principais produtores de alimentos do mundo (Conceição & Conceição, 2014; Vieira, 2022). Políticas públicas voltadas para ciência, tecnologia e inovação (CT&I), juntamente com a mecanização e o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições tropicais, foram fundamentais para esse salto produtivo (Mueller & Mueller, 2018; Martha & Alves, 2018; CONAB, 2023). Como resultado, o Brasil consolidou cadeias produtivas competitivas e tornou-se líder mundial na produção de commodities agrícolas (FAO, 2021).

Apesar desse crescimento expressivo, a infraestrutura de armazenamento de grãos não acompanhou o mesmo ritmo. A capacidade estática nacional, estimada em cerca de 180 milhões de toneladas, é insuficiente diante de uma produção que superou 325,7 milhões de toneladas nas safras mais recentes, forçando muitos produtores a recorrerem a alternativas inadequadas, como armazenamento a céu aberto ou sob lonas plásticas (Bendinelli et al., 2020; CONAB, 2023). Essas deficiências estruturais contribuem diretamente para perdas pós-colheita significativas, estimadas entre 10% e 35% da produção, agravadas pela ação de insetos-praga, umidade inadequada e ventilação insuficiente (Chatha, 2021; Stathas et al., 2023; Liu et al., 2024; Mutalov et al., 2025).

Embora o cenário de armazenamento de grãos apresente fragilidades estruturais, essa etapa é crucial para manutenção da qualidade. O tempo seguro de estocagem depende de fatores como qualidade inicial dos grãos, além disso, o tipo de armazenamento como silos com aeração forçada ou herméticos, aliados ao controle rigoroso de temperatura e umidade, permitem manter a integridade física e microbiológica dos grãos por mais tempo que ambientes com baixa infraestrutura (Coradi et al., 2016; Coradi et al., 2020; Meneghetti et al., 2021). As condições climáticas também desempenham papel decisivo. Em regiões frias, o armazenamento é naturalmente favorecido, mas em ambientes quentes e úmidos, a ausência de controle térmico ou aeração reduz o tempo seguro, principalmente se o teor de umidade dos grãos ultrapassa os níveis recomendados, já que isso acelera o desenvolvimento de fungos e pragas (Lopes & Neto, 2021).

A relevância dos fatores de controle, como temperatura e integridade do grão, é influenciada pela variabilidade no tempo de armazenamento no Brasil. Enquanto o armazenamento técnico com grandes infraestruturas permite a estocagem segura por 6 a 12 meses, viabilizando estratégias comerciais de entressafra (Souza et al., 2024), o déficit de

infraestrutura nacional frequentemente impõe um armazenamento precário e de curto prazo, de 30 a 90 dias, em condições que elevam exponencialmente o risco de perdas por pragas (Bendinelli et al., 2020).

Além das perdas quantitativas, há preocupações relacionadas à qualidade sanitária dos grãos armazenados. A infestação por insetos-praga causa não apenas consumo direto, mas também contaminação com fezes, exúvias e microrganismos, prejudicando as características físico-químicas, o valor comercial e a segurança alimentar dos produtos (Cicolin & Oliveira, 2016; Bartholomeu et al., 2016). A combinação desses fatores logísticos, técnicos e gerenciais torna as perdas pós-colheita um dos principais entraves na competitividade do agronegócio brasileiro.

Nesse contexto, estratégias integradas de manejo tornam-se essenciais para reduzir as perdas e garantir a qualidade dos grãos. A estocagem adequada é indispensável para preservar a integridade física, química e sanitária dos produtos, evitando a proliferação de fungos, a infestação por insetos e a deterioração provocada por umidade excessiva (Ruviano et al., 2020).

BIOLOGIA DE *Lasioderma serricorne*

Lasioderma serricorne, conhecido como besouro-do-fumo, é uma praga cosmopolita de elevada importância econômica, devido à sua alta adaptabilidade a diferentes ambientes de armazenamento. Os adultos medem entre 2 e 3 mm de comprimento, apresentam corpo ovalado e coloração variando do marrom ao avermelhado (Ashworth, 1993; Nesreen & Shadia, 2021). A cabeça é parcialmente oculta pelo protórax, não sendo visível em vista dorsal, os élitros são lisos e sem estriações evidentes, as antenas possuem 11 segmentos, sendo serrilhadas a partir do quarto segmento, característica diagnóstica essencial para a identificação da espécie (Howe, 1957; Nesreen & Shadia, 2021).

Durante a fase larval, o inseto apresenta corpo robusto, de formato escarabeiforme e recoberto por pilosidade fina, o que facilita sua diferenciação em relação a outras espécies de coleópteros (Moura et al., 2017; Edde, 2019; Nesreen & Shadia, 2021). Essas características morfológicas são fundamentais para o diagnóstico taxonômico e o monitoramento da praga em unidades armazenadoras.

O ciclo biológico de *L. serricorne* compreende quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto (Karnavat et al., 2025). O tempo total desse ciclo pode variar de 30 a 107 dias, sendo influenciado por fatores ambientais como temperatura, umidade e tipo de substrato alimentar (Mahroof & Phillips, 2008; Edde, 2019; Karnavat et al., 2025). As fêmeas da espécie depositam, em média, 80 ovos, geralmente de forma isolada, dispersos no meio alimentar. A eclosão ocorre entre 6 e 10 dias após a oviposição, sendo sucedida pela fase larval, que dura de 17 a 30 dias. Posteriormente, segue-se o período pupal, com duração de 3 a 10 dias, e, por fim, a fase adulta

do inseto que perdura por 23 a 37 dias (Pereira & Salvadori, 2006).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE *Lasioderma serricorne*

O *L. serricorne* possui um comportamento alimentar polífago que contribui para sua infestação em uma ampla variedade de substratos, incluindo tabaco, frutas secas, grãos, farinhas, especiarias, produtos fitoterápicos e itens industrializados, como cigarros e charutos (Howe, 1957; Ashworth, 1993; Moura et al., 2017; Deshwal et al., 2020; El-Fouly et al., 2021; Dodiya et al., 2024).

As larvas são as principais responsáveis pelos maiores danos diretos, pois se alimentam intensamente dos produtos armazenados, comprometendo sua qualidade e quantidade. Os adultos causam danos indiretos, por meio da dispersão ativa e contaminação por exúvias, fezes e fragmentos corporais, causando níveis de infestação que podem levar à rejeição e perda total de lotes de grãos, farinhas e outros produtos processados devido à contaminação, tornando o produto impróprio para o consumo (Zanuncio et al., 2014; Edde, 2019).

Do ponto de vista ecológico, a elevada plasticidade adaptativa de *L. serricorne* e sua alta capacidade reprodutiva permitem seu desenvolvimento em diferentes condições térmicas e substratos alimentares (Ferri et al., 2018; Wang et al., 2021). A temperatura exerce influência direta sobre fecundidade, desenvolvimento embrionário e longevidade da espécie (Suzaki et al., 2018; Pan & Wang, 2023). Ambientes de armazenamento estáveis favorecem essa adaptabilidade, permitindo que a espécie expresse proteínas de choque térmico (HSPs) que atuam em diferentes faixas térmicas, garantindo sua sobrevivência e tornando-se uma ameaça persistente em todas as etapas do pós-colheita (Edde, 2019; Li et al., 2021).

As consequências econômicas da infestação por *L. serricorne* em unidades armazenadoras são significativas, não apenas em termos qualitativos, mas sobretudo econômicos. Estimativas apontam perdas de até 10% da produção global de grãos em razão de infestações de insetos durante o armazenamento, com países em desenvolvimento sendo particularmente vulneráveis devido à infraestrutura precária (Embrapa, 2023; Stathas et al., 2023; FAO, 2024; Mutalov et al., 2025). Estudos realizados pela Embrapa demonstram que a espécie pode consumir até 39% da massa total de grãos de soja em apenas 140 dias de armazenamento, resultando na emergência de mais de 800 adultos em condições experimentais (Loriniet al., 2012). Esses níveis de danos inviabilizam a comercialização dos produtos e elevam substancialmente o risco de perdas econômicas e insegurança alimentar em larga escala.

CONTROLE DE *Lasioderma serricorne* EM UNIDADES DE ARMAZENAMENTO

O controle químico tem sido o principal método empregado no manejo de *L.*

serricorne em grãos armazenados. Dentre os produtos utilizados, destaca-se a fosfina, principal fumigante utilizado, mas com o passar dos anos sua eficácia encontra-se comprometida devido ao crescente desenvolvimento de resistência. Estudos indicam que algumas populações já apresentam níveis de resistência elevados, enquanto outras populações apenas são suscetíveis às concentrações máximas recomendadas, com eficácia inferior a 90% (Sağlam et al., 2015). Essa evolução da resistência é resultado da pressão seletiva ocasionada pelo uso frequente e inadequado de inseticidas (Agrafioti et al., 2024). A resistência à fosfina está associada a mecanismos genéticos, metabólicos e comportamentais, reforçando a necessidade de estratégias alternativas e manejo integrado de pragas.

Outro desafio importante para a eficácia dos inseticidas utilizados é o comportamento de *L. serricorne*, que tende a se abrigar em fendas e áreas de difícil acesso dentro das estruturas de armazenamento, dificultando a penetração eficaz dos fumigantes (Edde, 2019). Esses obstáculos, aliados à crescente demanda por práticas mais sustentáveis, tornam imprescindível o desenvolvimento de métodos de controle com menor impacto ambiental (Hagstrum & Phillips, 2017).

Nesse cenário, o controle térmico tem se consolidado como uma alternativa promissora ao controle químico convencional. Estudos mostram que a exposição a temperaturas fora da faixa ideal de desenvolvimento provoca estresse fisiológico nos insetos, comprometendo seu crescimento, reprodução e sobrevivência (Mahroof & Phillips, 2008; Edde, 2019). Em condições ótimas, as temperaturas favorecem a atividade enzimática, mantêm o consumo de oxigênio em equilíbrio com as demandas metabólicas e elevam as taxas de desenvolvimento (Kingsolver et al., 2023; Kumar et al., 2024). Em contrapartida, temperaturas extremas geralmente, abaixo de 15 °C ou acima de 35-40 °C provocam respostas fisiológicas adversas, como desnaturação enzimática ou lentidão metabólica (Collins & Conyers, 2010; Wang et al., 2022).

Apesar de sua eficácia no manejo de *L. serricorne*, a aplicação de temperaturas extremas em escala comercial enfrenta limitações técnicas e econômicas. O uso de altas temperaturas pode acelerar a deterioração dos grãos, favorecer o crescimento fúngico e resultar em perdas por desidratação (Souza et al., 2024). Já temperaturas baixas, embora eficientes no controle, demandam infraestrutura especializada e elevado consumo energético, restringindo sua adoção em regiões com menor capacidade tecnológica e financeira (Edde, 2019). Diante desses desafios, estudos recentes indicam que o uso de temperaturas moderadas, associadas a períodos prolongados de exposição, representa uma abordagem equilibrada para o controle de *L. serricorne*. Essa estratégia permite reduzir infestações de forma eficaz ao mesmo tempo em que preserva a integridade físico-química dos grãos armazenados (Souza et al., 2024). Porém, não se conhece quais são as temperaturas ideais para manter as populações de *L. serricorne*

abaixo dos níveis de controle.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS E SEU EFEITO NO DESENVOLVIMENTO DE *Lasioderme serricorne*

Os diferentes tipos de farinhas e grãos armazenados apresentam propriedades físico-químicas variadas, tais como teor de umidade, composição nutricional principalmente proteínas e carboidratos, granulometria e textura superficial.

Essas características influenciam diretamente a qualidade do substrato como fonte alimentar e ambiente para o desenvolvimento de *L. serricorne* (Oliveira et al., 2025). Estudos indicam que substratos com granulometria mais fina, maior digestibilidade e teores elevados de nutrientes solúveis favorecem a oviposição e aceleram o desenvolvimento larval da praga (Gerken & Campbell, 2020). Além disso, fatores como umidade e temperatura do substrato interagem com essas propriedades, influenciando significativamente a viabilidade dos ovos e a taxa de emergência de adultos de espécies de insetos de grãos armazenados (Howe, 1957; Arthur et al., 2019). Dessa forma, compreende-se que os substratos alimentares não apenas atuam como suporte nutricional, mas também modulam condições ambientais que impactam o sucesso biológico da espécie, elevando as perdas quantitativas e qualitativas em unidades de armazenamento.

Embora muitos dados provenham de estudos com diferentes espécies de pragas de grãos armazenados, como *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797), *Tribolium confusum* CDuval, 1868) e *Sitotroga cerealellae* (Olivier, 1789), o comportamento de *L. serricorne* apresenta semelhanças relevantes com essas espécies (Arthur et al., 2019; Skourti et al., 2020; Ludwiczak et al., 2023; Swamy et al., 2024). Ainda assim, os resultados específicos para *L. serricorne*, observados por Oliveira et al. (2025), confirmam que os níveis de emergência de adultos desse inseto, responde de forma sensível à estrutura física dos substratos inseridos.

Outro fator que influencia, a emergência é a umidade do substrato, pois atua como determinante para insetos de grãos armazenados, uma vez que teores inadequados de água dificultam a hidratação das fases imaturas, comprometendo o metabolismo e inviabilizando o desenvolvimento larval (Howe, 1957; Li et al., 2021). Entretanto, é importante destacar que níveis excessivamente elevados de umidade relativa, entre 65% a 75%, podem favorecer o crescimento de fungos, não sendo ideais para o armazenamento de grãos e para o desenvolvimento sustentável das pragas. Condições moderadas e controladas do ambiente favorecem a viabilidade larval e a emergência adulta de *L. serricorne* (Oliveira et al., 2025).

Dessa forma, o conjunto de fatores influencia as infestações causadas por *L. serricorne* que são favorecidas por farinhas, por apresentarem melhor adequação às exigências nutricionais e físicas da espécie, em contraste com os grãos inteiros dos mesmos cereais

(Oliveira et al., 2025). A textura fina e a composição equilibrada dessas farinhas favorecem a oviposição e o desenvolvimento larval, refletindo-se em ciclos de vida mais curtos e taxas elevadas de emergência de adultos (Wang et al., 2021; Oliveira et al., 2025). Por outro lado, a dureza dos grãos integrais e a menor acessibilidade aos nutrientes comprometem o desenvolvimento da praga, reduzindo sua capacidade reprodutiva e sobrevivência (Oliveira et al., 2025).

INTERAÇÃO ENTRE TEMPERATURA E SUBSTRATO NO CICLO DE VIDA DE INSETOS-PRAGA EM UNIDADES DE ARMAZENAMENTO

A interação entre temperatura e substrato desempenha importante papel no desenvolvimento biológico de *L. serricorne*. Fatores como a fecundidade e o crescimento populacional atingem níveis máximos quando o inseto encontra simultaneamente condições térmicas dentro da faixa ótima (30-33 °C) e substratos nutricionalmente mais adequados. Essa combinação favorece o aumento da taxa metabólica, duração reduzida dos estágios de desenvolvimento e maior produção reprodutiva (Wang et al., 2021; Sakka & Athanassiou, 2023).

Por outro lado, substratos que apresentam características desfavoráveis comprometem a capacidade reprodutiva mesmo em temperaturas consideradas favoráveis, retardando o ciclo e limitando o crescimento populacional, o que ressalta a importância de estratégias que considerem ambos os fatores para diminuir os riscos de infestação em unidades de armazenamento (Sakka & Athanassiou, 2023). Dessa forma, o manejo integrado de *L. serricorne* deve considerar os efeitos combinados de temperatura e substrato para otimizar as ações de controle físico, biológico e comportamental dos insetos (Collins & Conyers, 2010).

OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos combinados de diferentes substratos alimentares (farinhas e grãos inteiros) e condições térmicas moderadas (15 °C, 20 °C e 30 °C) sobre o desenvolvimento biológico de *L. serricorne*, visando gerar subsídios técnicos para estratégias sustentáveis de manejo integrado em ambientes de armazenamento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar a viabilidade larval de larvas, pupas, adultos e a longevidade de *L. serricorne* em farinhas e grãos de trigo, arroz, milho e soja sob três faixas de temperatura (15 °C, 20 °C e 30 °C), identificando os substratos e

temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da praga;

2. Investigar a interação entre tipo de substrato e temperatura, considerando aspectos físico-químicos no desenvolvimento de *L.serricorne*;

3. Discutir as implicações dos resultados obtidos para o manejo integrado de pragas em armazenamento, propondo estratégias sustentáveis baseadas no uso de substratos menos favoráveis e no controle térmico.

HIPÓTESES

H1: O desenvolvimento biológico de *L. serricorne* é significativamente maior em substratos processados (farinhas) do que em grãos inteiros, devido à remoção da barreira física do pericarpo e à maior acessibilidade nutricional.

H2: A temperatura de 30°C acelera significativamente o desenvolvimento (eclosão, pupação e emergência) de *L. serricorne* em comparação com as temperaturas sub-ótimas de 15°C e 20°C, que atuam como fatores limitantes ao desenvolvimento da praga.

H3: A influência da temperatura no desenvolvimento de *L. serricorne* é modulada pela forma física do substrato, de modo que a temperatura ótima (30°C) só potencializa o desenvolvimento em substratos acessíveis (farinhas), enquanto a barreira física dos grãos inteiros inibe o desenvolvimento mesmo em condições térmicas ideais.

H4: A longevidade dos adultos é influenciada pela interação entre substrato e temperatura de forma não linear; em substratos nutritivos (farinhas), a longevidade será maior a 30°C, mas em substratos de maior estresse (grãos), temperaturas moderadas (20°C) podem resultar em maior longevidade devido à redução do custo metabólico.

H5: A combinação de um substrato desfavorável (grãos inteiros) com temperaturas sub-ótimas (15°C e 20°C) representa a estratégia de controle mais eficaz, resultando nos menores índices de desenvolvimento e sobrevivência de *L. serricorne*.

REFERÊNCIAS

- AGRAFIOTI, P. et al. Assessment of Phosphine Resistance in Major Stored-Product Insects in Greece Using Two Diagnostic Protocols. *Insects*, v. 15, n. 10, p. 802, 2024. <https://doi.org/10.3390/insects15100802>
- ARTHUR, F. H. et al. Growth and development of *Tribolium castaneum* (Herbst) on rice flour and brown rice as affected by time and temperature. *Journal of Stored Products Research*, v. 84, p. 101528, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.04.005>
- ASHWORTH, J. R. The biology of *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research*, v. 29, n. 4, p. 291-303, 1993. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(93\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0022-474X(93)90044-5)
- BALIOTA, G. V. et al. Evaluation of the susceptibility of new low nicotine tobacco cultivars to phosphine resistant and susceptible populations of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 97, p. 101984, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101984>
- BARTHOLOMEU, D. B. et al. Postharvest losses in the wheat logistics chain: a Brazilian case study. *Journal of Agricultural Science and Technology: B*, v. 6, n. 5, p. 321–329, 2016. <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2016.05.005>
- BENDINELLI, W. E. et al. What are the main factors that determine post-harvest losses of grains?. *Sustainable Production and Consumption*, v. 21, p. 228-238, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.09.002>
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Armazenagem de grãos: importância, perdas e manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa, 2023. (Circular Técnica, n. 156).
- CHATHA, A. A. et al. Appraisal of quantitative and qualitative losses in six rice genotypes caused by *Trogoderma granarium* (Everts) and *Rhyzopertha dominica* (F.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, v. 58, n. 4, p. 1185–1189, 2021. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/21.225>
- CICOLIN, L. O. M.; OLIVEIRA, A. L. R. Avaliação de desempenho do processo logístico de exportação do milho brasileiro: uma aplicação da análise envoltória de dados – DEA. *Journal of Transport Literature*, v. 10, n. 3, p. 30–34, 2016. <https://doi.org/10.1590/2238-1031.JTL.V10N3A6>
- COLLINS, D. A.; CONYERS, S. T. The effect of sub-zero temperatures on different lifestages of *Lasioderma serricorne* (F.) and *Ephestia elutella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research*, v. 46, n. 4, p. 234-241, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2010.06.003>
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra Brasileira de Grãos 2023/2024. Brasília, DF: Conab, 2023.
- CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CONCEIÇÃO, P. H. Z. Agricultura: evolução e importância para a

balança comercial brasileira. Brasília, DF: Ipea, 2014.

CORADI, P. C. et al. Alternatives of storage of corn grains for the conditions of the Brazilian cerrado. *Bioscience Journal*, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.14393/BJ-V32N1A2016-29119>

CORADI, P. C. et al. Technological and sustainable strategies for reducing losses and maintaining the quality of soybean grains in real production scale storage units. *Journal of Stored Products Research*, v. 87, p. 101624, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101624>

DESHWAL, H. et al. Stored grain insect pests and their management: An overview. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 8, n. 5, p. 969-974, 2020.

DODIYA, R. D. et al. Unveiling the hidden threat: *Lasioderma serricorne* infestation in Vermicelli and parasitic behaviour of *Anisopteromalus calandrae*. *Research Square*, 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4125330/v1>

EDDE, P. A. Biology, ecology, and control of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae): a review. *Journal of Economic Entomology*, v. 112, n. 3, p. 1011-1031, 2019. <https://doi.org/10.1093/jee/toy428>

EL-FOULY, S. H. et al. biological studies on the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) on different botanical foods. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, v. 48, n. 1, p. 65–78, 2021. <https://doi.org/10.21608/ZJAR.2021.165665>

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World Food and Agriculture Statistical Yearbook 2021*. Roma: FAO, 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The state of food and agriculture 2024: Leveraging automation in agrifood systems*. Rome: FAO, 2024.

FERRI, F. N.; LORINI, I.; VENTURA, M. U. Development potential of *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) in diets containing soybean. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, e2016071, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0716>

GERKEN, A. R.; CAMPBELL, J. F. Oviposition and development of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) on different types of flour. *Agronomy*, v. 10, n. 10, p. 1593, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101593>

HAGSTRUM, D. W.; PHILLIPS, T. W. Evolution of Stored-Product Entomology: Protecting the World's Food Supply. *Annual Review of Entomology*, v. 62, p. 379-397, 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035146>

HOWE, R. W. A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae), with a critical review of the literature on its biology. *Bulletin of Entomological Research*, v. 48, n. 1, p. 9-56, 1957. <https://doi.org/10.1017/S0007485300054079>

IMAI, T.; HARADA, H. Low-temperature as an alternative to fumigation to disinfest stored tobacco of the cigarette beetle. *Applied Entomology and Zoology*, v. 41, n. 1, p. 87–91, 2006.

<https://doi.org/10.1303/aez.2006.87>

JIANG, F. Effects of temperature stress on insect fertility and its physiological and biochemical mechanisms. 2015. Disponível em: https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-KCTD201503027.htm. Acesso em: 15 ago. 2025.

KARNAVAT, U. R. et al. Tiny Beetle, Big Threat: A Review of Cigarette Beetle Infestation in Grains and Stored Commodities. *Annual Research & Review in Biology*, v. 40, n. 6, p. 128-136, 2025. <https://doi.org/10.9734/arrb/2025/v40i62260>

KINGSOLVER, J. G.; SHLICHTA, J. G.; MOORE, M. E. Heat stress and the temporal dynamics of insect growth. *bioRxiv*, 2023. <https://doi.org/10.1101/2023.09.06.553041>

KUMAR, A.; VIKANSHA; SINGH, J. Integrated Pest Management through Biological Control. *In: Biological Control of Crop Pests*. Boca Raton: CRC Press, 2024. p. 54–76. <https://doi.org/10.1201/9781003505228-4>

LI, M.-Y. et al. Identification of six heat shock protein 70 genes in *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) and their responses to temperature stress. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, v. 24, n. 3, p. 597–605, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.ASPEN.2021.05.005>

LIU, Q. et al. Applications of novel non-thermal physical field technologies in enhancing the quality and storage stability of grains. *Journal of Stored Products Research*, v. 108, p. 102398, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102398>

LOPES, D. C.; NETO, A. J. S. Economic and Technical Feasibility of Grain Chilling in Brazil. *Journal of Basic & Applied Sciences*, v. 17, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.29169/1927-5129.2021.17.01>

LUDWICZAK, E. et al. Influence of Chemical Composition and Degree of Fragmentation of Millet Grain on Confused Flour Beetle (*Tribolium confusum* Duv.) Infestation. *Agriculture*, v. 13, n. 12, p. 2178, 2023. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122178>

MAHROOF, R. M.; PHILLIPS, T. W. Life history parameters of *Lasioderma serricorne* (F.) as influenced by food sources. *Journal of Stored Products Research*, v. 44, n. 3, p. 219-226, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.12.001>

MARTHA, B. G.; ALVES, E. Brazil's Agricultural Modernization and Embrapa. *In: Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*. Oxford: Oxford University Press, 2018. <https://doi.org/10.1093/OXFORDHB/9780190499983.013.15>

MENEGHETTI, V. et al. Evaluation of losses and quality maintenance of wheat during storage in a commercial unit in Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 101, n. 15, p. 6433-6440, 2021. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11493>

MOURA, J. I. L. et al. *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae): First Report on Black Sesame (*Sesamum indicum*). *Journal of Food Protection*, v. 80, n. 11, p. 1941-1944, 2017. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-476>

MUELLER, C.; MUELLER, B. From Backwardness to Global Agricultural Powerhouse: The Transition of Brazilian Agriculture. *In: The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Agriculture and Food*. Cham: Palgrave Macmillan, 2018. p. 389–412. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66020-2_15

MUTALOV, A. et al. Comprehensive strategies for managing stored grains: Tackling insect infestation and quality loss: A review. *Journal of Stored Products Research*, v. 112, p. 102624, maio 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102624>

NESREEN M. ABD EL-GHANY; SHADIA E. ABD EL-AZIZ. Morphology of antennae and mouthpart sensillae in *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 90, p. 101754, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101754>

OLIVEIRA, G. S.; CORTESE, D.; FERNANDES, M. G. Impact of dietary composition on the development and longevity of *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792): implications for pest management in stored products. *Brazilian Journal of Biology*, v. 85, e285151, 2025. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.285151>

PAN, X.; WANG, C. G. Sampling *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiida) in 2 coffee bean warehouses in New Jersey. *Journal of Economic Entomology*, v. 116, n. 5, p. 1531-1537, 2023. <https://doi.org/10.1093/jee/toad131>

PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R. Identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados a produtos armazenados. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 33 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 75). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do75.htm. Acesso em: 15 ago. 2025.

RUVIARO, C. F. et al. Life cycle cost analysis of dairy production systems in Southern Brazil. *Science of The Total Environment*, v. 741, p. 140273, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140273>

SAĞLAM, Ö.; EDDE, P. A.; PHILLIPS, T. W. Resistance of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) to Fumigation with Phosphine. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 5, p. 2489–2495, 2015. <https://doi.org/10.1093/JEE/TOV193>

SAKKA, M. K.; ATHANASSIOU, C. G. Evaluation of Phosphine Resistance in Three *Sitophilus* Species of Different Geographical Origins Using Two Diagnostic Protocols. *Agriculture*, v. 13, p. 1068, 2023. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051068>

SKOURTI, A.; KAVALLIERATOS, N. G.; PAPANIKOLAOU, N. E. Suitability of semolina, cracked wheat and cracked maize as feeding commodities for *Tribolium castaneum* (Herbst; Coleoptera: Tenebrionidae). *Insects*, v. 11, n. 2, p. 99, 2020. <https://doi.org/10.3390/insects11020099>

SOUZA, V. H.; SOUZA, A. M.; RAMSER, C. A. S. Temperature and relative humidity dynamic effect inside a soybean metal silos storage: evidence from Brazil. *Revista de Economia e*

Sociologia Rural, v. 62, e279402, 2024. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.279402>

STATHAS, I. G. et al. The effects of insect infestation on stored agricultural products and the quality of food. *Foods*, v. 12, n. 10, p. 2046, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12102046>

SUZAKI, Y. et al. Temperature variations affect postcopulatory but not precopulatory sexual selection in the cigarette beetle. *Animal Behaviour*, v. 144, p. 115-123, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.08.010>

SWAMY, S. V. S. G.; RAJA, D. S.; RAO, V. V. Progeny preference and development of stored product insects in response to pearl millet grain characteristics. *Cereal Research Communications*, v. 52, p. 1651-1659, 2024. <https://doi.org/10.1007/s42976-023-00471-6>

WANG, T. et al. Determining the Effect of Temperature on the Growth and Reproduction of *Lasioderma serricorne* Using Two-Sex Life Table Analysis. *Insects*, v. 12, n. 12, p. 1103, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12121103>

WANG, J. Et al. Comparative effects of heat and cold stress on physiological enzymes in *Sitophilus oryzae* and *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research*, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101949>

VIEIRA FILHO, J. E. R. O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2022.

ZANUNCIO, J. C. et al. *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) in Stored *Matricaria recutita* (Asteraceae) in Brazil. *Florida Entomologist*, v. 97, n. 2, p. 807–808, 2014. <https://doi.org/10.1653/024.097.0265>

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Lasioderma serricorne* (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EM SUBSTRATOS DE ARMAZENAMENTO SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

Gisele Silva de Oliveira; Marcos Gino Fernandes

Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos – LAMI, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS; silvadeoliveiragisele@gmail.com (GSO); Marcosfernandes@ufgd.edu.br (MGF).

Resumo: *Lasioderma serricorne*, é uma praga de elevada importância econômica em produtos armazenados, cujo manejo é dificultado por ser uma praga polífaga e pela crescente resistência a inseticidas. Existe uma lacuna no conhecimento sobre os efeitos combinados da temperatura e da forma física do alimento no seu desenvolvimento. Este estudo objetivou avaliar a interação entre temperaturas moderadas (15, 20 e 30 °C) e diferentes substratos (farinhas e grãos inteiros de trigo, milho, arroz e soja) na biologia de *L. serricorne*, visando gerar subsídios para o manejo integrado. Insetos de criação massal foram utilizados em experimento fatorial (4 substratos × 3 temperaturas) com três repetições, sendo cada unidade experimental infestada com 100 adultos por 15 dias em condições controladas de laboratório. Os experimentos foram conduzidos em laboratório com o objetivo de avaliar a viabilidade larval, o desenvolvimento pupal, a emergência e a longevidade de adultos. Os resultados demonstraram que, a 30°C, as farinhas de arroz e milho foram altamente favoráveis ao desenvolvimento, enquanto a soja se mostrou inadequada. Em contraste, o desenvolvimento nos grãos inteiros foi drasticamente reduzido em todas as condições, evidenciando que a integridade física do grão atua como a principal barreira de defesa, superando a influência da composição nutricional. Conclui-se que a forma física do alimento é o fator mais determinante para o sucesso de *L. serricorne*. Portanto, estratégias de manejo de baixo custo devem priorizar a manutenção da integridade dos grãos e a segregação física entre grãos e farinhas, medidas preventivas mais eficazes e acessíveis do que depender exclusivamente do controle de temperatura.

Palavras-chave: Produtos armazenados, Besouro-do-fumo, farinhas, grãos.

1. Introdução

A segurança alimentar global depende fundamentalmente da capacidade de armazenar grãos e farinhas de forma segura e prolongada. No entanto, este é um fator crítico da cadeia produtiva constantemente desafiado pela infestação de pragas, que resultam em perdas econômicas e sanitárias massivas (Stathas et al., 2023; Mutalov et al., 2025). Neste cenário, o besouro-do-fumo, *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792), é caracterizado não apenas como uma praga de elevada importância econômica, mas como um inseto de sucesso adaptativo, determinado pela sua alta plasticidade ecológica e comportamento alimentar polífago, que permitem se desenvolver em uma vasta gama de substratos, tornando seu manejo um dos desafios em produtos armazenados (Howe, 1957; Ashworth, 1993; Moura et al., 2017; Edde, 2019; El-Fouly et al., 2021; Deshwal et al., 2020; Küçük et al., 2022; Dodiya et al., 2024; Oliveira et al., 2025).

O manejo de insetos de grãos armazenados como *L. serricorne*, por muitos anos foi feito através da fumigação com fosfina devido à sua eficácia e baixo custo. No entanto, o uso repetido e inadequado desse inseticida tem levado ao surgimento de populações resistentes em diversas regiões, limitando sua eficácia e impondo a necessidade de estratégias alternativas de manejo (Baliota et al., 2022; Agrafioti et al., 2024). Entre as alternativas ao controle químico, o controle térmico surge como uma opção promissora, pois a exposição a temperaturas fora da faixa ótima afeta processos fisiológicos importantes no desenvolvimento desse inseto (Edde, 2019). No entanto, o uso de temperaturas extremas (muito altas ou muito baixas) apresenta limitações técnicas e econômica devido as infraestruturas precárias (Collins & Conyers, 2010; Souza et al., 2024).

Como estratégia complementar para o manejo de pragas em armazenamento, identificar os substratos menos favoráveis ao desenvolvimento do inseto vem se tornando cada vez mais importante, pois fatores físico-químicos como granulometria e composição nutricional influenciam diretamente o sucesso biológico da praga. Assim, combinar tipos de substrato menos favoráveis com temperaturas moderadas pode representar uma abordagem sustentável e acessível para reduzir infestações em ambientes com baixa infraestrutura (Sakka & Athanassiou, 2023). Apesar dos avanços no entendimento da biologia de *L. serricorne*, ainda são pouco conhecidos os efeitos combinados de substratos alimentares de grande importância econômica e temperaturas moderadas sobre o seu desenvolvimento. Esse conhecimento é fundamental para subsidiar práticas de manejo integrado que sejam economicamente viáveis e ambientalmente seguras.

Diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos combinados de diferentes substratos alimentares (farinhas de trigo, milho, soja, arroz e grãos de trigo, milho, soja, arroz) e condições térmicas moderadas (15 °C, 20 °C e 30 °C) sobre o desenvolvimento biológico de *L. serricorne*, visando gerar subsídios técnicos para estratégias de manejo integrado em ambientes de armazenamento.

2. Material e Métodos

2.1 Criação massal de *L. serricorne*

Os insetos de *L. serricorne* foram mantidos no Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos-LAMI, da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD. Os insetos de *L. serricorne* foram provenientes da criação estabelecida no Laboratório, mantidos em câmaras tipo BOD, sob condições controladas de temperatura (30 ± 2 °C) e umidade relativa ($0 \pm 5\%$), fotoperíodo (LD 12h:12h). Estes insetos foram multiplicados em potes plásticos devidamente fechados contendo 1,0 Kg de substrato à base de farinha de arroz e mantidos por

cerca de 15 dias nesses recipientes, após este período foram peneirados e descartados a fim de obter uma nova prole, a geração F1, utilizando a metodologia adaptada de Ferri et al. (2018).

2.2 Condições Experimentais: Preparação das Amostras e Infestação

Para cada unidade experimental, foram utilizados 100 g do respectivo substrato, previamente peneirado e acondicionado em potes de plástico com capacidade de 300 ml, previamente esterilizados. As unidades experimentais foram mantidas em três câmaras BOD independentes, reguladas para as temperaturas específicas ($15 \pm 0,2$ °C, $20 \pm 0,2$ °C e $30 \pm 0,2$ °C), sob umidade relativa de $70 \pm 2\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Cada frasco foi infestado com 100 adultos de *L. serricorne* com quatro dias de idade, permanecendo fechados por 15 dias para permitir a oviposição (Figura 1).

2.3 Avaliação Biológica

Após o período de oviposição (15 dias), os adultos foram removidos e os frascos permaneceram nas respectivas condições térmicas para o monitoramento da fases de eclosão larval, período pupal, emergência de insetos e longevidade. As avaliações foram realizadas diariamente até a eclosão das primeiras larvas e sequencialmente em dias alternados até o fim da emergência de adultos.

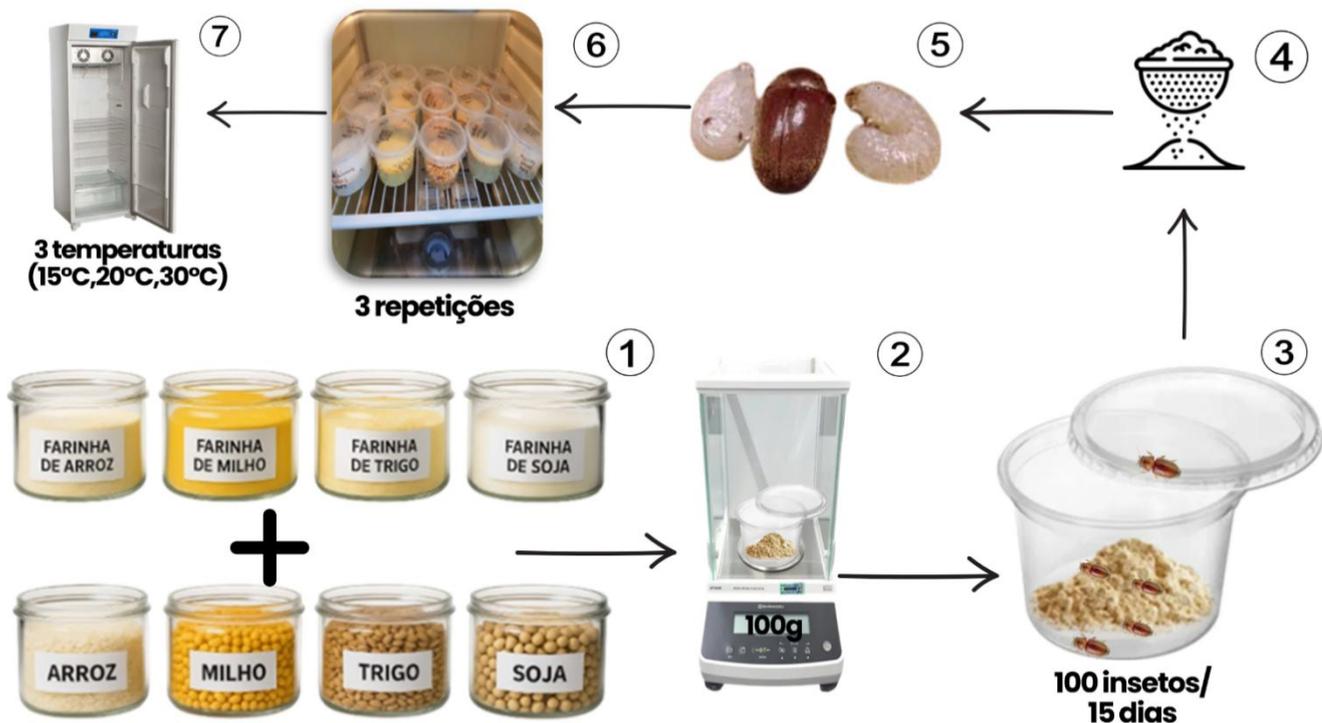


Figura 1- Imagem ilustrativa da metodologia do experimento de desenvolvimento biológico de *L. serricorne* nas farinhas e nos grãos de (arroz, milho, soja e trigo) em 3 diferentes temperaturas (15°C, 20°C e 30°C).

Para avaliar a longevidade dos adultos, foi aplicada uma versão modificada do método descrito por Ferri et al. (2018). Cinco adultos emergidos foram individualmente colocados em tubos Eppendorf de 1,5 ml, sem qualquer substrato, uma vez que os adultos não se alimentam, e sua sobrevivência foi monitorada diariamente sob condições de temperatura controlada ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) (Figura 2). A longevidade foi medida em dias, com cada adulto sendo observado até a morte.

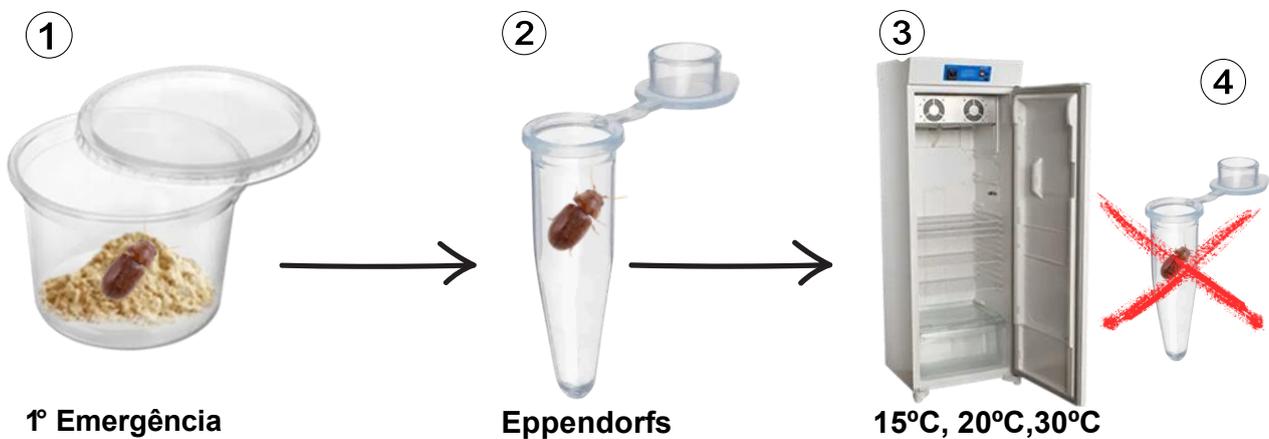


Figura 2- Esquema da metodologia do experimento de longevidade dos adultos de *L. serricornis* nas temperaturas de (15°C, 20°C e 30°C)

2.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4×3 (quatro substratos \times três temperaturas), com três repetições por tratamento, totalizando 36 unidades experimentais. A normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade das variâncias entre os grupos foi avaliada pelo teste de Levene. Nos casos em que os pressupostos não foram atendidos, foi aplicada a transformação de Box-Cox para os dados, adotando-se as transformações logarítmica ($\log(x)$) ou recíproca ($1/x$), conforme recomendado pelo parâmetro lambda estimado. Todas as análises subsequentes, incluindo as médias apresentadas nas tabelas, foram realizadas com os dados transformados.

Com os pressupostos atendidos, procedeu-se à ANOVA unidirecional ao nível de

significância de 5% ($p \leq 0,05$). Quando detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a fim de identificar os grupos estatisticamente distintos. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software R (R Core Team, 2025), adotando-se nível de significância de 5% para as decisões inferenciais.

3. Resultados

3.1 Experimento I - Desenvolvimento de *Lasioderma serricorne* nas farinhas de arroz, milho, soja e trigo em 3 diferentes temperaturas (15°C, 20°C e 30°C)

3.1.1 Eclosão de larvas

Na temperatura de 30 °C (Tabela 1), a farinha de arroz apresentou a maior média de larvas eclodidas ($6,02 \pm 96,37$), diferindo estaticamente da farinha de soja ($2,82 \pm 15,85$), que registrou a menor média. As farinhas de milho e trigo apresentaram médias intermediárias, sem diferença significativa entre si ($p < 0,05$). Nas temperaturas de 15 °C e 20 °C, não houve diferença estatística entre os substratos ($F = 2,37$; $p > 0,05$).

Contudo, ao se comparar as temperaturas dentro de cada substrato, observaram-se maiores médias de emergência a 30 °C para farinha de arroz ($6,02 \pm 96,37$), farinha de milho ($5,66 \pm 95,85$) e farinha de trigo ($5,66 \pm 95,85$), diferindo significativamente das demais temperaturas (15°C e 20°C). Para farinha de soja, não foram detectadas diferenças entre as temperaturas.

Tabela 1: Número (média \pm EP) de larvas de *L. serricorne* eclodidas em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Farinha de Milho	$2,81 \pm 0,45$ a AB	$2,26 \pm 0,30$ a B	$5,66 \pm 0,13$ ab A
Farinha de Arroz	$1,49 \pm 0,25$ a B	$1,41 \pm 1,45$ a B	$6,02 \pm 0,09$ a A
Farinha de Trigo	$0,53 \pm 1,33$ a B	$1,52 \pm 3,21$ a B	$5,66 \pm 0,13$ ab A
Farinha de Soja	$0,23 \pm 0,26$ a A	$0,53 \pm 0,71$ a A	$2,82 \pm 0,47$ b A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. 1. 2 Desenvolvimento Pupal

No desenvolvimento pupal (Tabela 2), a 30°C, as farinhas de arroz ($30,06 \pm 0,54$) e milho ($15,00 \pm 2,89$) apresentaram as maiores médias de pupas, sendo estatisticamente superiores às farinhas de trigo e soja, que não apresentaram desenvolvimento. Ao comparar o

efeito da temperatura dentro de cada substrato, observou-se que, para as farinhas de milho e arroz, a temperatura de 30°C promoveu um desenvolvimento significativamente maior do que a 15°C e 20°C. Para as farinhas de trigo e soja, não houve diferença significativa entre as temperaturas.

Tabela 2: Número (média ± EP) de pupas de *L. serricorne* em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Farinha de Milho	2,33 ± 0,67 a B	2,00 ± 1,00 a B	15,00 ± 2,89 a A
Farinha de Arroz	0,44 ± 0,33 a B	0,91 ± 2,51 a B	30,06 ± 0,54 a A
Farinha de Trigo	1,33 ± 1,33 a A	0,33 ± 0,33 a A	0,00 ± 0,00 a A
Farinha de Soja	1,33 ± 1,33 a A	0,00 ± 0,00 a A	0,00 ± 0,00 a A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. 1. 3 Emergência de Adultos

Quando avaliada a emergência dos adultos (Tabela 3) não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os substratos dentro de cada temperatura, com médias de emergência semelhantes entre si para todos os tratamentos ($p > 0,05$).

Ao considerar a variação da temperatura para cada substrato, verificou-se aumento significativo na emergência de adultos nas farinhas de milho e arroz a 30 °C, em comparação com 15 °C e 20 °C ($p < 0,05$). Nas farinhas de trigo e soja, a emergência permaneceu estável entre as temperaturas, sem variações significativas.

Tabela 3: Número (média ± EP) de adultos de *L. serricorne* emergidos em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Farinha de Milho	1,00 ± 1,00 a B	1,00 ± 1,00 a B	13,67 ± 3,48 a A
Farinha de Arroz	0,23 ± 0,23 a B	0,23 ± 0,23 a B	4,84 ± 0,73 a A
Farinha de Trigo	1,00 ± 1,00 a A	0,33 ± 0,33 a A	0,00 ± 0,00 a A
Farinha de Soja	0,00 ± 0,00 a A	0,00 ± 0,00 a A	0,00 ± 0,00 a A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.1. 4 Longevidade dos Adultos

A longevidade média dos adultos diferiu significativamente entre os substratos apenas na temperatura de 30°C (Tabela 4). Nessa condição, as farinhas de arroz e trigo apresentaram a maior longevidade (18,00 dias), sendo estatisticamente superiores à farinha de milho (15,00 dias), que por sua vez foi superior à farinha de soja (0,00 dias). Nas temperaturas de 15°C e 20°C, não foram observadas diferenças estatísticas entre os substratos.

Ao considerar a variação da temperatura dentro de cada substrato, observou-se diferença significativa apenas para a farinha de arroz, na qual a longevidade a 30°C foi superior às demais temperaturas. Para as farinhas de milho, trigo e soja, não houve variação estatisticamente significativa na longevidade entre as temperaturas testadas.

Tabela 4: Longevidade média (dias \pm EP) de *L. serricorne* em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Farinha de Milho	24,00 \pm 12,65 a A	10,80 \pm 5,96 a A	15,00 \pm 0,00 b A
Farinha de Arroz	0,00 \pm 0,00 a B	4,00 \pm 5,16 a B	18,00 \pm 0,00 a A
Farinha de Trigo	24,00 \pm 12,65 a A	5,60 \pm 7,23 a A	18,00 \pm 0,00 a A
Farinha de Soja	6,66 \pm 9,43 a A	0,00 \pm 0,00 a A	0,00 \pm 0,00 c A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

3.2 Experimento II - Desenvolvimento de *L. serricorne* em grãos de arroz, milho, soja e trigo em 3 Diferentes Temperaturas (15°C, 20°C e 30°C)

3.2.1 Eclosão de larvas

Na temperatura de 30°C, os grãos de soja apresentaram a maior média de larvas eclodidas (0,36 \pm 0,58), diferindo significativamente dos demais substratos, que apresentaram menores valores e não diferiram entre si ($p < 0,05$). A 15°C e 20°C, não houve diferença estatística entre os substratos (Tabela 5).

Na comparação entre temperaturas dentro de cada substrato, milho e arroz demonstraram uma redução significativa na eclosão larval a 30°C em comparação com as temperaturas mais baixas ($p < 0,05$). Para trigo, observou-se variação entre as médias, mas sem diferença estatística. Para soja, não foram detectadas diferenças entre as temperaturas.

Tabela 5: Número (média \pm EP) de larvas de *Lasioderma serricorne* emergidas em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Grão de Milho	1,44 \pm 5, 57 a A	1,49 \pm 4,18 a A	0,33 \pm 0,67 a B
Grão de Arroz	0,82 \pm 0, 88 a B	0,36 \pm 0,67 a B	0,04 \pm 8,69 a A
Grão de Trigo	0,00 \pm 0, 00 a B	0,73 \pm 0,67 a AB	0,19 \pm 2,65 a A
Grão de Soja	0,23 \pm 0, 33 a A	0,00 \pm 0,00 a A	0,36 \pm 0,58 b A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linhas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

3.2.2 Desenvolvimento pupal

A ocorrência de pupas diferiu significativamente entre os substratos apenas na temperatura de 20 °C. Nessa condição, os grãos de milho ($4,00 \pm 3,00$) destacaram com a maior média de desenvolvimento pupal, sendo estatisticamente superior ao arroz e à soja ($p < 0,05$), que não apresentaram desenvolvimento (Tabela 6).

Na comparação entre as temperaturas dentro de cada substrato, houve diferença significativa apenas para o grão de arroz, no qual a temperatura de 30 °C ($4,66 \pm 1,45$) promoveu uma formação de pupas significativamente maior do que a 15 °C e 20 °C. Para milho, trigo e soja, não foi observada diferença significativa no desenvolvimento pupal entre as temperaturas testadas (Tabela 6).

Tabela 6: Número (média \pm EP) de pupas de *Lasioderma serricorne* em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Grão de Milho	0,33 \pm 0,33 a A	4, 00 \pm 3, 00 a A	3, 00 \pm 0,58 a A
Grão de Arroz	1, 00 \pm 1, 00 a B	0, 00 \pm 0, 00 b B	4,66 \pm 1,45 a A
Grão de Trigo	0, 00 \pm 0, 00 a A	0,66 \pm 0,33 ab A	6,33 \pm 2,60 a A
Grão de Soja	0, 00 \pm 0, 00 a A	0, 00 \pm 0, 00 b A	0, 00 \pm 0, 00 a A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linhas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

3.2.3 Emergência de adultos

Na emergência de adultos, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os

substratos dentro de nenhuma das temperaturas testadas (15, 20 e 30 °C), com todos os grãos apresentando médias de emergência semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Ao analisar o efeito da temperatura dentro de cada substrato, verificou-se que apenas o grão de milho apresentou uma variação estatisticamente significativa, com uma maior emergência de adultos a 30 °C ($3,00 \pm 0,58$) em comparação com as temperaturas de 15 °C e 20 °C. Para os grãos de arroz, trigo e soja, a emergência de adultos permaneceu estável, sem variações significativas entre as diferentes temperaturas (Tabela 7).

Tabela 7: Número (média \pm EP) de adultos de *L. serricorne* emergidos em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Grão de Milho	0,66 \pm 0,33 a B	0,33 \pm 0,33 a B	3,00 \pm 0,58 a A
Grão de Arroz	1,00 \pm 1,00 a A	0,00 \pm 0,00 a A	3,00 \pm 1,53 a A
Grão de Trigo	0,00 \pm 0,00 a A	0,33 \pm 0,33 a A	0,33 \pm 0,33 a A
Grão de Soja	1,00 \pm 1,00 a A	0,00 \pm 0,00 a A	0,00 \pm 0,00 a A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linhas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.2.4 Longevidade de adultos

A longevidade média dos adultos diferiu entre os substratos nas temperaturas de 20 °C e 30 °C. Para a temperatura de 30 °C, o grão de soja ($0,00 \pm 0,00$ dias) apresentou longevidade significativamente inferior à dos demais substratos, enquanto arroz ($22,00 \pm 0,00$), trigo ($21,00 \pm 0,00$) e milho ($18,00 \pm 0,00$) não diferiram estatisticamente entre si. Já para a temperatura de 20 °C, o substrato de grão de milho ($36,00 \pm 0,00$ dias) foi estatisticamente superior aos demais substratos. E para a temperatura de 15 °C, não houve diferença significativa na longevidade dos adultos entre os tratamentos (Tabela 8).

Na comparação do efeito da temperatura dentro de cada substrato, foram observadas diferenças significativas para o trigo e o arroz. No trigo, a longevidade dos adultos para a temperatura de 30 °C foi superior às demais. No arroz, a longevidade dos adultos a 20 °C foi significativamente menor sem a presecção de emergência, do que a 15 °C e 30 °C. Para os grãos de milho e soja, a longevidade não variou significativamente entre as temperaturas testadas (Tabela 8).

Tabela 8: Longevidade média (dias \pm EP) de *L. serricorne* em quatro diferentes substratos alimentares nas temperaturas de 15°C, 20°C e 30°C.

Substratos	15°C	20°C	30°C
Grão de Milho	16, 00 \pm 12,65 a A	36, 00 \pm 0, 00 a A	18, 00 \pm 0, 00 a A
Grão de Arroz	24, 00 \pm 12,65 a A	0, 00 \pm 0, 00 b B	22, 00 \pm 0, 00 a A
Grão de Trigo	0, 00 \pm 0, 00 a B	4, 00 \pm 5,16 b B	21, 00 \pm 0, 00 a A
Grão de Soja	0, 00 \pm 0, 00 a A	0,00 \pm 0 b A	0, 00 \pm 0, 00 b A

*Letras minúsculas comparam substratos na mesma temperatura (coluna). Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato em diferentes temperaturas (linhas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

4. Discussão

Os resultados deste estudo mostram que a temperatura e o substrato alimentar influenciaram diretamente o desenvolvimento e a longevidade de *L. serricorne*, conforme já sugeriram vários autores (Wang et al., 2021; Sakka & Athanassiou, 2023; Oliveira et al., 2025). O principal mérito dessa pesquisa foi determinar como cada temperatura e cada substrato, isoladamente e em conjunto, afetam o desenvolvimento biológico dessa praga. Ficou claro que o manejo desses fatores é fundamental para o controle da praga em ambientes de armazenagem.

A influência da temperatura foi mais evidente no experimento com substratos de farinha. Para a temperatura 30 °C, houve aumento significativo na emergência larval, no desenvolvimento pupal e na emergência de adultos, confirmando esta faixa térmica como ótima para a espécie, pois acelera os processos fisiológicos como a expressão de proteínas choque térmico (HSPs) que protegem o inseto e otimiza seu metabolismo, como encontrado na literatura (Howe, 1957; Li et al., 2021; Wang et al., 2021; Sakka & Athanassiou, 2023). Os substratos compostos por farinhas de arroz e milho apresentaram valores médios superiores em comparação às mesmas farinhas submetidas a 15 °C e 20 °C (Sakka & Athanassiou, 2023; Oliveira et al., 2025). Em temperaturas mais baixas, o desenvolvimento e a longevidade do inseto foram reduzidos, independentemente do substrato. Este achado reforça que o controle térmico por resfriamento é uma estratégia eficaz, pois impõe um limite fisiológico que a praga não consegue superar, independentemente da qualidade do alimento disponível (Imai & Harada, 2006; Collins & Conyers, 2010).

No entanto, ao comparar o desempenho biológico de *L. serricorne* nas farinhas com o observado nos grãos inteiros, o desenvolvimento foi bem menor nos grãos intactos. O que demonstra uma influência da forma física do substrato atuando como a principal barreira de defesa. A dureza do pericarpo representa um desafio mecânico e energético significativo para

as larvas de primeiro ínstar, que são frágeis e possuem poucas reservas, assim como em outras espécies de pragas de grãos armazenados (Arthur et al., 2019; Edde, 2019; Ludwiczak et al., 2023). Essas características reforçam o comportamento de *L. serricorne* como uma praga secundária e que a quebra de grãos aumenta drasticamente a suscetibilidade do substrato.

A farinha de arroz e milho destacou-se pela maior emergência larval a 30 °C, o que pode ser explicado pelo seu elevado teor de amido, fonte energética facilmente assimilável atribuída pela fisiologia digestiva de *L. serricorne* (Belchol et al., 2007; Mahroof & Phillips, 2008; Arthur et al., 2019; Edde, 2019; Oliveira et al., 2025). Já a farinha de soja apresentou a menor emergência, possivelmente devido ao alto teor proteico e à presença de compostos antinutricionais que dificultam a digestão e o desenvolvimento larval (Hori et al., 2011; Ferri et al., 2018).

A análise da longevidade indicou que o tempo de vida dos adultos foi influenciado tanto pela temperatura quanto pelo substrato. O maior valor de longevidade observado em todo o estudo ocorreu no grão de milho mantido a 20 °C. Esse resultado está associado ao efeito do metabolismo reduzido em temperaturas moderadamente baixas, o que pode prolongar a vida do inseto, ainda que limite sua capacidade reprodutiva. Para *L. serricorne*, a exposição a temperaturas mais amenas induz um metabolismo mais lento, favorecendo a conservação de energia e permitindo maior longevidade, mesmo que o desenvolvimento e a reprodução sejam menos favorecidos nessas condições (Wang et al., 2021).

Nos substratos a base de farinhas a longevidade dos adultos foi maior na farinha de arroz, seguida pela farinha de milho, indicando que a oferta de nutrientes facilita a sobrevivência e pode aumentar o potencial reprodutivo da praga (Mahroof & Phillips, 2008; Ferri et al., 2018; Sakka & Athanassiou, 2023, Oliveira et al., 2025). Esses dados reforçam que condições térmicas elevadas, aliadas a substratos nutritivos, favorecem todas as fases do ciclo biológico da espécie, princípio já reconhecido na ecologia de pragas de produtos armazenados (Wang et al., 2021; Sakka & Athanassiou, 2023).

A adoção de estratégias de manejo torna-se ainda mais urgente devido ao crescente registro de resistência de *L. serricorne* à fosfina, principal produto químico para controle de pragas em unidades de armazenamento, em diferentes regiões do mundo (Sağlam et al., 2015; Baliota et al., 2022). Por isso, o manejo integrado de pragas deve priorizar a prevenção, com ênfase na manutenção da integridade dos grãos e no controle da temperatura do ambiente de armazenamento, medidas que estão de acordo com práticas modernas de proteção de produtos armazenados (Hagstrum & Phillips, 2017).

A integridade física dos grãos desempenha papel central na proteção contra infestações por *L. serricorne*, funcionando como a principal barreira natural ao desenvolvimento da praga. Assim, recomenda-se que produtos processados, como farinhas, sejam armazenados

separadamente dos grãos inteiros, a fim de evitar que sirvam como foco de infestação para outros produtos.

Como observado neste estudo, esta pesquisa preencheu uma lacuna na literatura ao avaliar o efeito da farinha de arroz como substrato isolado, identificando este produto como altamente suscetível ao ataque de *L. serricornis* informação importante sobretudo em regiões tropicais e subtropicais, onde o arroz é amplamente armazenado (Oliveira et al., 2025). Até então, a maioria dos trabalhos discutia misturas de dietas e a farinha de trigo, conferindo a estes achados caráter original e importante aplicação regional (Sakka & Athanassiou, 2023).

Além disso, os dados de longevidade obtidos em temperaturas mais baixas mostram que a simples redução térmica pode prolongar a vida dos adultos, mesmo que diminua o ritmo populacional. Portanto, estratégias de controle térmico precisam ser planejadas com cautela, considerando que as condições de temperaturas como a de 20°C, podem alterar a ecologia fisiológica da praga. Portanto, compreender a resposta de *L. serricornis* a diferentes condições ambientais é fundamental para o aprimoramento do manejo integrado. Novos estudos que avaliem a interação entre temperatura, umidade relativa e análises químicas dos substratos podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de controle ainda mais eficazes e adaptadas à realidade dos sistemas de armazenamento. Essas estratégias podem ser utilizadas de forma complementar para melhorar a conservação de grãos armazenados, além disso, evitar o armazenamento conjunto de grãos e farinhas. Essas medidas, são fundamentadas especialmente em propriedades com recursos limitados, representando uma abordagem prática para reduzir perdas pós-colheita.

Conclusões

A integridade física dos grãos foi eficaz na diminuição do desenvolvimento de *L. serricornis*, limitando a infestação independentemente da temperatura.

Para a temperatura de 30°C acelerou o ciclo de vida da praga apenas em substratos processados como farinhas de arroz e milho.

Já a temperatura de 20°C, demonstrou que embora eficaz, esse controle deve ser aplicado com cautela, pois pode prolongar a longevidade dos adultos, o que representa um risco ao armazenamento em grãos como o de milho.

Os grãos de soja e sua farinha apresentaram resistência em todas as temperaturas, oferecendo menor risco de infestação.

Relevância da pesquisa

A importância prática destes achados é elevada para pequenos produtores e unidades de armazenamento com baixa infraestrutura de diferentes regiões e países. Em locais onde o

controle de temperatura e umidade é inviável ou de alto custo, as estratégias de manejo devem se concentrar em medidas preventivas e de baixo custo, recomendando práticas como priorizar a limpeza e a secagem adequada para manter a integridade dos grãos, evitar o armazenamento conjunto de grãos e farinhas. Tais medidas, fundamentadas nos resultados aqui apresentados, representam uma abordagem atrativa para diminuir as perdas pós-colheita e fortalecer a segurança alimentar em contextos de maior vulnerabilidade.

Referências

- AGRAFIOTI, P. et al. Assessment of Phosphine Resistance in Major Stored-Product Insects in Greece Using Two Diagnostic Protocols. *Insects*, v. 15, n. 10, p. 802, 2024. <https://doi.org/10.3390/insects15100802>
- ARTHUR, F. H. et al. Growth and development of *Tribolium castaneum* (Herbst) on rice flour and brown rice as affected by time and temperature. *Journal of Stored Products Research*, v. 84, p. 101528, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.04.005>
- ASHWORTH, J. R. The biology of *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research*, v. 29, n. 4, p. 291-303, 1993. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(93\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0022-474X(93)90044-5)
- BALIOTA, G. V. et al. Evaluation of the susceptibility of new low nicotine tobacco cultivars to phosphine resistant and susceptible populations of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 97, p. 101984, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101984>
- COLLINS, D. A.; CONYERS, S. T. The effect of sub-zero temperatures on different lifestages of *Lasioderma serricorne* (F.) and *Ephestia elutella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research*, v. 46, n. 4, p. 234-241, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2010.06.003>
- DESHWAL, H. et al. Stored grain insect pests and their management: An overview. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 8, n. 5, p. 969-974, 2020.
- DODIYA, R. D. et al. Unveiling the hidden threat: *Lasioderma serricorne* infestation in Vermicelli and parasitic behaviour of *Anisopteromalus calandrae*. *Research Square*, 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4125330/v1>
- EDDE, P. A. Biology, ecology, and control of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae): a review. *Journal of Economic Entomology*, v. 112, n. 3, p. 1011-1031, 2019. <https://doi.org/10.1093/jee/toy428>
- EL-FOULY, S. H. et al. biological studies on the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) on different botanical foods. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, v. 48, n. 1, p. 65–78, 2021. <https://doi.org/10.21608/ZJAR.2021.165665>
- FERRI, G. C.; LORINI, I.; VENTURA, M. U. Potencial de desenvolvimento de *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) em dietas contendo soja. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, e2016071, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0716>
- HAGSTRUM, D. W.; PHILLIPS, T. W. Evolução da Entomologia de Produtos Armazenados: Protegendo o Abastecimento Mundial de Alimentos. *Annual Review of Entomology*, v. 62, n. 1, p. 379-397, 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035146>
- HORI, M.; MIWA, M.; IIZAWA, H. Host suitability of various stored food products for the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). *Applied Entomology and*

Zoology, v. 46, p. 463-469, 2011. <https://doi.org/10.1007/s13355-011-0062-x>

HOWE, R. W. A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricornne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae), with a critical review of the literature on its biology. Bulletin of Entomological Research, v. 48, n. 1, p. 9-56, 1957. <https://doi.org/10.1017/S0007485300054079>

IMAI, T.; HARADA, H. Low-temperature as an alternative to fumigation to disinfest stored tobacco of the cigarette beetle. Applied Entomology and Zoology, v. 41, n. 1, p. 87–91, 2006. <https://doi.org/10.1303/aez.2006.87>

KÜÇÜK ORTAÖNER, Ş.; CETIN, H.; ELMA, F. N. Development of Cigarette beetle *Lasioderma serricornne* (Coleoptera: Anobiidae) on spice plants and wheat flour. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, v. 36, n. 1, p. 8-13, 2022. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2022.028>

LI, M.-Y. et al. Identification of six heat shock protein 70 genes in *Lasioderma serricornne* (Coleoptera: Anobiidae) and their responses to temperature stress. Journal of Asia-Pacific Entomology, v. 24, n. 3, p. 597–605, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.ASPEN.2021.05.005>

LUDWICZAK, E. et al. Influence of Chemical Composition and Degree of Fragmentation of Millet Grain on Confused Flour Beetle (*Tribolium confusum* Duv.) Infestation. Agriculture, v. 13, n. 12, p. 2178, 2023. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122178>

MAHROOF, R. M.; PHILLIPS, T. W. Life history parameters of *Lasioderma serricornne* (F.) as influenced by food sources. Journal of Stored Products Research, v. 44, n. 3, p. 219-226, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.12.001>

MOURA, J. I. L. et al. *Lasioderma serricornne* (Coleoptera: Anobiidae): First Report on Black Sesame (*Sesamum indicum*). Journal of Food Protection, v. 80, n. 11, p. 1941-1944, 2017. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-476>

MUTALOV, A. et al. Comprehensive strategies for managing stored grains: Tackling insect infestation and quality loss: A review. Journal of Stored Products Research, v. 112, p. 102624, maio 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102624>

OLIVEIRA, G. S.; CORTESE, D.; FERNANDES, M. G. Impact of dietary composition on the development and longevity of *Lasioderma serricornne* (Fabricius, 1792): implications for pest management in stored products. Brazilian Journal of Biology, v. 85, e285151, 2025. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.285151>.

SAĞLAM, Ö.; EDDE, P. A.; PHILLIPS, T. W. Resistance of *Lasioderma serricornne* (Coleoptera: Anobiidae) to Fumigation with Phosphine. Journal of Economic Entomology, v. 108, n. 5, p. 2489–2495, 2015. <https://doi.org/10.1093/JEE/TOV193>

SAKKA, M., & ATHANASSIOU, C. Population growth of phosphine resistant and susceptible populations of *Lasioderma serricornne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) exposed to different temperatures and commodities. Environmental Science and Pollution Research International, 30,

53221 – 53228, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26029-x>.

SOUZA, V. H.; SOUZA, A. M.; RAMSER, C. A. S. Temperature and relative humidity dynamic effect inside a soybean metal silos storage: evidence from Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 62, e279402, 2024. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.279402>

STATHAS, I. G. et al. The effects of insect infestation on stored agricultural products and the quality of food. *Foods*, v. 12, n. 10, p. 2046, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12102046>

SUZAKI, Y. et al. Temperature variations affect postcopulatory but not precopulatory sexual selection in the cigarette beetle. *Animal Behaviour*, v. 144, p. 115-123, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.08.010>

WANG, T. et al. Determining the Effect of Temperature on the Growth and Reproduction of *Lasioderma serricorne* Using Two-Sex Life Table Analysis. *Insects*, v. 12, n. 12, p. 1103, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12121103>

WANG, J. Et al. Comparative effects of heat and cold stress on physiological enzymes in *Sitophilus oryzae* and *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research*, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101949>