



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Comunicação acústica e química relacionada ao comportamento reprodutivo de
Euscepes postfasciatus (Coleoptera: Curculionidae)**

Alice Pereira de Freitas

Brasília

07/2025 Defesa



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Comunicação acústica e química relacionada ao comportamento reprodutivo de
Euscepes postfasciatus (Coleoptera: Curculionidae)**

Alice Pereira de Freitas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre(a) em Zoologia.

Orientador: Raúl Alberto Laumann

Brasília

07/2025 Defesa

Comunicação acústica e química relacionada ao comportamento reprodutivo de
Euscepes postfasciatus (Coleoptera: Curculionidae)

Aluna: Alice Pereira de Freitas

Orientador: Raúl Alberto Laumann

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Aprovada por

Orientador: Raúl Alberto Laumann – Embrapa/UnB

Membro Interno: Marina Regina Frizzas – UnB

Membro Externo: Douglas Henrique Bottura Maccagnan – UEG

Membro Suplente: Rodrigo Gurgel Gonçalves – UnB

Brasília

07/2025 Defesa

Agradecimentos

Agradeço a Universidade de Brasília (UnB) e o Programa de Pós-Graduação em Zoologia (PPG-ZOO) por possibilitar a realização desta pesquisa e da pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado em parceria com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), campo da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Brasília DF, no Laboratório de Semioquímicos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço especialmente ao meu orientador Dr. Raúl Alberto Laumann pela dedicação, orientação, auxílio e carinho durante todas as etapas deste projeto, e projetos anteriores.

Agradeço à Dra. Maria Carolina Blassioli Moraes e ao Dr. Miguel Borges pelo auxílio, ensinamentos e oportunidades durante os anos.

Agradeço ao Dr. Miguel Michereff Filho pela coordenação do projeto e pelos insetos doados para iniciar a criação, e à MSc. Ana Cristina Meneses Mendes Gomes pelo auxílio, trabalho e empréstimo do equipamento para retiradas das fotos.

Agradeço a todos os meus colegas e do Laboratório de Semioquímicos, especialmente a Dr. Mirian Fernandes Furtado Michereff e a Dr. Flávia Augusta Dias Galarza por todo o auxílio e amizade durante este período.

Agradeço com muito amor à minha família, minha mãe Alzira Maria, meu pai Davi, minhas irmãs Ariel e Ana Beatriz por todo o apoio, amor, carinho, orientação, auxílio e broncas, sem vocês nada disso seria possível.

Agradeço com muito amor ao meu amor, Lucca Tassoni, por todo o seu amor, carinho, brincadeiras, apoio, por me mostrar as coisas boas da vida e mostrar que vale a pena amar e ser amada, te amo imensamente.

Agradeço aos meus amigos, em especial Beatriz Guedes, Izabella Maravalho, Giancarlo Catafesta, João Victor Machado, Mateus Sanches (a panelinha), Maria Clara Lacerda e Gustavo Kim, por me mostrarem a felicidade, diversão, carinho e amor durante os tempos difíceis.

Sumário

Introdução	1
Comunicação em animais	1
Inseto alvo do estudo	3
Objetivo Geral.....	9
Objetivos Específicos	9
Referências Bibliográficas.....	9
Capítulo 1.....	15
Introdução	16
Comportamento reprodutivo.....	16
Comunicação com sinais acústicos e estridulatórios	17
Material e métodos.....	22
Criação dos insetos	22
Local dos experimentos	23
Comportamento reprodutivo.....	24
Registro dos sinais estridulatórios	26
Sinais emitidos em situação de estresse.....	26
Sinais emitidos na reprodução	27
Análise dos sinais estridulatórios.....	27
Morfologia do aparelho estridulatório	29
Análise de dados	31
Resultados.....	32
Comportamento reprodutivo.....	32
Sinais estridulatórios.....	36
Sinais emitidos em situação de estresse.....	36
Sinais emitidos durante a cópula	36
Morfologia do aparelho estridulatório	39

Discussão	41
Referências Bibliográficas	45
Capítulo 2.....	52
Introdução	53
Material e Métodos	55
Insetos	55
Prospecção e identificação do feromônio de <i>E. postfasciatus</i>	55
Análises químicas das amostras contento voláteis de <i>E. postfasciatus</i>	58
Estudo comportamental de <i>E. postfasciatus</i>	58
Análise de dados	61
Resultados.....	61
Extratos de aerações de adultos de <i>E. postfasciatus</i>	61
Discussão	66
Referências Bibliográficas	68
Conclusão.....	73
Apêndices.....	74

Índice de Figuras

Figura 1. Estágios do ciclo de vida de <i>Euscepes postfasciatus</i> . A) Adulto de <i>Euscepes postfasciatus</i> em vista lateral, B) Ovo de <i>Euscepes postfasciatus</i> junto ao orifício da batata-doce, C) Fase larval de <i>Euscepes postfasciatus</i> vista lateral, D) Fase de pupa de <i>Euscepes postfasciatus</i> em vista ventral em lupa.....	4
Figura 2. Representação dos danos causados em diferentes fases do ciclo de <i>E. postfasciatus</i> . A) Batata-doce com injúrias externas causadas por adultos de <i>E. postfasciatus</i> . B) Batata-doce com galerias causadas pelas larvas de <i>E. postfasciatus</i> , batata-doce retirada da criação dos adultos.....	6
Figura 3. Sintomas de doenças em plantas de Batata-doce. A) Sintomas da podridão do pé em plantas de batata-doce. B) Lesões necróticas nas hastes acima da região do coleto das plantas que se estendem até as raízes causando a podridão. C) Plantas de batata-doce com clorose localizada após 30 dias de exposição a vírus da família Geminiviridae. D) Plantas de batata-doce com amarelecimento generalizado.....	8
Figura 4. Os cinco tipos de mecanismos que os insetos utilizam para produzir sons, ilustrados com exemplos de cinco famílias de insetos. Círculos azuis indicam a localização do mecanismo de produção sonora em cada exemplo selecionado. As formas de onda ou oscilogramas e os espectrogramas (gráficos mostrando os espectros de frequência e a intensidade de cada faixa de frequência representada pela intensidade da cor preta) correspondentes mostram 500 ms de som de cada espécie. (A) Estridulação: um único pulso produzido por um besouro da casca <i>Ips pini</i> . Os pulsos são gerados por um mecanismo de lima e raspador localizado entre a cabeça e o pronoto. (B) Percussão: uma série de sinais de golpes no substrato com a cabeça produzidos por um cupim <i>Macrotermes natalensis</i> . (C) Timbalação: uma série de estalidos produzidos por uma mariposa <i>Eubaphe unicolor</i> . Os estalidos são gerados por um par de timbales, um localizado em cada lado do protórax. (D) Tremulação: um sinal produzido por abelhas <i>Apis florea</i> . Os sons são produzidos ao chacoalhar o corpo utilizando os músculos de voo. (E) Ar forçado: uma vocalização única produzida por uma lagarta <i>Amphion floridensis</i> . As vocalizações são geradas pelo fluxo de ar proveniente do canal alimentar. Fonte: Low et al., 2021.	19

Figura 5. Localização dos mecanismos de estridulação, timbalação e ar forçado utilizados para a produção de sons de defesa em insetos adultos e juvenis. Percussão e tremulação foram excluídas, pois geralmente empregam partes do corpo não diferenciadas. Cada número representa uma posição, onde um mecanismo de produção

sonora foi registrado na literatura. A) Inseto adulto genérico. B) Ninfa genérica. C) Pupa genérica. D) Larva genérica. Os mecanismos por ordem de insetos são os seguintes: 1: Odonata. 2–3: Orthoptera e Lepidoptera. 4–10: Orthoptera. 11: Phasmatodea. 12–14: Mantodea. 15–18: Blattodea. 19–22: Hemiptera. 23–24: Hymenoptera. 25–41: Coleoptera. 42: Trichoptera. 43–57: Lepidoptera. 58: Mecoptera. Mecanismos de timbalação (números 20, 44, 45, 48 e 57) estão em verde. Mecanismos de ar forçado (números 3, 15, 31 e 55) estão em azul. Mecanismos de estridulação (todos os demais números) estão em rosa. Em mecanismos estridulatórios que envolvem duas partes em atrito, ambas as partes recebem o mesmo número. Uma linha pontilhada representa um mecanismo localizado na superfície interna daquele apêndice. Note-se que os números 8 e 35 não possuem uma localização correspondente marcada nas asas, pois a asa inteira é utilizada nesses mecanismos. Fonte: Low et al., 2021..... 20

Figura 6. Exemplo de aparelhos estridulatórios de insetos localizados em diferentes partes do corpo. A) aparelho estridulatório abdome-pata no gênero *Pictinus* (Coleoptera: Aradidae), onde o *plectrum* (detalhe superior) bate contra um *pars stridens* imóvel (detalhe inferior; direção do movimento representada na seta vermelha) (adaptado de Usinger e Matsuda, 1959). B) aparelho estridulatório do percevejo escavador *Cydnus aterrimus* (Forster) (Heteroptera: Cydnidae). Vista dorsal do inseto, mostrando a localização do aparelho estridulatório, abdome-asa. O *plectrum* está no primeiro segmento abdominal (em vermelho) e bate contra o *pars stridens*, que está localizado na superfície ventral da asa posterior (em azul). Fonte: Davranoglou et al, 2023..... 21

Figura 7. Aspectos da criação de *E. postfasciatus*. A) Gaiolas de adultos de *E. postfasciatus*, com tubérculos de batata-doce de produção orgânica oferecidas como fonte de alimento e de oviposição. B) Gaiolas de batatas-doces para serem retiradas as pupas. C) Batata-doce em estágio de decomposição no momento de retirada das pupas. D) Placa de Petri com papel filtro umedecido para criação das pupas. Fonte: Autor, 2025..... 23

Figura 8. Diferença morfológica de pupas de *E. postfasciatus*. A) Palpos presentes na extremidade distal do abdome de pupas de fêmeas de *E. postfasciatus*. B) Extremidade distal do abdome das pupas de machos de *E. postfasciatus*. Setas vermelhas representam a presença e a ausências dos palpos, respectivamente, para sexagem das pupas..... 24

Figura 9. Casais de *E. postfasciatus* durante a cópula em diferentes condições de experimentação. A) Placa de Petri com um casal posicionada em cima do acelerômetro piezoelétrico. B) Casal em posição de cópula na Placa de Petri durante ciclo normal. C) Casal em posição de cópula na Placa de Petri em ciclo invertido. D) Macho de *E.*

<i>postfasciatus</i> posicionado em posição de cópula com a fêmea e com a genitália exposta. Fonte: Autor, 2025.....	25
Figura 10. Equipamentos utilizados para captura dos sinais estridulatório de <i>E. postfasciatus</i> . A) Microfone de alta sensibilidade adaptado em uma alça com garra. B) Acelerômetro piezoelétrico acomodado em uma espuma. C) Amplificador digital. D) Sistema montado para as gravações dos sinais em capela de isopor para isolamento acústico. E) Placa de digitalização. F) Software para gravação dos sinais. Fonte: Autor, 2025.	28
Figura 11. Sistema para captura dos sinais de estresse de <i>E. postfasciatus</i> . A) Acelerômetro com fita dupla face e o adulto colado com o ventre para cima. B) Sistema montado para as gravações das estridulações emitidas em situação de estresse. Fonte: Autor, 2025.....	29
Figura 12. Equipamentos utilizados para obtenção das fotografias do aparelho estridulatório de <i>E. postfasciatus</i> . A) Microscópio estereoscópio Leica. B) <i>Stubs</i> de alumínio contendo fita dupla-face de carbono com o abdômen e os élitros dissecados. C) Microscópio de Varredura Eletrônica. Fonte: Autor, 2025.....	30
Figura 13. Sequências comportamentais de acasalamento e cópula de <i>Euscepes postfasciatus</i> . Os valores acima ou ao lado das linhas indicam a probabilidade entre as transições de dois comportamentos sequenciais. As linhas sólidas indicam transições significativas ($p < 0,05$) e as linhas pontilhadas as transições não significativas ($p > 0,05$).	34
Figura 14. Distribuição de frequências do tempo de encontro de todos os casais observados e os que copularam de <i>Euscepes postfasciatus</i> durante 1 h de observação. 35	
Figura 15. Atividade reprodutiva, cópula e insetos sem atividade (sem movimento) (proporção dos insetos observados) de <i>Euscepes postfasciatus</i> em intervalos de tempo (3 h) durante a fotofase e a escotofase. Foram observados 20 casais em cada intervalo de tempo. As letras acima de cada barra representam a diferença significativa entre cada horário de tempo analisado ($p < 0,05$) para atividade reprodutiva (letras maiúsculas) e cópula (letras minúsculas).	35
Figura 16. Oscilogramas de uma sequência de chirps e detalhe de um <i>chirp</i> (figura superior) e sonogramas (figura inferior) dos sinais estridulatórios de estresse de fêmeas e machos de <i>Euscepes postfasciatus</i> gravados com um microfone e um acelerômetro piezoelétrico, respectivamente.....	37

Figura 17. Oscilogramas e sonogramas dos sinais referentes ao comportamento reprodutivo de fêmeas e machos de *Euscepes postfasciatus*, respectivamente, gravados com um acelerômetro piezoelétrico. Os sonogramas de ambos possuem poucos *chirps* para visualização visto que o intervalo de repetição entre os *chirps* é alto..... 38

Figura 18. Aparelho estridulatório de fêmeas de *Euscepes postfasciatus*: A) *Pars stridens* do élitro direito B) *Pars stridens* do élitro esquerdo C) Detalhe das cristas do *pars stridens* do élitro esquerdo D) *Plectrum* localizado na esquerda e direita do VI e VII tergito abdominal. E) *Plectrum* direito no VI e VII tergito. F) Detalhes das espículas do *plectrum*. Ps: *Pars stridens*; Pl: *plectrum* 40

Figura 19. Aparelho estridulatório de machos de *Euscepes postfasciatus*: A) *Pars stridens* do élitro direito B) *Pars stridens* do élitro esquerdo C) Detalhe das cristas do *pars stridens* do élitro esquerdo D) *Plectrum* localizado na esquerda e direita do VII tergito abdominal. E) *Plectrum* direito no VI e VII tergito. F) Detalhes das espículas do *plectrum*. Ps: *Pars stridens*; Pl: *plectrum* 41

Figura 20. Sistemas de aeração utilizados para coleta de voláteis oriundos de adultos de *E. postfasciatus*. A) Esquema geral do sistema de aeração usando como exemplo uma câmara vertical. B) Aeração na câmara vertical de 500 ml, seta 1 indica o filtro de carvão ativado e a seta 2 indica o adsorvente. C) Câmaras horizontais montadas e cobertas com papel alumínio. D) Aeração montada em câmara vertical oferecendo tubérculos de batata-doce com brotos como fonte de alimento, o papel alumínio foi utilizado para isolar as raízes do tubérculo e evitar contaminações com voláteis oriundos das mesmas, seta vermelha indica um adulto na câmara. Fonte: Autor, 2025..... 57

Figura 21. A) Cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chamas acoplado. B) Amostras de aeração em processo de concentração sob fluxo de Nitrogênio. Fonte: Autor, 2025..... 58

Figura 22. Arenas utilizadas para bioensaios comportamentais em olfatometria para *E. postfasciatus*. A) Olfatômetro de 2 escolhas em formato de Y com suas medidas, setas indicam o fluxo do ar dentro da arena, AL: Área de Liberação. B) Olfatômetro de 4 escolhas em formato de X com suas medidas, setas indicam o fluxo de ar dentro da arena, AL: Área de Liberação. Fonte: Autor, 2025..... 59

Figura 23. Sistema de olfatometria utilizado nos bioensaios. 1: bombas de ar e de vácuo para manter o fluxo do sistema. 2: fluxômetros para regulagem do fluxo de ar. 3: filtro de carvão ativado para purificação do ar. 4: recipientes para colocar os tratamentos (insetos ou plantas) a serem avaliados. 5: olfatômetro utilizado. Fonte: Autor, 2025..... 60

Figura 24. Cromatogramas referentes às aerações de machos e fêmeas de *E. postfasciatus*, juntamente com a amostra controle, respectivamente. Em vermelho e nas setas verdes estão destacados os três picos específicos das fêmeas. 63

RESUMO

**Comunicação acústica e química relacionada ao comportamento reprodutivo de
Euscepes postfasciatus (Coleoptera: Curculionidae)**

Aluna: Alice Pereira de Freitas

Orientador: Raúl Alberto Laumann

Resumo da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Euscepes postfasciatus (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae) é a principal praga da batata-doce, para a qual não se dispõe de métodos de controle eficientes. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento reprodutivo e os sinais associados às interações entre fêmeas e machos. Casais de *E. postfasciatus* ($n= 100$) foram observados e os comportamentos registrados para elaborar um etograma detalhado dos diferentes atos comportamentais e suas transições. A emissão de sinais estridulatórios em contextos de estresse e reprodução foi analisada em 20 e 50 casais, respectivamente, utilizando microfone e acelerômetro piezoelétrico para registrar os componentes acústicos e vibratórios destes sinais. Adicionalmente, a morfologia do aparelho estridulatório foi examinada em 30 indivíduos por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura e estereomicroscópio. Visando identificar sinais químicos envolvidos no comportamento reprodutivo foram realizadas aerações de machos e fêmeas com 10 a 15 dias na fase adulta. A resposta de insetos adultos a voláteis de machos e fêmeas foi estudada em bioensaios de olfactometria. Durante o comportamento reprodutivo, observaram-se variações no tipo de monta realizada pelo macho e nas respostas da fêmea. Nos machos, foram identificados sinais estridulatórios de corte e comportamentos específicos (batimento do dorso da fêmea com as patas) durante a cópula, possivelmente para aumentar a receptividade das fêmeas. As fêmeas não receptivas emitiram um sinal estridulatório que foi caracterizado como de rejeição da cópula. Estes sinais mostraram parâmetros temporais e de espectros de frequência diferentes aos emitidos em situação de estresse. Os insetos mostraram maior atividade reprodutiva entre 9:00 e 12:00 am. Os sinais emitidos em situações de estresse não diferiram entre machos e fêmeas. A estrutura morfológica do aparelho estridulatório seguiu o padrão típico da família Curculionidae,

sem variações entre os sexos. Nas análises cromatográficas dos extratos da aeração dos insetos de cada sexo, foram observados 3 picos específicos nos voláteis emitidos pelas fêmeas. Os bieonsaios em olfatômetro não produziram resultados conclusivos em relação a atração dos adultos para coespecíficos ou para a planta hospedeira. Os resultados deste estudo contribuem para o conhecimento do comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus*, com informações inéditas em relação aos principais atos comportamentais que conduzem à cópula e os sinais estridulatórios envolvidos. Esta informação é relevante para o desenvolvimento de métodos alternativos de controle da praga baseados no manejo comportamental.

Palavras-chave: Bioacústica; Ecologia Química; Broca da batata-doce; Morfologia; Reprodução; Estudo comportamental.

ABSTRACT

**Acoustic and Chemical communication related to reproductive behavior of
Euscepes postfasciatus (Coleoptera: Curculionidae)**

Aluna: Alice Pereira de Freitas

Orientador: Raúl Alberto Laumann

Abstract da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Euscepes postfasciatus (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae) is the main pest of sweet potato, a key crop for which efficient control methods are still lacking. This study aimed to investigate the reproductive behavior and signaling associated with male–female interactions. Couples of *E. postfasciatus* ($n = 100$) were observed, and their behaviors recorded to construct a detailed ethogram describing behavioral acts and transitions. Stridulatory signals emitted in reproductive and stress contexts were analyzed in 50 and 20 couples, respectively, using a microphone and piezoelectric accelerometer to capture both acoustic and vibrational components. Additionally, the morphology of the stridulatory apparatus was examined in 30 individuals using scanning electron microscopy and stereomicroscopy. To identify chemical signals potentially involved in reproductive behavior, headspace collections were performed with 10 to 15 day's old adult males and females. The response of conspecific adults to male and female volatiles was assessed using two-choice olfactometer bioassays. During reproductive interactions, variations were observed in male mounting strategies and female responses. Males exhibited courtship stridulations and specific behaviors (such as rubbing the female's dorsum with the legs) during copulation, possibly to enhance female receptivity. Non-receptive females emitted a rejection stridulation, which differed in temporal and frequency characteristics from those emitted under stress. Reproductive activity peaked between 9:00 and 12:00 a.m. Stress-induced signals did not differ between sexes. The morphology of the stridulatory apparatus followed the typical Curculionidae pattern, with no sexual dimorphism. In the chromatography analyses of the aeration extracts of insects in both sexes, three specific volatile peaks emitted by females were observed. However, olfactometer assays yielded inconclusive results regarding attraction to conspecifics or

host plant volatiles. This study provides novel insights into the reproductive behavior of *E. postfasciatus*, particularly the behavioral sequence leading to copulation and the associated stridulatory signals. These findings are relevant for developing alternative pest control strategies based on behavioral manipulation.

Keywords: Bioacoustics; Chemical Ecology; Sweet potato weevil; Morphology; Reproduction; Behavioral study.

Introdução

Comunicação em animais

Nos seres vivos, a comunicação é fundamental para a sua sobrevivência. A comunicação pode ser definida pelo ato de produção de um sinal por um indivíduo, chamado de sinalizador, este que carrega informação que influencia o comportamento do indivíduo receptor, essa interação gera vantagens adaptativas para ambos os indivíduos (Gillam, 2011; Brumm, 2013; Freeberg e Book, 2017). A informação transmitida consiste em mudanças físico-químicas do ambiente com intensidade superior à do ruído ambiental. A informação pode transmitir a intencionalidade do sinalizador, suas condições fisiológicas e características, assim como fatores externos do ambiente, como uma possível ameaça (Bradbury e Vehrencamp, 2011; Freeberg e Book, 2017). Os emissores originam os sinais a partir de estruturas corporais específicas, movimentos ou emissão de substâncias químicas particulares (Scott-Phillips, 2008).

A definição precisa do conceito de sinal é importante para diferenciá-los das pistas ou estímulos, a partir dos quais os animais podem obter informação do ambiente, mas sem intencionalidade da fonte emissora em transmitir essa informação (Gillam, 2011; Freeberg, 2017). Os sinais evoluem a partir de ritualizações de pistas ou estímulos precursores que sofrem pressão evolutiva para se tornarem mais eficientes tanto na sua transmissão como no conteúdo de informação que carregam. Os sinais podem ser emitidos em diversos contextos comportamentais, tais como territorialidade, defesa, ameaça, para atração de parceiros sexuais, juntamente com os comportamentos de cortejo ou como sinais de agregação. As pistas informam o receptor de condições ambientais, localização de recursos e possíveis perigos (Bradbury e Vehrencamp, 2000; Freeberg, 2021).

Os sinais e pistas podem variar de origens e formas, pois estas são moldadas pela pressão ambiental e contextos sociais. As estruturas corporais, os canais de transmissão (meio pelo qual o sinal se propaga espacialmente) e a função também atuam como modeladores (Maynard-Smith e Harper, 2003; Laidre e Johnstone, 2013).

Sendo assim, existem diferentes modalidades de sinais e pistas que variam em função, alcance e meio de propagação. Os sinais mecânicos se referem aqueles que compreendem toque, estiramento e tensão do corpo, postura, pressão, gravidade, , possuindo funções de

dominância, reprodutiva e informações do ambiente (Matthews e Matthews, 2009; Bradbury e Vehrencamp, 2011; Gullan e Cranston, 2017). Os sinais visuais se referem às formas e cores (pigmentos, mecanismos estruturais de cor e bioluminescência), podendo ser de médio ou curto alcance e propagado pelo ar e água, possuindo funções reprodutivas, de dominância e de alerta (Endler, 1993; Briscoe e Chittka, 2001; Matthews e Matthews, 2009; Gullan e Cranston, 2017). Os sinais eletromagnéticos compreendem as correntes elétricas ou ondas magnéticas, sendo de curto alcance propagado pela água e ar, possuindo funções de repelir predadores e localizar presas (Emde, 2007). Um tipo particular de sinais mecânicos são as ondas de pressão que os animais podem originar em meios fluídos (ar ou água) ou sólidos. Isto diferencia dois tipos de ondas de pressão, os sons (ondas de pressão em meios fluídos) e as vibrações (ondas de pressão em substratos sólidos).

Os sinais acústicos e vibratórios variam em frequência, intensidade e amplitude da onda, estes sinais podem ser utilizados em diversos contextos comportamentais, tais como reprodução, competição, alarme, localização, entre outros (Matthews e Matthews, 2009; Bradbury e Vehrencamp, 2011). Tanto o som quanto as vibrações possuem, nos insetos, funções reprodutivas, de alarme, competição e localização espacial (Virant-Doberlet e Cokl, 2004; Drosopoulos e Claridge, 2006). Os sinais acústicos e vibracionais podem atuar para médias e curtas distâncias, podendo ser utilizados em diversas funções (Buchler et al., 1981).

Os sinais químicos são formados por moléculas individuais ou misturas, voláteis ou não, podem ser propagados pela água e pelo ar, ser de curto ou longo alcance. Os sinais químicos dominam a comunicação em insetos e possuem funções de atração de parceiros sexuais, trilhas, marcação de território e alarme (Endler, 1993; Matthews e Matthews, 2009; Bradbury e Vehrencamp, 2011; Steiger, et al., 2010; Gullan e Cranston, 2017).

Em insetos, o comportamento reprodutivo é mediado por diversos sinais de diferentes tipos. Em geral, os sinais químicos, tais como os feromônios, atuam como sinais de longo e média distância, atraindo parceiros sexuais para a reprodução ou para atrair indivíduos para locais de agrupamento, aumentando também a taxa reprodutiva da população (Ambrogi et al., 2009; Bandeira et al., 2021).

Na família Curculionidae, os feromônios geralmente tem função de agregação, utilizado para atrair ambos os性os e são produzidos pelos machos, em alguns grupos, o

sexo produtor podem ser as fêmeas (Ambrogi et al., 2009; Bandeira et al., 2021). O uso de sinais acústicos e vibracionais originados por estridulação (atraito entre duas partes rígidas do corpo) é comum em Curculionidae, e são utilizados principalmente em dois contextos, defesa ou alarme e reprodução, tanto para atração de parceiros sexuais (Virant-Doberlet e Cokl, 2004) como para corte dos machos e rejeição da cópula pelas fêmeas (Catafesta et al., 2023).

Inseto alvo do estudo

Euscepes postfasciatus (Fairmaire, 1849) (Coleoptera: Curculionidae), comumente conhecido como broca da batata-doce, constitui uma das principais pragas desta cultura, sendo capaz de ocasionar perdas de até 80% da produção (Bourker, 2002). Este inseto, originário da região do Caribe, foi primeiramente descrito como praga na ilha Okinawa-honto do Japão (Hiroyoshi e Moriya, 1999). Trata-se de uma espécie cosmopolita, amplamente distribuída, registrada em diversos países da América Central, Caribe, América do Sul, Japão, Nova Zelândia e Estados Unidos (Jansson e Raman, 1991; Menezes, 2002). No continente americano, é considerado a principal praga da cultura de batata-doce, enquanto na Ásia ocupa a segunda posição em importância, superado apenas por *Cylas formicarius* (Fabricius, 1798) (Coleoptera: Brentidae), a coleobroca. Além da batata-doce, *E. postfasciatus* pode utilizar outras espécies do gênero *Ipomoea* como hospedeiras, incluindo *Ipomoea pentaphylla* (L.) Jacq., *Ipomoea triloba* L. e *Ipomoea reptans* Poir (Alleyne, 1982).

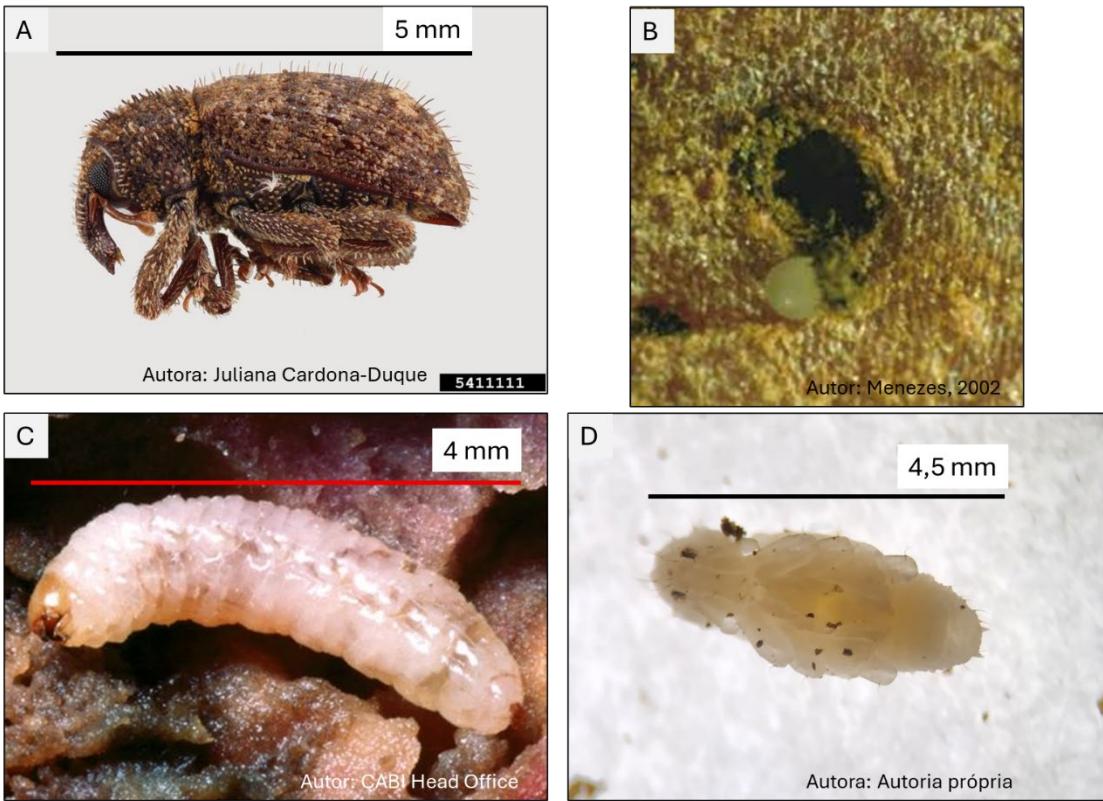


Figura 1. Estágios do ciclo de vida de *Euscepes postfasciatus*. A) Adulto de *Euscepes postfasciatus* em vista lateral, B) Ovo de *Euscepes postfasciatus* junto ao orifício da batata-doce, C) Fase larval de *Euscepes postfasciatus* vista lateral, D) Fase de pupa de *Euscepes postfasciatus* em vista ventral em lupa.

As fases de desenvolvimento de *E. postfasciatus* ocorre exclusivamente no interior da planta e tem duração variável entre 32 e 46 dias. O acasalamento ocorre, geralmente, entre o nono e o décimo segundo dia após a emergência dos adultos, período em que os indivíduos atingem a maturidade sexual (Ayllene, 1982; Jansson e Raman, 1991; Menezes, 2002). Após a cópula, as fêmeas passam por um período de pré-oviposição de aproximadamente três dias, durante o qual rejeitam novas tentativas de cópula (Kumano et al., 2010). Em seguida, inicia-se o período de oviposição, que prossegue continuamente até o final da vida da fêmea. Em média, cada fêmea ovipõe um ovo por dia, podendo, no entanto, depositar mais de 300 ovos ao longo da sua vida. Os ovos são depositados individualmente de forma endofítica, em perfurações realizadas com o rostro nas ramos da batata-doce, na região do colo e, quando possível, nas raízes tuberosas, estas últimas sendo o local preferido de oviposição (Fig 1B). O período de incubação dos ovos varia de sete a dez dias, ao término do qual eclodem as larvas (Fig 1C). As larvas passam por cinco ínstars, com duração larval entre 18 e 24 dias, até atingirem o estágio de pupa. A fase pupal (Fig 1D) dura entre sete e doze dias, apresentando alterações na coloração

conforme a idade (Ayllene, 1982; Jansson e Raman, 1991; Menezes, 2002). O dimorfismo sexual pode ser observado no estágio de pupa: machos apresentam um par de tubérculos oblongos no oitavo esternito abdominal, ausentes nas fêmeas, cujo oitavo esternito é plano e o nono é ligeiramente maior do que o dos machos, além da presença de palpos, que estão ausentes nos machos (Menezes, 2002).

Os adultos são de coloração marrom-escura, medindo entre 3 e 5 mm de comprimento e cerca de 1,6 mm de largura. Possuem rostro recurvado e apresentam pilosidade na região dorsal (Fig 1A). Em condições laboratoriais, a longevidade dos adultos varia de 30 a 288 dias (Ayllene, 1981; Jansson e Raman, 1991; Menezes, 2002).

O modo de colonização de áreas não infestadas por *E. postfasciatus*, considerando sua limitada capacidade de dispersão tanto caminhando (Moriya e Miyatake, 2001) quanto em voo (Alleyne, 1982), ainda não está completamente elucidado. Presume-se que a disseminação ocorra principalmente por meio da propagação de raízes tuberosas infestadas com larvas e pupas, ou pelo transporte inadvertido de adultos. A infestação depende de o solo estar seco e exposto com rachaduras, visto que os adultos não conseguem cavar em profundidade (Kyereko et al., 2019).

Os danos causados por *E. postfasciatus* podem ser diretos ou indiretos, afetando raízes tuberosas, brotos e caules, tanto no campo quanto durante o armazenamento. As injúrias diretas decorrem da alimentação dos adultos, que provocam lesões superficiais nas raízes, e da alimentação das larvas, que formam galerias internas (Fig 2) (Alleyne, 1982; Menezes, 2002; Kumano et al., 2008). Quando essas galerias são formadas nas ramas e no colo da planta, ocorre o rompimento dos vasos condutores, comprometendo a fisiologia da planta e afetando negativamente seu desenvolvimento vegetativo e a tuberização. Já nas raízes tuberosas, além do dano físico, ocorre a liberação de metabólitos secundários (compostos terpenoides) pela planta como resposta ao ataque, o que confere às batatas odor desagradável e sabor amargo (Satô et al., 1978; Seow-Mun e Min-Yang, 2015).



Figura 2. Representação dos danos causados em diferentes fases do ciclo de *E. postfasciatus*. A) Batata-doce com injúrias externas causadas por adultos de *E. postfasciatus*. B) Batata-doce com galerias causadas pelas larvas de *E. postfasciatus*, batata-doce retirada da criação dos adultos.

Os danos indiretos são resultantes das lesões causadas pelos adultos durante a alimentação e oviposição, bem como pelos orifícios de saída dos adultos. Tais aberturas funcionam como portas de entrada para fitopatógenos, como fungos e bactérias, predispondo a planta a diversas doenças. Altas infestações de *E. postfasciatus*, associadas à presença de microrganismos patogênicos, podem resultar na perda de ramos, comprometimento das raízes tuberosas e até a morte da planta (Menezes, 2002; Johnsson e Gurr, 2016).

No Brasil, esta praga foi identificada em Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Santo et al., 2021).

A ecologia de infestação de *Euscepes postfasciatus* está fortemente relacionada à preferência por determinadas cultivares de batata-doce, influenciando diretamente seu comportamento de oviposição, desenvolvimento larval e intensidade dos danos às plantas. A performance reprodutiva das fêmeas e o desenvolvimento das larvas variam de acordo com a espécie hospedeira, por exemplo *Ipomoea indica* estimula maior oviposição e acelera o desenvolvimento das larvas, enquanto outras, como *I. pescaprae*, embora inicialmente menos atrativas, resultam em maior biomassa total da prole. Ensaios com diferentes cultivares de batata-doce reforçam esse padrão, evidenciando que raízes e ramos de cultivares como Granfina e UFRPE são altamente atrativas e suscetíveis à broca, sendo intensamente atacadas e preferidas tanto para alimentação quanto para oviposição.

Em contraste, cultivares como Lagartixa e Bom Nome demonstraram menor atratividade e suscetibilidade, sugerindo resistência parcial à infestação (Wanderley et al., 2004; Tsurui-Sato et al., 2018). Essas variações no comportamento do inseto em relação às cultivares oferecem oportunidades valiosas para o manejo integrado da praga, permitindo a adoção de estratégias como a escolha de cultivares menos preferidas ou a utilização de plantas atrativas como “armadilhas vivas” (*trap crops*) em sistemas de plantio consorciado, desde que criteriosamente planejadas em termos de proporção e disposição espacial (Ichinose et al., 2019). Assim, compreender a interação entre a biologia de *E. postfasciatus* e as características das cultivares pode ser crucial para mitigar os danos econômicos causados por essa praga na cultura da batata-doce.

Existem métodos para controlar as populações de *E. postfasciatus*, porém nenhum deles é totalmente eficaz. No Japão, o método de liberação de machos estéreis, juntamente com uma política rigorosa de tráfego de raízes tuberosas saudáveis, foi instaurado nas ilhas principais (Kumano, 2014; Kumano e Tsurui, 2018). Esta estratégia foi bem-sucedida, porém é considerada inviável em um país continental como o Brasil. No Brasil, os produtores de batata-doce realizam algumas práticas culturais, tais como rotação de cultura, seleção de tubérculos sadios para plantio, produção de ramos em viveiros, eliminação dos restos de culturas, plantio de variedades resistentes e irrigação frequente (Menezes, 2002). Estes métodos conseguem mitigar o impacto da praga, mas, frequentemente, não são suficientes para um controle populacional eficaz com consequente redução de danos.

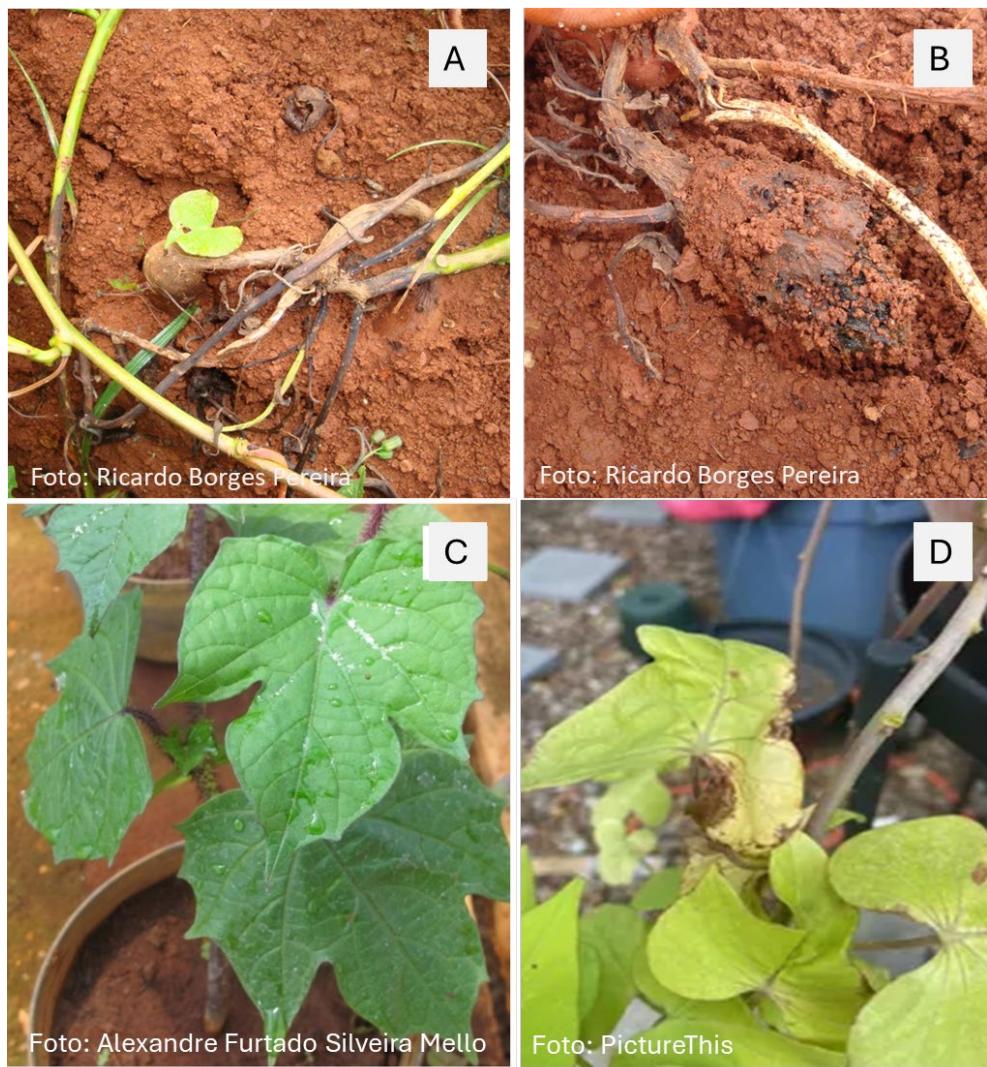


Figura 3. Sintomas de doenças em plantas de Batata-doce. A) Sintomas da podridão do pé em plantas de batata-doce. B) Lesões necróticas nas hastes acima da região do coletor das plantas que se estendem até as raízes causando a podridão. C) Plantas de batata-doce com clorose localizada após 30 dias de exposição a vírus da família Geminiviridae. D) Plantas de batata-doce com amarelecimento generalizado.

A batata-doce é um importante produto agrícola a nível mundial. Em 2023, a produção global de batata-doce chegou a aproximadamente 93,5 milhões de toneladas métricas, (STATISTA, 2025). Em 2021, a República Popular da China foi o maior produtor de batata-doce do mundo, com produção de 47 milhões de toneladas (STATISTA, 2025). No Brasil, em 2017, foram produzidas 350 mil toneladas, o maior produtor é o estado de São Paulo seguido do Rio Grande do Sul (IBGE, 2017). Desta forma, o controle e a contenção da praga são de grande importância mundial para reduzir as perdas e os impactos econômicos frutos do ataque da praga.

No Brasil o conhecimento das características bioecológicas de *E. postfasciatus* ainda são escassos pelo que é relevante estudar com maior profundidade aspectos fundamentais da biologia, ecologia e comportamento do inseto. Estes conhecimentos podem auxiliar para o desenvolvimento de medidas sustentáveis para o manejo da praga.

Objetivo Geral

Caracterizar o comportamento reprodutivo de *Euscepes postfasciatus* e os sinais estridulatórios e químicos envolvidos na comunicação entre machos e fêmeas nessa etapa.

Objetivos Específicos

Identificar os principais atos comportamentais desenvolvidos nas etapas de pre-cópula e cópula por fêmeas e machos de *E. postfasciatus*.

Caracterizar os sinais estridulatórios emitidos pelos insetos em situações de estresse e reprodução, determinar a influência dos sinais estridulatórios nas interações entre os indivíduos e caracterizar o aparelho estridulatório.

Avaliar a resposta comportamental de machos e fêmeas a voláteis produzidos por coespecíficos e pela sua planta hospedeira.

Avaliar a produção de voláteis liberados por machos e fêmeas da espécie.

Referências Bibliográficas

Alleyne, E. H. (1982) Studies on the biology and behavior of the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae). **Caribbean food crops Society**, 18: 236 – 243. DOI: [10.22004/ag.econ.262964](https://doi.org/10.22004/ag.econ.262964)

Ambrogi, B.C.; Vidal, D.M.; Zarbin, P.H.G. (2009) Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, 32 (8): 2151-2158. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000800029>

Bandeira, P.T.; Fávaro, C.F.; Francke, W.; Bergmann, J.; Zarbin, P.H.G. (2021) Aggregation Pheromones of Weevils (Coleoptera: Curculionidae): Advances in the Identification and Potential Uses in Semiochemical-Based Pest Management Strategies. **Journal of Chemical Ecology**, 47: 968–986. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-021-01319-1>

Bourke, M. (2002). Sweet potato in Papua New Guinea. **Unpublished. Department of Human Geography.** ANU.

Bradbury, J. W.; Vehrencamp, S. L (2011) **Principles of Animal Communication.** 2. ed. Sunderland, Massachusetts, Eua: Sinauer Associates. 768 p.

Bradbury, J. W.; Vehrencamp, S. L. (2000) Economic models of animal communication. **Animal Behaviour**, 59(2): 259-268. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/anbe.1999.1330>

Briscoe, A D.; Chittka, L. (2001) The Evolution of Color Vision in Insects. **Annual Review of Entomology**, 46(1): 471-510. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.11.003>

Brumm, H. (2013) Animal Communication and Noise, **Springer-Verlag** Berlin Heidelberg. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41494-7>

Buchler, E.R.; Wright, T.B.; Brown, E.D. (1981) On the functions os stridulation by the passalid beetle *Odontotaenius disjunctus* (Coleoptera: Passalidae). **Animal Behavior**, 29: 483-486. DOI: [10.1016/S0003-3472\(81\)80108-X](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(81)80108-X)

Catafesta, G.; Blassoli-Moraes, M.C.; Borges, M.; Gomes, A.C.M.M.; Silva, A.C.; Ricalde, M.P.; Laumann, R.A. (2023) Reproductive Behavior and Stridulatory Communication in *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae: Cryptorhynchinae), **Journal of Insect Behavior**, 36 (4): 290-307. DOI: [10.1007/s10905-023-09842-7](https://doi.org/10.1007/s10905-023-09842-7)

Drosopoulos, S; Claridge, M. F (2006) (ed.). **Insect Sounds and Communication: Physiology, Behaviour, Ecology, and Evolution.** Boca Raton, Fl: Crc Press, 532 p. (Contemporary Topics in Entomology). DOI: [10.1603/008.102.0420](https://doi.org/10.1603/008.102.0420)

Embrapa Hortaliças (2021) Sistema de Produção de Batata-Doce. **Sistema de Produção Embrapa**, 9 ISSN 1678-880X 9

Emde, G von D. (2007) Biomimetic sensors: active electrolocation of weakly electric fish as a model for active sensing in technical systems. **Journal Of Bionic Engineering**, 4(2): 85-90. Springer Science and Business Media LLC. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1672-6529\(07\)60018-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1672-6529(07)60018-3)

Endler, J. A. (1993) Some general comments on the evolution and design of animal communication systems. **Philosophical Transactions of The Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, 340(1292): 215-225. The Royal Society. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.1993.0060>

Freeberg, T. M; Book, D L; Jung, H; Kyle, S. C. (2021) Communication, Cues, and Signals. **Encyclopedia Of Evolutionary Psychological Science**, p. 1206- 1214. Springer International Publishing. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19650-3_2728.

Freeberg, T.M.; Book, D.L.; Jung, H.; Kyle, S.C. (2017) Communication, Cues, and Signals. **Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science**, p. 1-10. DOI: 10.1007/978-3-319-16999-6_2728-1.

Gillam, E. (2011) An Introduction to Animal Communication. **Nature Education Knowledge**, 3(10) 10.

Gullan, P. S; Craston, P. S. (2017) **Insetos: Fundamentos da entomologia**. 5. ed. [S.L]: Roca, 460 p.

Hiroyoshi, S.; Moriya, S. (1999) Effects of Aging and Temperature on the Male's Reproductive Development of the West Indian Sweetpotato Weevil, *Euscepes posofasciatus* (Fairmaire) Coleoptera: Curculionidae. **Entomological Science**, 2(2): 165-171.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de Batata-doce. Censo Agropecuário: Valor da produção, Quantidade produzida, Estabelecimentos, Maior produtor de 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata-doce/br> Acesso em: 26/05/2025

Ichinose, K.; Reddy, G.V.P.; Shrestha, G.; Sharma, A.; Okada, Y.; Yoshida, M.; Sakai, T. (2019) Interplanting Different Varieties of a Sweet Potato Crop to Reduce Damage by Oligophagous Insect Pests. **Annals of the Entomological Society of America**, 112(4): 1-7. DOI: 10.1093/aesa/say058

Jansson, R.K.; Raman, K.V. (1991) Sweet Potato Pest Management. A Global Perspective. **Westview Press**, Boulder, 1 ED, p. 458, ISBN 81-204-0635-4. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429308109>

Johnsson, A.C.; Gurr, G.M. (2016) Invertebrate pests and diseases of sweetpotato (*Ipomoea batatas*): a review and identification of research priorities for smallholder production. **Annals of Applied Biology**, 168: 291–320. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12265>

Kumano, N. (2014) Recent Advances in the Study on Sterile Technique for the West Indian Sweet Potato Weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, 53(3): 217–236. DOI: [10.1303/jjaez.2014.217](https://doi.org/10.1303/jjaez.2014.217)

Kumano, N.; Haraguchi, D.; Kohama, T. (2008) Effect of irradiation on mating performance and mating ability in the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 127: 229 – 236. DOI: [10.1111/j.1570-7458.2008.00706.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00706.x)

Kumano, N.; Kuriwada, T.; Shiromoto, K.; Haraguchi, D.; Kohama, T. (2010) Effect of body size and sex ratio on male alternative mating tactics of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 135: 154–161. DOI: [10.1111/j.1570-7458.2010.00975.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.00975.x)

Kumano, N.; Tsurui, K. (2018) Effects of X-ray irradiation on male sperm transfer ability and fertility in the sweetpotato weevils *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera:Curculionidae) and *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). **Applied Entomology and Zoology**. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13355-018-0578-4>

Kyereko, W.T.; Hongbo, Z.; Amoanimaa-Dede, H.; Meiwei, G.; Yeboah, A. (2019) The Major Sweet Potato Weevils; Management and Control: A Review. **Entomol Ornithol Herpetol**, 8(1;218): 1-9.

Laidre, M. E.; Johnstone, R. A. (2013) Animal signals. **Current Biology**, 23(18): 829-833. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.07.070>

Matthews, R W; Matthews, J R. (2009) Visual Communication. **Insect Behavior**, [S.L.], p. 261-290. Springer Netherlands. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-2389-6_7

Maynard-Smith, J.; Harper, D. (2003) **The evolution of signal form**. In: Animal signals. Capítulo 5, Novembro. DOI: [10.1093/oso/9780198526841.003.0005](https://doi.org/10.1093/oso/9780198526841.003.0005)

Menezes, A.E.L. (2002) Broca da Batata-doce (*Euscepes postfasciatus*): Descrição, Bionomia e Controle. Embrapa Agrobiologia. Seropédica (RJ), **Circular técnica 6**, p. 12. DOI: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/623294/1/cit006.pdf>

Moriya, S.; Miyatake, T. (2001) Eradication Programs of Two Sweetpotato Pests, *Cylas formicarius* and *Euscepes postfasciatus*, in Japan with Special Reference to their Dispersal Ability. **Japan Agricultural Research Quarterly JARQ**, 3(4): 227-234. DOI: [10.6090/jarq.35.227](https://doi.org/10.6090/jarq.35.227)

Santos, M.M.; Cabral, M.J.S.; Júnior, W.F.; Silva, I.M.; Costa, M.R.; Soares, M.A. (2021) Occurrence of *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae) in *Ipomoea batatas* in Diamantina, Minas Gerais, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, (88): 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000182020>

Satô, K.; Uritani, I.; Saito, T.; Honda, H. (1978) Factor Causing Terpene Induction in Sweet Potato Roots Extracted from the West Indian Sweet Potato Weevil, *Euscespes postfasciatus*, (Coleoptera: Curculionidae). **Applied Entomological and Zoology**, 12(3): 227-228.

Scott-Phillips, T. C. (2008) Defining biological communication. **Journal Of Evolutionary Biology**, 21(2): 387-395, Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01497.x>

Seow-Mun, H.; Min-Yang, L. (2015) An Insight into Sweet Potato Weevils Management: A Review. **Psyche**, 2015, Article ID 849560: 11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/849560>

STATISTA: Produção mundial de batata-doce de 2010 a 2023. 14 de fevereiro de 2025. Disponível em: [https://www-statista-com.translate.goog/statistics/812343/global-sweet-potato-production/?_sso_cookie_checker=failed&x_tr_sl=en&x_tr_tl=pt&x_tr_hl=pt&x_tr_pto=sge#:~:text=Esta%20estat%C3%ADstica%20mostra%20o%20volume,em%20ela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior](https://www-statista-com.translate.goog/statistics/812343/global-sweet-potato-production/?_sso_cookie_checker=failed&x_tr_sl=en&x_tr_tl=pt&x_tr_hl=pt&x_tr_pto=sge#:~:text=Esta%20estat%C3%ADstica%20mostra%20o%20volume,em%20ela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior. Acesso em: 26/05/2025). Acesso em: 26/05/2025

Steiger, S; Schmitt, T; Schaefer, H. M. (2010) The origin and dynamic evolution of chemical information transfer. **Proceedings Of The Royal Society B: Biological**

Sciences, 278(1708): 970-979, 22, The Royal Society. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2010.2285>

Tsurui-Sato, K.; Kumano, N.; Honma, A.; Matsuyama, T.; Haraguchi, D.; Teruya, K.; Toyosato, T.; Tatsuta, H. (2018) Host plants influence female oviposition and larval performance in West Indian sweet potato weevils *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Applied Entomology and Zoology**, (53):107–115. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13355-017-0535-7>

Virant-Doberlet, M; Cokl, A. (2004) Vibrational communication in insects. **Neotropical Entomology**, 33(2): 121-134, Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2004000200001>

Wanderley, P.A.; Júnior, A.L.B.; Wanderley, M.J.A. (2004) Resistência de Cultivares de Batata-Doce a *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology** 33(3):371-377

Capítulo 1

Comportamento reprodutivo e comunicação estridulatória em *E. postfasciatus*: atos comportamentais, sinais envolvidos e características morfológicas do aparelho estridulatório

Introdução

Comportamento reprodutivo

Nos animais, o acasalamento e a cópula consistem em uma sucessão de eventos que finalizam com a inseminação da fêmea. Para isso, a maioria dos animais realizam ações para que a reprodução seja bem-sucedida, estes atos comportamentais caracterizam o comportamento reprodutivo (Matthews e Matthews, 2009). O comportamento reprodutivo envolve diferentes etapas que vão desde a formação do casal, a corte, a cópula até a separação do casal e, em muitos casos, comportamentos pós-copulatórios. Cada uma destas etapas envolve comunicação com sinais de longo, médio e curto alcance, como sinais químicos (feromônio sexuais e hidrocarbonetos de contato), sinais acústicos ou vibratórios e de contato, como os táteis (Souza, 2006; Matthews e Matthews, 2009; Isa et al., 2019).

Em Curculionidae, a sequência de corte e acasalamento se classificam em três etapas, pré-cópula, cópula e pós-cópula. A pré-cópula consiste na movimentação dos machos e fêmeas de forma aleatória ou, em alguns casos, os machos seguindo as fêmeas. Em seguida, o macho se orienta em direção à fêmea para realizar o contato físico, que pode incluir troca de estímulos táteis, como movimentos das antenas e toque do rostro (Martins, et al., 2013; Isa et al., 2019; Catafesta et al., 2023). A corte é composta por comportamentos realizados principalmente pelos machos, incluindo estímulos visuais, táteis, químicos e acústicos que desencadeiam respostas específicas na fêmea (Wojcik, 1969; Souza, 2006; Barreto-Triana, 2009; Silva, 2009). Esses comportamentos podem auxiliar a fêmea a avaliar o vigor e a competitividade do macho, embora, em algumas espécies, a cópula possa ocorrer diretamente sem a corte (Viana e Viela, 1996; Barreto et al., 1999).

Após estes comportamentos, o macho inicia a monta na fêmea, que pode realizar-se de diversas maneiras, como subir na fêmea pela frente, lateral ou por trás, girando o corpo até adotar a posição de cópula (Wojcik, 1969; Barreto et al., 1999; Mutis et al., 2009) ou montando diretamente pelas costas adotando a posição de cópula (Kaakeh, 1998; Isa et al., 2019). Durante a monta, se relatam movimentos como elevação dos élitros, extensão e posterior retração lenta das asas membranosas (Valentine, 1973), bater de pernas, antenas ou rostro sobre o corpo do parceiro (Wojcik, 1969; Walgenbach e Burkholde,

1987; Kaakeh, 1998; Mutis et al., 2009) associados a reconhecimento dos indivíduos ou aceitação da cópula.

Ao alcançar a posição adequada para a cópula, o macho posiciona o par de patas protorácticas sobre o dorso da fêmea, na região mediana dos élitros, as patas mesotorácticas agarram as laterais do abdome, enquanto as metatorácticas se apoiam próximas à extremidade dos élitros e ao último segmento abdominal, permitindo sua fixação e a imobilização da fêmea (Barreto et al., 1999; Kaakeh, 1998; Martins et al., 2013).

Finalizado a fase pré-cópula, caso a fêmea aceite copular com o macho, inicia-se a cópula. Nesta fase as fêmeas receptivas se mantêm imóveis para o macho introduzir o edeago na bolsa copulatória e iniciar a inseminação (Hardy et al., 2007; Mutis et al., 2009). Caso a fêmea rejeite a cópula, esta geralmente caminha rapidamente para tentar retirar o macho do seu dorso e, em alguns casos, pode realizar movimentos laterais e bruscos do corpo (Wojcik, 1969; Kaakeh, 1998; Hardy et al., 2007), estes movimentos podem estar acompanhados de estridulações por parte da fêmea (Claridge, 1968, Martins et al., 2013).

Ao iniciar a cópula, muitas espécies realizam comportamentos para aumentar a receptividade da fêmea ao início ou durante a cópula (Wojcik, 1969; Eberhard, 1991). O tempo de duração da cópula é bastante variado, podendo durar poucos minutos (Kaakeh, 1998; Viana e Vilela, 1996) ou até várias horas (Carbone e Rivera, 1998; Catafesta et al., 2023). A cópula pode ocorrer em diversos horários do dia, durante a fotofase, a escotofase ou em qualquer momento do dia (Walgenbach e Burkholder, 1987; Martins et al., 2013).

Finalizada a cópula, é comum os machos apresentarem comportamentos pós-cópula, tais como permanecer em contato ou ao lado da fêmea para evitar cópulas com outros machos, reduzindo a competição espermática (Arnqvist, 1988; Viana e Vilela, 1996; Maisin et al. 1997; Barreto et al., 1999), realizar novas tentativas ou se separar por completo (Kaakeh, 1998; Sato e Kohama, 2007).

Comunicação com sinais acústicos e estridulatórios

A comunicação animal, envolve a transmissão de sinais de uma fonte emissora a um receptor, podendo ser sinais químicos, mecânicos ou visuais, emitidos por diferentes canais (Bradbury e Vehrencamp, 2011). Nos insetos, entre os tipos de sinais mecânicos se destacam os produzidos por ondas de pressão: sinais acústicos, transmitidos pelo ar ou

água, e sinais vibratórios, transmitidos por substratos sólidos como ondas de superfície (Bradbury e Vehrencamp, 2011).

Os sinais acústicos e vibratórios podem ser caracterizados com base em parâmetros temporais e dos espectros de frequência. Em insetos, muitos desses sinais possuem parâmetros espécie-específicos e são fundamentais para localização, reconhecimento, acasalamento e alarme (Drosopoulos e Claridge, 2006; Brumm, 2014).

Em Insecta, a produção de som é bem caracterizada. Existem vários mecanismos para produção de som como a vibração corporal, a percussão, a estridulação, a tremulação, expulsão de ar, mecanismo de clique e timbalização (Fig. 4; Fig. 5). Cada um destes tipos produz sinais característicos em relação aos espectros de frequência e estrutura temporal (Fig. 4). A comunicação com sinais estridulatórios, característica de Curculionidae, é realizada através da fricção de duas partes rígidas do corpo, com movimentos ascendentes e descendentes ou laterais (Čokl e Virant-Doberlet 2003; Virant-Doberlet e Čokl, 2004).

Em Curculionidae, os órgãos estridulatórios estão formados por duas estruturas, o *parsestridens* que apresenta múltiplas cristas paralelas dispostas como uma lima, e o *plectrum* que possui uma estrutura semelhante a dentículos, responsável por raspar a primeira (Lyal e King, 1996; Drosopoulos e Claridge, 2005). Estas estruturas podem estar localizadas nas patas, cabeça, tergos, esternos ou asas dos insetos, permitindo diferentes combinações funcionais no aparelho estridulatório, como entre asas e patas, asas e tórax, cabeça e tórax, ou tórax e abdome (Fig. 6) (Virant-Doberlet e Čokl, 2004; Low, 2021).

O comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus* está descrito parcialmente com descrição de alguns aspectos dos comportamentos de pré-cópula e cópula e caracterização de um comportamento pós-cópula para avaliar a receptividade da fêmea a novas cópulas (Sato e Kohama, 2007; Kumano et al. 2009; Kumano et al. 2008; Isa et al. 2019). No entanto, ainda não existe uma descrição completa e detalhada de todos os comportamentos reprodutivos desta espécie.

A comunicação por estridulações de *E. postfasciatus* foi descrita anteriormente por Yasuda e Tokuzato (1999). Os autores descrevem três sinais distintos, o sinal de perturbação do macho e da fêmea, e o sinal de corte do macho durante a reprodução. No entanto essa descrição é parcial e baseada num número pequeno de indivíduos

observados. Adicionalmente, no estudo mencionado, a relação entre a emissão de sinais estridulatórios e os comportamentos relacionados não foi claramente estabelecida.

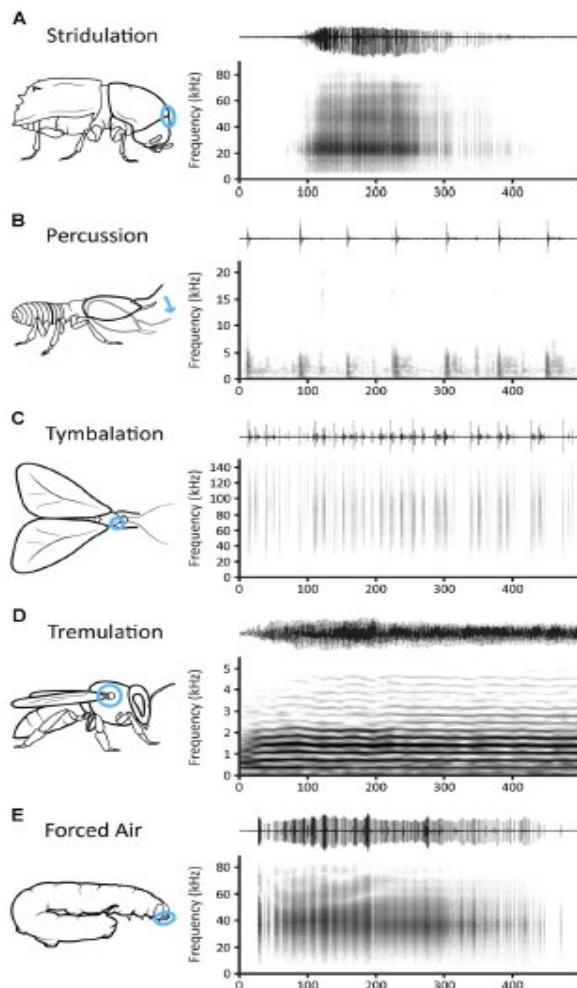


Figura 4. Os cinco tipos de mecanismos que os insetos utilizam para produzir sons, ilustrados com exemplos de cinco famílias de insetos. Círculos azuis indicam a localização do mecanismo de produção sonora em cada exemplo selecionado. As formas de onda ou oscilogramas e os espectrogramas (gráficos mostrando os espectros de frequência e a intensidade de cada faixa de frequência representada pela intensidade da cor preta) correspondentes mostram 500 ms de som de cada espécie. (A) Estridulação: um único pulso produzido por um besouro da casca *Ips pini*. Os pulsos são gerados por um mecanismo de lima e raspador localizado entre a cabeça e o pronoto. (B) Percussão: uma série de sinais de golpes no substrato com a cabeça produzidos por um cupim *Macrotermes natalensis*. (C) Timbalização: uma série de estalidos produzidos por uma mariposa *Eubaphe unicolor*. Os estalidos são gerados por um par de timbales, um localizado em cada lado do protórax. (D) Tremulação: um sinal produzido por abelhas *Apis florea*. Os sons são produzidos ao chacoalhar o corpo utilizando os músculos de voo. (E) Ar forçado: uma vocalização única produzida por uma lagarta *Amphion floridensis*. As vocalizações são geradas pelo fluxo de ar proveniente do canal alimentar. Fonte: Low et al., 2021.

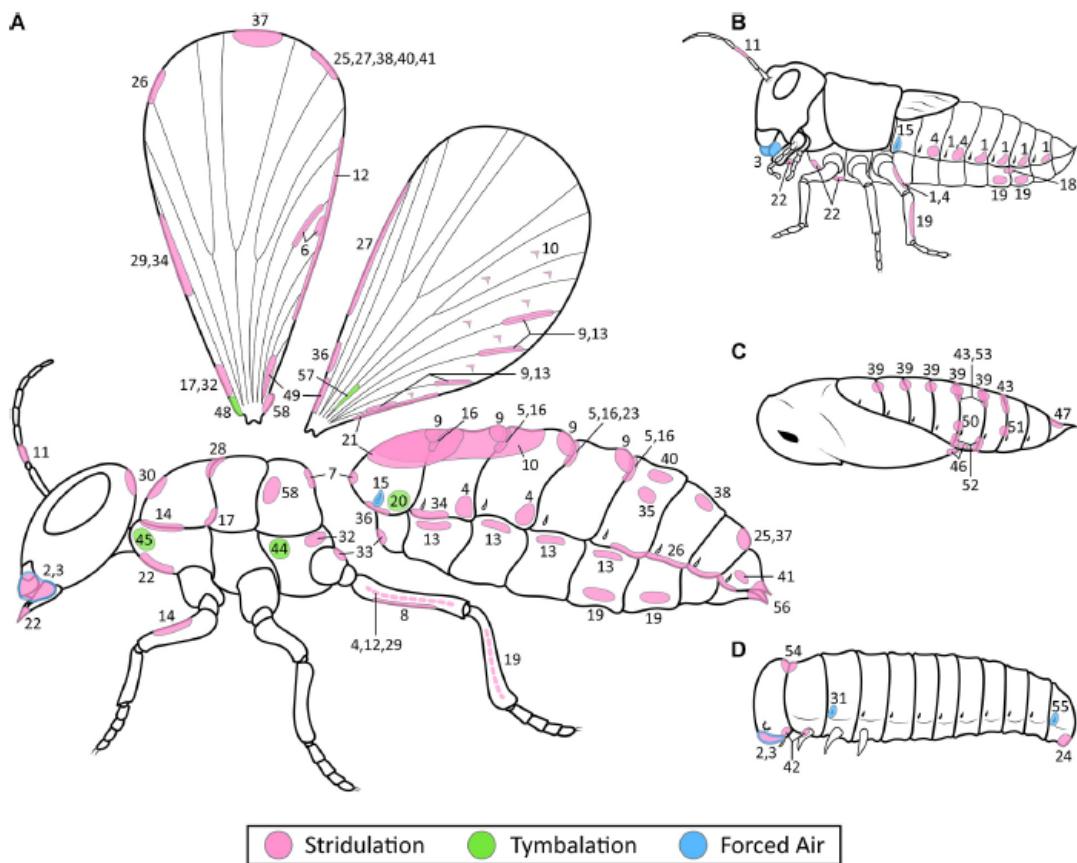


Figura 5. Localização dos mecanismos de estridulação, timbalização e ar forçado utilizados para a produção de sons de defesa em insetos adultos e juvenis. Percussão e tremulação foram excluídas, pois geralmente empregam partes do corpo não diferenciadas. Cada número representa uma posição, onde um mecanismo de produção sonora foi registrado na literatura. A) Inseto adulto genérico. B) Ninfa genérica. C) Pupa genérica. D) Larva genérica. Os mecanismos por ordem de insetos são os seguintes: 1: Odonata. 2–3: Orthoptera e Lepidoptera. 4–10: Orthoptera. 11: Phasmatodea. 12–14: Mantodea. 15–18: Blattodea. 19–22: Hemiptera. 23–24: Hymenoptera. 25–41: Coleoptera. 42: Trichoptera. 43–57: Lepidoptera. 58: Mecoptera. Mecanismos de timbalização (números 20, 44, 45, 48 e 57) estão em verde. Mecanismos de ar forçado (números 3, 15, 31 e 55) estão em azul. Mecanismos de estridulação (todos os demais números) estão em rosa. Em mecanismos estridulatórios que envolvem duas partes em atrito, ambas as partes recebem o mesmo número. Uma linha pontilhada representa um mecanismo localizado na superfície interna daquele apêndice. Note-se que os números 8 e 35 não possuem uma localização correspondente marcada nas asas, pois a asa inteira é utilizada nesses mecanismos. Fonte: Low et al., 2021.

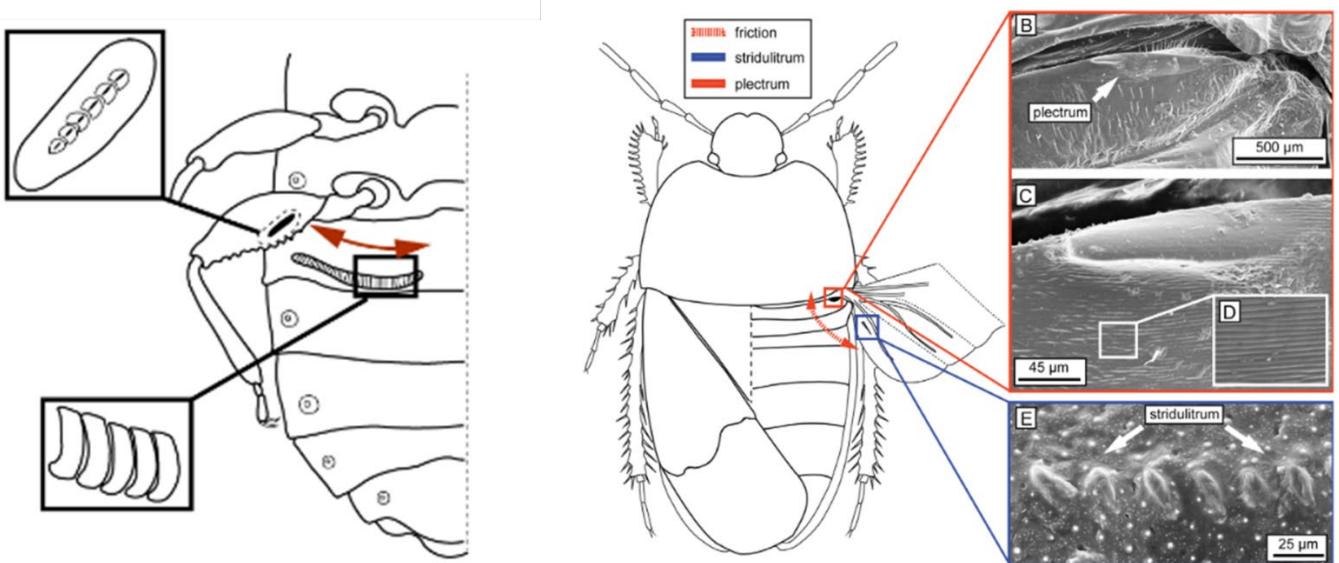


Figura 6. Exemplo de aparelhos estridulatórios de insetos localizados em diferentes partes do corpo. A) aparelho estridulatório abdome-pata no gênero *Pictinus* (Coleoptera: Aradidae), onde o *plectrum* (detalhe superior) bate contra um *pars stridens* imóvel (detalhe inferior; direção do movimento representada na seta vermelha) (adaptado de Usinger e Matsuda, 1959). B) aparelho estridulatório do percevejo escavador *Cydnus aterrimus* (Forster) (Heteroptera: Cydnidae). Vista dorsal do inseto, mostrando a localização do aparelho estridulatório, abdome-asa. O *plectrum* está no primeiro segmento abdominal (em vermelho) e bate contra o *pars stridens*, que está localizado na superfície ventral da asa posterior (em azul). Fonte: Davranoglou et al, 2023.

Portanto, o conhecimento do comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus* e dos sinais envolvidos nas etapas de acasalamento e cópula, além de fornecer informações básicas para a espécie, poderia contribuir para desenvolver ferramentas de manejo e controle da espécie.

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus*, caracterizando os atos comportamentais durante todas as etapas da reprodução, a possível influência de sinais estridulatórios nesse processo e a caracterização anatômica do aparelho estridulatório para relacioná-la com a dinâmica de produção das estridulações.

Material e métodos

Criação dos insetos

Os insetos foram coletados em campo, em áreas de produção de batata doce orgânica com histórico de infestação e nos períodos de maior ocorrência do inseto (período chuvoso, novembro a abril). Os insetos foram mantidos em ciclo de luz invertido, sob regime de 12E:12L, (fotofase entre 18:00 e 6:00 h), temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 2\%$, em laboratório da EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. Os insetos foram mantidos em gaiolas retangulares de 30,5 x 42,5 x 14,5 cm, com o fundo coberto com areia esterilizada a 70°C , a tampa foi recortada para colocar uma tela anti-afídio para circulação do ar (tamanho de 24,5 x 17 cm) (Fig 7B). Como fonte de alimento e oviposição foram oferecidos tubérculos de batata-doce oriundos de produção orgânica e higienizados com sabão neutro ou água sanitária diluída em água.

Após 15 dias do alimento ser oferecido, a batata-doce presente na gaiola de criação foi retirada e armazenada em uma gaiola de plástico de 24 x 40 x 12 cm com areia esterilizada a 70°C para o desenvolvimento das larvas e pupas. Após 35 dias das batatas serem infestadas, as pupas foram retiradas e mantidas em placas de Petri (Fig 7D). O monitoramento diário das pupas permitiu identificar a emergência dos adultos e assim controlar a idade dos indivíduos. Este procedimento foi necessário, visto que, para realização dos bioensaios comportamentais e de reprodução, foram utilizados insetos virgens e com idade conhecida.

Com estes procedimentos, foi estabelecida uma colônia de laboratório. Os adultos produzidos foram mantidos separados por sexo para realização dos experimentos. O dimorfismo sexual nos adultos é pouco evidente, sendo observável apenas mediante exame do metaesterno. Além disso, quando manipulados, os adultos exibem comportamento de tanatose, retraindo as pernas, o que dificulta ainda mais a identificação do sexo. Por este motivo, para realizar a separação de sexos dos insetos, foram utilizadas as características morfológicas de dimorfismo sexual das pupas segundo Menezes (2002) (Fig 8). Para confirmar a acurácia do método de sexagem dos insetos, foram realizadas dissecções de insetos, previamente sexados e escolhidos aleatoriamente, para visualização das gônadas.

Local dos experimentos

Os experimentos para observação do comportamento reprodutivo e registro dos sinais acústicos de *E. postfasciatus* foram realizados em uma sala adaptada especialmente para estudos de bioacústica de insetos. A sala possui paredes revestidas com espuma de poliuretano e piso com carpete, ambos para isolamento acústico. Os sinais sonoros emitidos pelos insetos foram registrados sobre uma mesa de trabalho adaptada para reduzir vibrações. Para isto, sobre uma mesa de aço com tampo de madeira (72 x 120 cm), apoiada em um carpete de borracha, foram distribuídas 4 câmaras de ar cheias (3,5-8) e sobre elas apoiada uma pedra de granito de 4 cm de espessura com as mesmas dimensões da mesa.

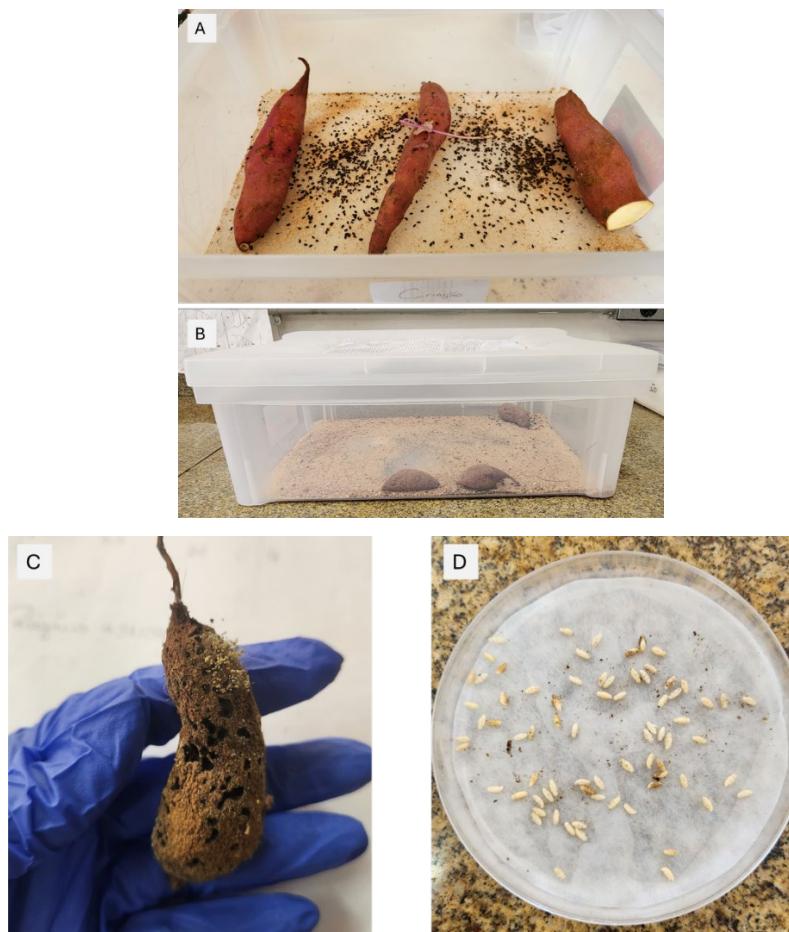


Figura 7. Aspectos da criação de *E. postfasciatus*. A) Gaiolas de adultos de *E. postfasciatus*, com tubérculos de batata-doce de produção orgânica oferecidas como fonte de alimento e de oviposição. B) Gaiolas de batatas-doces para serem retiradas as pupas. C) Batata-doce em estágio de decomposição no momento de retirada das pupas. D) Placa de Petri com papel filtro umedecido para criação das pupas. Fonte: Autor, 2025.

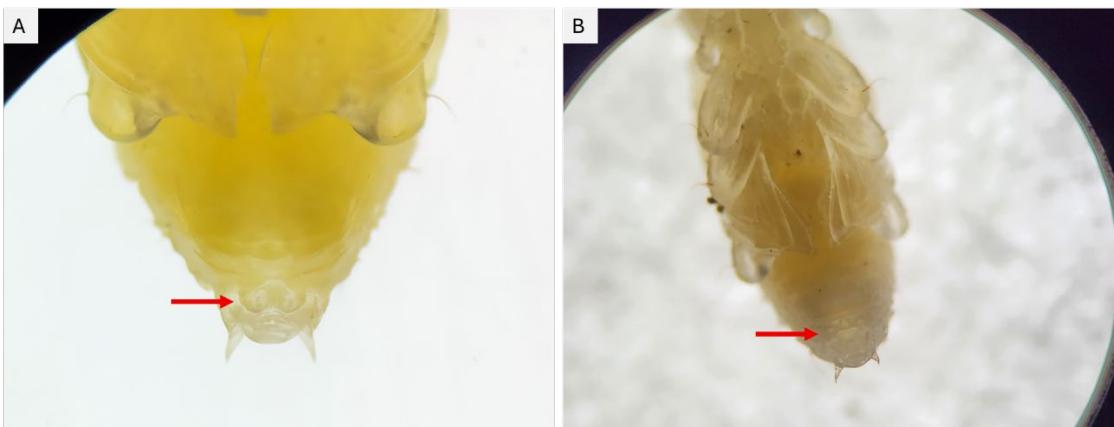


Figura 8. Diferença morfológica de pupas de *E. postfasciatus*. A) Palpos presentes na extremidade distal do abdome de pupas de fêmeas de *E. postfasciatus*. B) Extremidade distal do abdome das pupas de machos de *E. postfasciatus*. Setas vermelhas representam a presença e a ausências dos palpos, respectivamente, para sexagem das pupas.

Comportamento reprodutivo

Para descrever o comportamento reprodutivo foram formados casais (1 macho e 1 fêmea), mantidos em forma individual, em placas de Petri de vidro de 9 cm de diâmetro. Os insetos de cada casal foram postos em lados opostos de uma placa de Petri. Cada experimento consistiu em 10 placas de Petri para observação simultânea, durante um intervalo de 1 h. Os testes foram realizados tanto no período da manhã, entre 10 e 12 am, quanto a tarde, entre 13 e 15 pm que corresponde aos horários da escotofase. O experimento foi repetido durante 10 dias consecutivos com um total de 100 casais observados. Comportamentos que apresentaram baixa frequência observada foram considerados accidentais e não foram incluídos na análise.

Para determinar o horário de maior ocorrência de cópula, dez placas de Petri, com 1 casal cada, foram observadas ao longo do dia, verificando a ocorrência de cópula, caracterizada pelo encontro do casal e permanência da postura reprodutiva (Fig 9). Os experimentos foram realizados em intervalos de 3 horas incluindo todos os períodos do dia (24 h) considerando o mesmo fotoperíodo no qual os insetos foram criados com fotofase entre 18:00 e 6:00 h e escotofase entre 6:00 e 18:00 h. Para permitir as observações dos insetos durante a fotofase em períodos diurnos, os insetos foram mantidos em ciclo de luz normal (fotofase 6:00 a 18:00 h) a partir da separação das pupas.

Os resultados foram organizados em três categorias: “Atividade reprodutiva”, que inclui as tentativas de monta realizadas pelos machos, mas rejeitadas pelas fêmeas e as cópulas bem-sucedidas; “côpula”, que inclui todos os casais que efetivamente copularam; e “sem movimento”, que abrange os casais que não apresentaram qualquer comportamento reprodutivo, onde a sua maioria ficou imóvel na placa de Petri. Foram realizadas 2 repetições para cada intervalo de observação com 10 casais em cada uma, totalizando 20 casais em cada intervalo e um total de 160 casais observados.

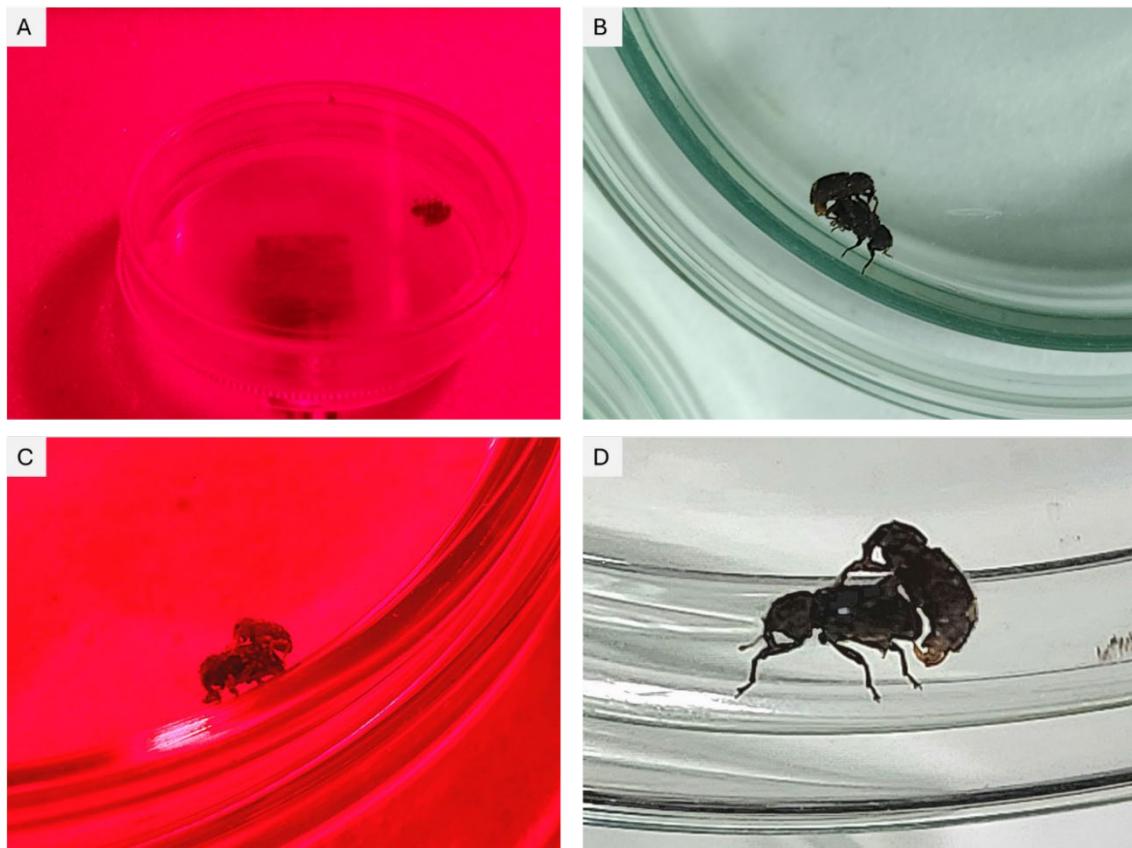


Figura 9. Casais de *E. postfasciatus* durante a cópula em diferentes condições de experimentação. A) Placa de Petri com um casal posicionada em cima do acelerômetro piezoelettrico. B) Casal em posição de cópula na Placa de Petri durante ciclo normal. C) Casal em posição de cópula na Placa de Petri em ciclo invertido. D) Macho de *E. postfasciatus* posicionado em posição de cópula com a fêmea e com a genitália exposta. Fonte: Autor, 2025.

Registro dos sinais estridulatórios

Para registro dos componentes vibratórios e acústicos das estridulações emitidas pelos insetos foram utilizados, respectivamente, um acelerômetro piezoelétrico (Brüel&Kjaer, Type 4508 002) (Fig 10B) e um microfone de alta sensibilidade (AKG, modelo C 1000S, frequência de resposta de 50 a 20.000 Hz) (Fig 10A), acoplado a um amplificador Frahm Slim 1600 (Fig 10C). O microfone foi sustentado a 2cm sobre as arenas onde se observaram os insetos, com uma haste de metal acondicionada a uma garra de fixação. O acelerômetro foi acondicionado sobre uma base de isopor circular, sobre a qual foi posicionado um retângulo de espuma de poliuretano. No centro da peça de espuma foi realizado um corte quadrado (0,5 x 0,5 cm) onde foi fixado o acelerômetro piezoelétrico. As placas com os insetos foram colocadas acima da espuma sustentada pela peça de isopor para registrar os componentes vibratórios dos sinais estridulatórios. Toda a estrutura montada foi introduzida numa capela de isopor (27 x 23 x 19,5cm), para isolar o microfone e o acelerômetro de ruídos externos. O microfone e o acelerômetro foram conectados a uma placa de digitalização (Edirol Roland, USB AudioCapture UA – 25EX a 24bit, 96 kHz, 100 dB razão sinal-ruido) (Figura 10E) e os sinais foram registrados em arquivos .wav (taxa de amostragem de 44.100, resolução de 16 bits) utilizando o programa Cool Edit Pro 2.0 (Syntrillium Software 2001). Para registrar simultaneamente ambos os componentes, vibratórios e acústicos, dos sinais emitidos pelos insetos, utilizou-se a função de gravação estéreo do software com dois canais independentes (um para o acelerômetro e outro para o microfone).

Sinais emitidos em situação de estresse

Para caracterizar os sinais emitidos em situação de estresse, foram utilizados 20 adultos de cada sexo com idade de 5 a 10 dias. Para simular uma condição de estresse, o inseto foi colado no acelerômetro em uma fita dupla-face (Scotch) com o ventre para cima (Fig 11A). Quando não obtido resposta em um intervalo de 90 s, o estresse foi induzido com uma pinça metálica pressionando o ventre do indivíduo por 10 s. Se a sinalização cessasse logo após a retirada da pinça, esta era mantida pressionando o ventre do inseto por 60 s, sendo assim a emissão foi caracterizada como induzida.

Sinais emitidos na reprodução

Para registrar os sinais emitidos durante o comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus*, um casal virgem e maduro sexualmente foi mantido em uma placa de Petri, com tampa adaptada com tela de voile para passagem de ar. Durante cada experimento, 10 casais foram observados até que um casal inicia a monta (definida quando um indivíduo sobe em outro e esta posição mantém-se por 60 s) (Fig 9B). A placa de Petri onde se encontrava este casal foi suavemente alocada em cima do acelerômetro e o microfone posicionado segundo descrito anteriormente (Fig 11B). Os sinais emitidos pelos insetos foram registrados até a separação dos indivíduos ou após 25 min do início da cópula.

Análise dos sinais estridulatórios

Para descrever os parâmetros temporais e espectrais dos componentes acústico e vibratórios dos sinais registrados foi utilizado o software Sound Forge (Sonic Foundry SoundForge 4.0). Seguindo a terminologia específica para os sinais estridulatórios de Curculionidae (Claridge, 1968; Ryker e Rudinsky, 1976), os sinais foram divididos em *chirps*, definidos como uma sequência de ondas com amplitude acima do nível de ruído com picos de máxima amplitude agrupados numa seção homogênea de duração finita. Os parâmetros temporais considerados foram: i - intervalo de emissão (IE): medido desde o primeiro até ao último *chirp* emitido, sendo definido o último *chirp* quando após a sua emissão não se comprovou nenhuma emissão posterior no intervalo de 1 min; ii - o número de *chirps* por emissão (CPE): total de *chirps* em toda a emissão; iii - número de picos por *chirp* (PPC): número de picos de máxima amplitude em cada *chirp* individual; iv - duração do *chirp* (DC): intervalo de tempo desde o início até o fim de cada *chirp* individual; v - tempo de repetição (TR): definido como o tempo entre dois *chirps* sequenciais (do final de um *chirp* até o início do próximo). Para analisar a dinâmica de produção do sinal de estresse, foi contabilizado o número de *chirps* em intervalos de 5 segundos (I5S). Todos os parâmetros temporais foram medidos em milissegundos (ms) em 10 *chirps* selecionados aleatoriamente de cada um dos 20 indivíduos de cada sexo utilizados nos registros. As características espectrais dos sinais foram descritas pelos espectros de frequência e sonogramas construídos utilizando a função “frequency analyses” do software Sound Forge (FFT - Fourier fast transformation, tamanho 16.384, FFT overlap 75%, janelas de suavização Blackman-Harris e Hanning por frequência, faixa de visualização de 0 a 20 kHz e faixa de visualização de 60 dB), para comparação

entre os sinais foram consideradas as frequências fundamental e dominante, picos harmônicos e modulação de frequência.

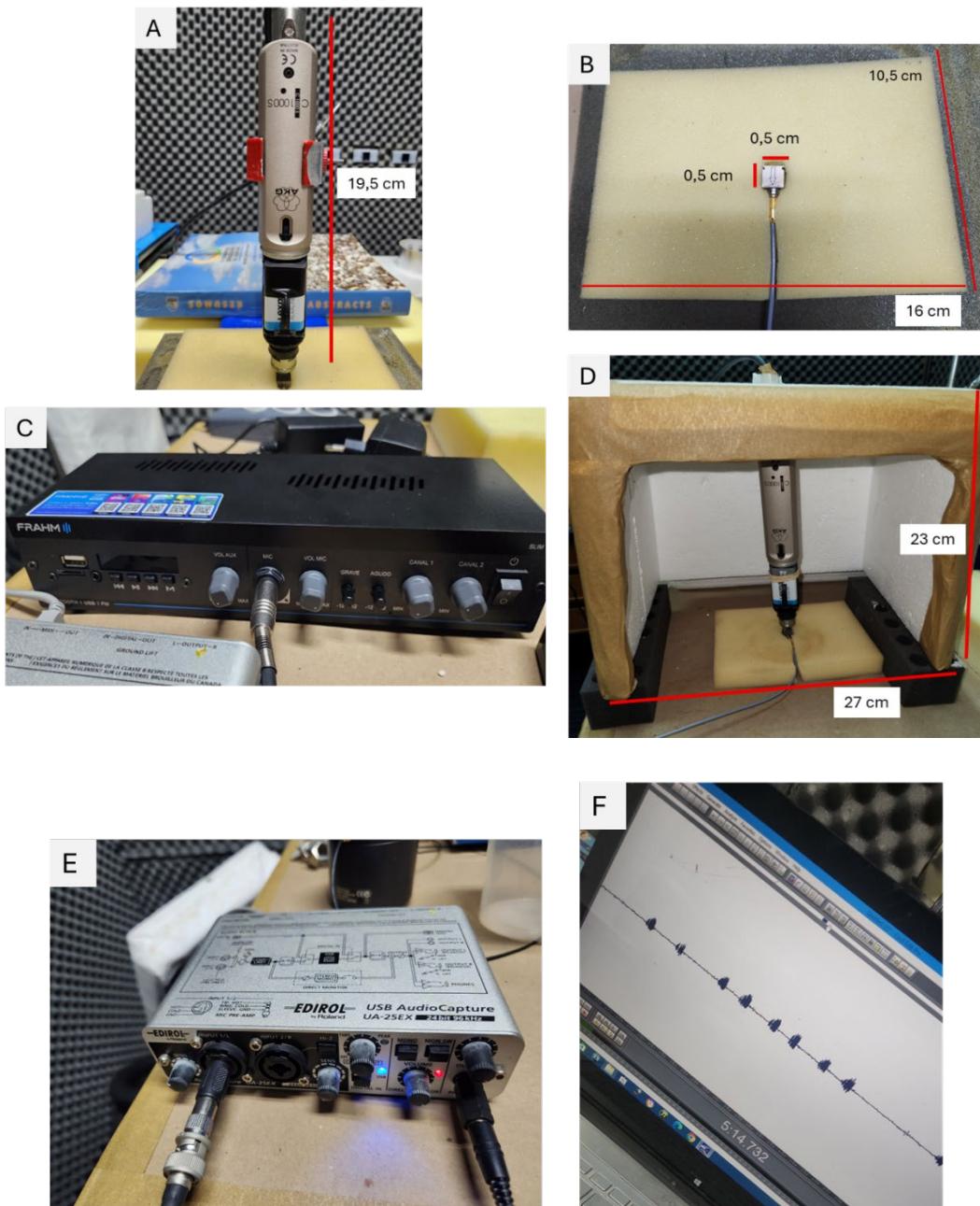


Figura 10. Equipamentos utilizados para captura dos sinais estridulatório de *E. postfasciatus*. A) Microfone de alta sensibilidade adaptado em uma alça com garra. B) Acelerômetro piezoeletrico acomodado em uma espuma. C) Amplificador digital. D) Sistema montado para as gravações dos sinais em capela de isopor para isolamento acústico. E) Placa de digitalização. F) Software para gravação dos sinais. Fonte: Autor, 2025.

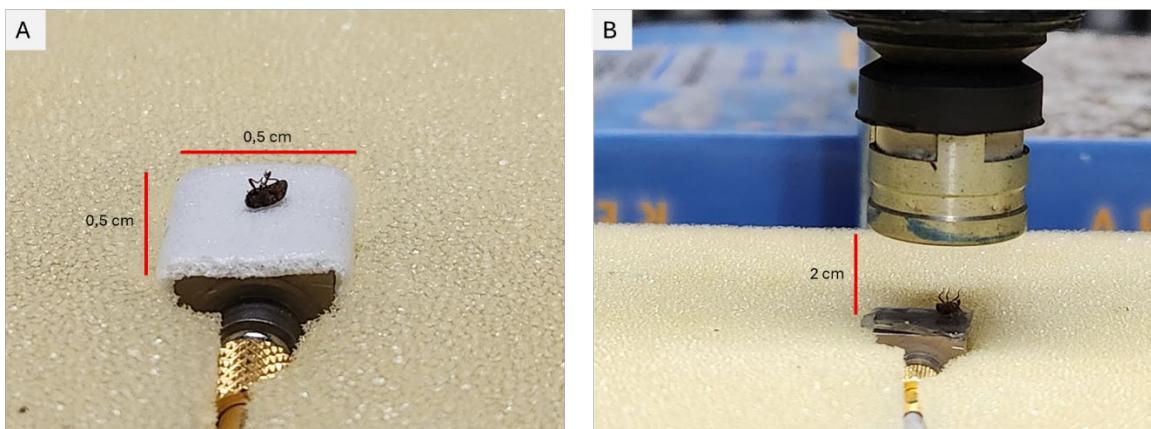


Figura 11. Sistema para captura dos sinais de estresse de *E. postfasciatus*. A) Accelerômetro com fita dupla face e o adulto colado com o ventre para cima. B) Sistema montado para as gravações das estridulações emitidas em situação de estresse. Fonte: Autor, 2025.

Morfologia do aparelho estridulatório

A análise da morfologia do aparelho estridulatório foi realizada com o uso de microscópio eletrônico de varredura (MEV) e estereomicroscópio (Fig 12A; Fig 12C). Para as observações no MEV, foram utilizados 30 insetos de cada sexo, previamente eutanasiados por exposição a -10°C em freezer por um período de 20 a 30 minutos. Os insetos foram então dissecados com auxílio de uma tesoura entomológica, separando-se os élitros e as asas membranosas do restante do corpo, de modo a expor a superfície abdominal. Em seguida, tanto o corpo quanto o élitro (com sua face interna exposta) foram fixados em *stubs* de alumínio, utilizando fita dupla-face de carbono (Fig 12B). Os *stubs* contendo as amostras foram acondicionados em caixas plásticas com sílica gel azul e secos em uma capela por 24 h. Posteriormente, o material foi coberto com uma fina camada de ouro (25 nm) utilizando um EMITECH K550 high-resolution sputter-coater e examinado no MEV (Zeiss DMS 962) a 80 cKV e 500 a 200 µm de distância de trabalho. As fotografias obtidas incluíram imagens do corpo e de todo o élitro, com ênfase na porção apical do élitro e nos últimos tergitos abdominais (VI e VII), visto que na família Curculionidae, os órgãos estridulatórios geralmente se encontram na face interior do élitro e nos últimos tergitos abdominais, sendo considerados outros locais como exceção (Lyal e King, 1996). As imagens foram armazenadas em formato TIFF (*tagged image files*).

Para as análises no microscópio estereoscópio (Leica, model M205 FA, com câmera fotográfica Leica DMC4500), foram dissecados 10 indivíduos de cada sexo, seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. O élitro e o corpo dos insetos dissecados foram fixados em uma lâmina de vidro com fita dupla-face (1 x 1 cm). As imagens foram obtidas com magnificação entre 200 e 400 x, e armazenadas em formato TIFF. Estas imagens foram utilizadas para obter medidas (comprimento total, largura total e área total) das dimensões das estruturas estridulatórias (*pars stridens* e *plectrum*) utilizando o software ImageJ. Para verificar a quantidade de cristas no *pars stridens* foi realizado uma contagem manual das cristas do élitro para cada indivíduo analisado. A áreas correspondente ao *plectrum* do lado direito do VI e VII tergitos abdominais foi delineada com a ferramenta de seleção Polygon e posteriormente medida. As estruturas foram medidas em 8 indivíduos de cada sexo. Não foi possível obter medições do comprimento e da largura do *pars stridens* e do *plectrum* devido à variação dos ângulos dos insetos durante a preparação dos espécimes, o que impediu uma medição precisa.

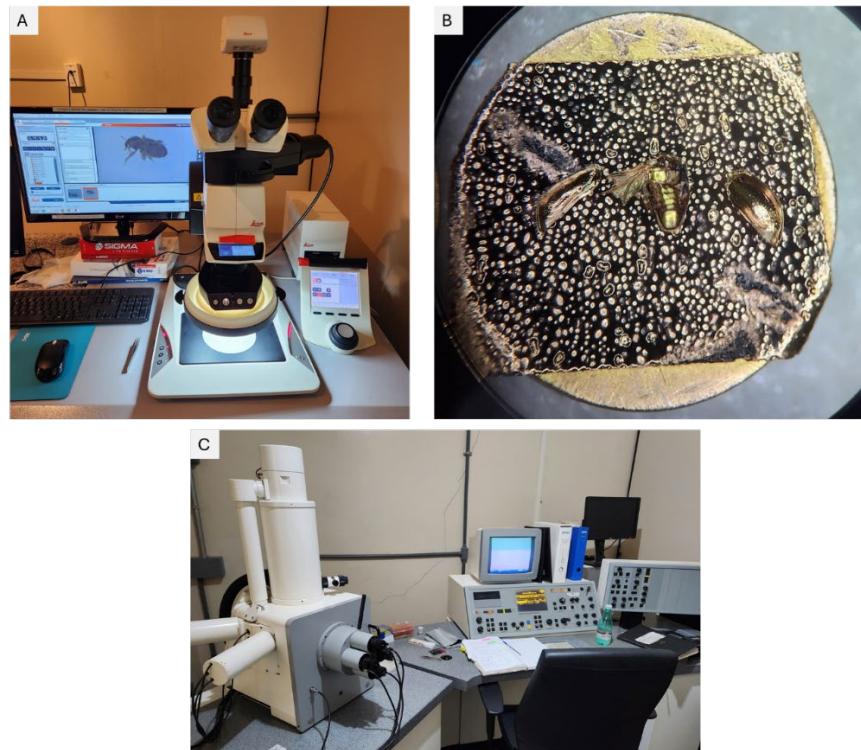


Figura 12. Equipamentos utilizados para obtenção das fotografias do aparelho estridulatório de *E. postfasciatus*. A) Microscópio estereoscópio Leica. B) Stubs de alumínio contendo fita dupla-face de carbono com o abdômen e os élitros dissecados. C) Microscópio de Varredura Eletrônica. Fonte: Autor, 2025.

Análise de dados

Os dados de sequências de comportamentos foram tabelados em uma matriz de Markov de primeira ordem, considerando as frequências de transição entre comportamentos. As probabilidades de transição foram calculadas considerando as frequências de transição entre dois eventos dividido pela frequência do primeiro evento. Os valores esperados foram obtidos ao multiplicar cada coluna e fila da matriz, divididos pelo total de transições comportamentais observadas. Para avaliar a significância das transições individuais foram utilizados testes de χ^2 com a significância ajustada pela correção de Bonferroni. Os resultados se mostram graficamente num etograma.

Para investigar a proporção de insetos que apresentaram atividade reprodutiva e cópulas ao longo dos intervalos de tempo, foi ajustado um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial e função de ligação logit. A variável resposta (frequência de insetos que apresentam atividade reprodutiva ou proporção de pares que copulam) foi modelada como uma combinação de sucessos e fracassos. A significância do modelo foi avaliada através de uma análise de deviança. As diferenças nas frequências observadas da atividade reprodutiva e de cópula durante os diferentes períodos do dia, foram avaliadas par a par através do teste exato de Fisher, utilizando a função `fisher.test()` no ambiente R.

Para investigar o efeito da atividade reprodutiva sobre a proporção de respostas positivas, foi ajustado um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial e função de ligação logit. A variável resposta foi representada como a combinação de sucessos e fracassos (`cbind(c, obs - c)`), e o fator atividade reprodutiva foi incluído como preditor. A significância do modelo foi avaliada por análise de deviance com teste do χ^2 .

O número de chirps em intervalos de 5s (I5S) e o números de picos por chirps (PPC), emitidos em situação de estresse foram comparados entre os sexos com uma análise de modelos lineares generalizados mistos (GLMM) com distribuição de erros de Poisson, considerando sexo como efeito fixo e indivíduos como efeitos aleatórios.

O tempo de repetição (TR) e a duração do “chirp” (DC) foram analisados utilizando modelos lineares de efeitos mistos com distribuição gaussiana e função de ligação identidade. Para avaliar a diferença entre o número de “chirps” emitidos pelas fêmeas em situação de estresse e em situação de reprodução, foram utilizados modelos lineares mistos (GLMM) com distribuição de erros de Poisson e função de ligação logarítmica,

com as situações nas quais os sinais foram emitidos como efeitos fixos e os indivíduos como efeitos aleatórios para ter em conta a variação interindividual. Todas as análises foram efetuadas no ambiente R (R Core Team, 2024).

Resultados

Comportamento reprodutivo

A observação do comportamento reprodutivo de *E. postfasciatus* em arenas experimentais mostrou uma sequência de comportamentos estereotipados, evidenciados pelas transições significativas entre os atos comportamentais (Fig 13). Na fase de pré-monta, as categorias "encontro" e os dois tipos de monta caracterizadas foram as mais frequentemente observadas (Tabela 1).

Durante a pré-monta, os insetos deslocaram-se ativamente na placa de Petri até realizarem o encontro. O tempo até o encontro dos casais apresentou ampla variação, ocorrendo desde os primeiros 5 minutos do experimento após a formação do casal, até 50 minutos após o início do teste, foi observado que a maior parte dos encontros observados (73,86%) se concentrou nos primeiros 20 minutos desde o início das observações (Fig 14). Após o encontro, o macho pode assumir duas estratégias comportamentais, apenas subir no dorso da fêmea ou iniciar a monta já na posição de cópula. A resposta da fêmea à tentativa de monta variou entre permanecer imóvel ou deslocar-se pela arena, o que influenciou diretamente na aceitação ou rejeição da cópula. Em casos de rejeição, observou-se a emissão de sinais estridulatórios por parte da fêmea.

Dos 100 casais observados, 43 resultaram em cópula. Após o início da cópula, os machos podem apresentar o comportamento de bater com o 1º ou 2º par de pernas no dorso da fêmea por um breve período de tempo, comportamento observado em 17 dos 43 casais que copularam (39,53 %). Durante a cópula os machos também emitem sinais estridulatórios, no entanto, não foi possível estabelecer uma relação direta entre a emissão sonora e o comportamento de bater as pernas na fêmea.

Observações de casais em cópula em diferentes horários do dia revelaram que o pico da atividade reprodutiva ocorre entre 09:00 e 12:00 h (Fig 15), enquanto o menor nível

de atividade reprodutiva foi registrado durante o período inicial da escotofase, entre 18:00 e 00:00 h.

Tabela 1. Atos comportamentais realizadas por casais de *Euscepes postfasciatus* em arenas fechadas formadas em placas de Petri, utilizadas para análises comportamentais e construção do etograma.

Atos comportamentais	Descrição do comportamento	Total de observações
Insetos em movimento	Insetos movimentando na placa de Petri	76
Encontro	Insetos se encontram e permanecem em contato físico	76
Macho sobe na fêmea	Macho monta completamente no dorso da fêmea	23
Posição de cópula	Macho monta na fêmea na posição de copula, expõem o edeago e tenta introduzi-lo na genitália da fêmea	53
Fêmea em movimento	Fêmea se movimenta com o macho em seu dorso	65
Fêmea parada	Fêmea permanece parada com o macho em seu dorso	11
Fêmea para de se movimentar	Fêmea para de se movimentar para aceitar a cópula	17
Rejeição da cópula	Fêmea rejeita a cópula e o casal se separa	33
Início da cópula	Início da cópula	43
Macho bate um par de pernas na fêmea	Macho bate no dorso da fêmea com um dos pares de pernas	17
Término da cópula	Término da cópula e separação do casal	43

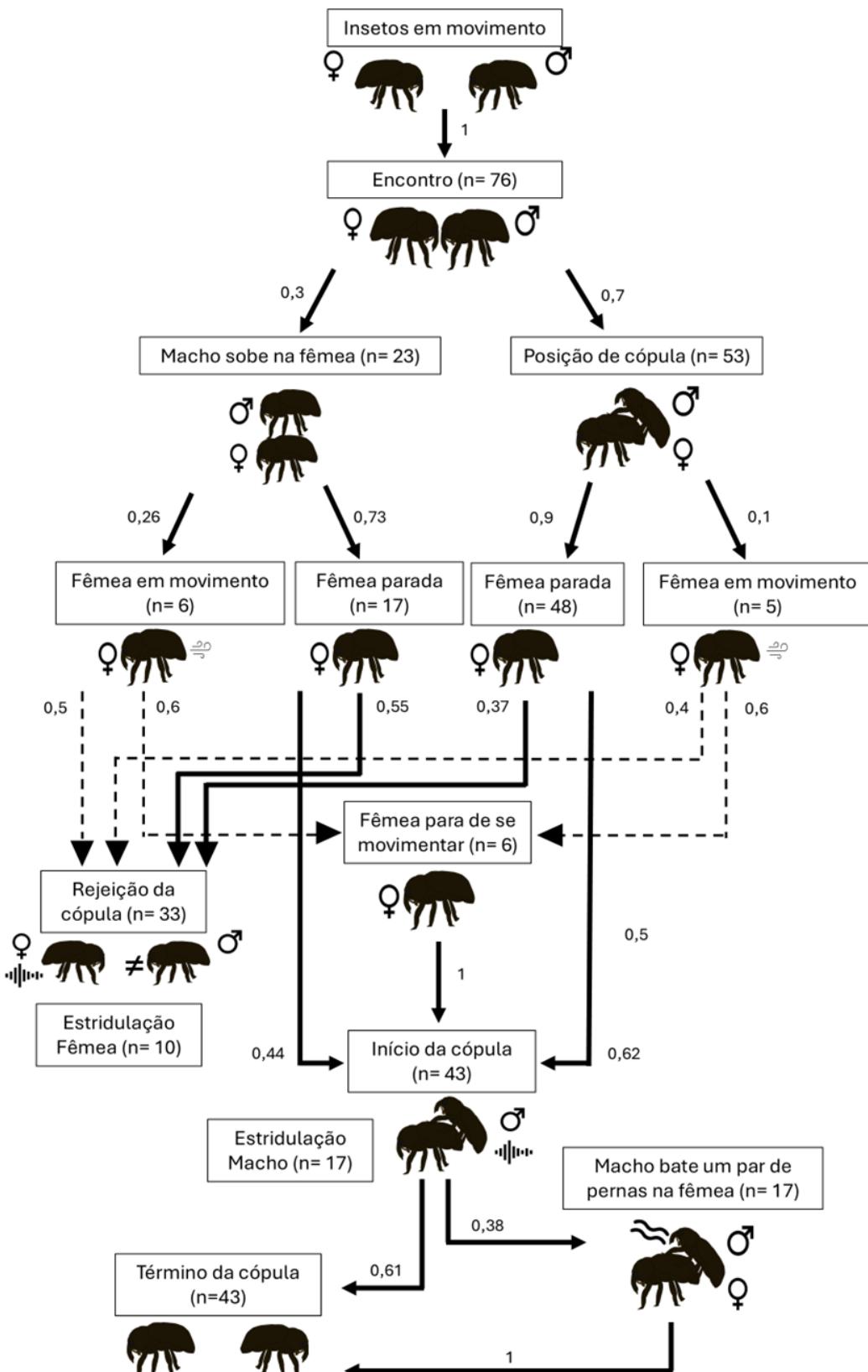


Figura 13. Sequências comportamentais de acasalamento e cópula de *Euscepes postfasciatus*. Os valores acima ou ao lado das linhas indicam a probabilidade entre as transições de dois comportamentos sequenciais. As linhas sólidas indicam transições significativas ($p < 0,05$) e as linhas pontilhadas as transições não significativas ($p > 0,05$).

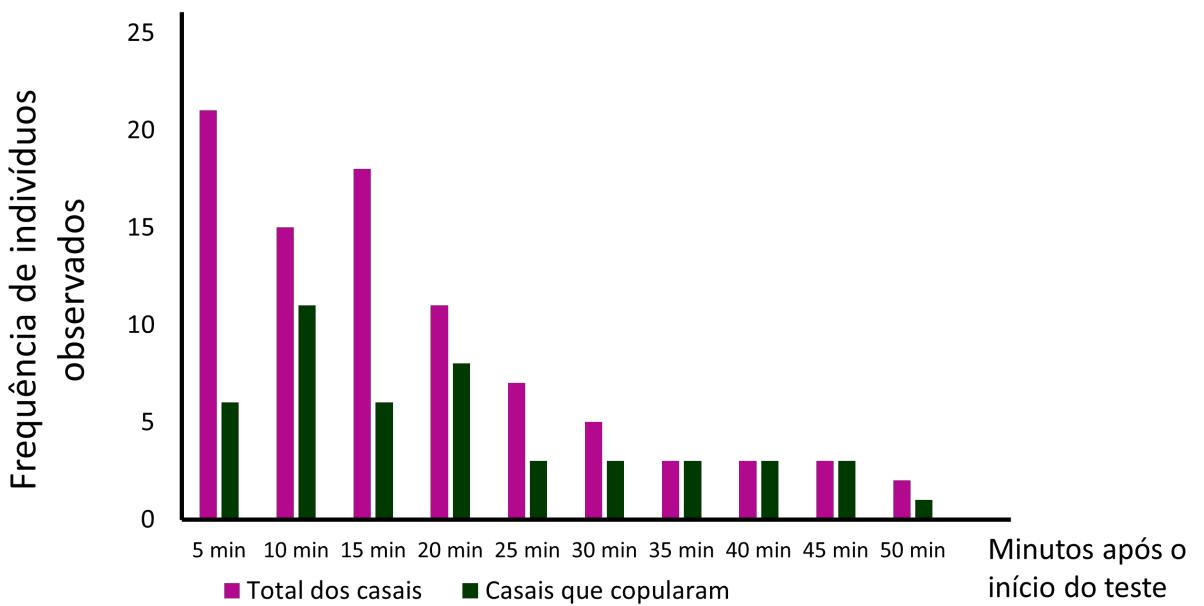


Figura 14. Distribuição de frequências do tempo de encontro de todos os casais observados e os que copularam de *Eusceps postfasciatus* durante 1 h de observação.

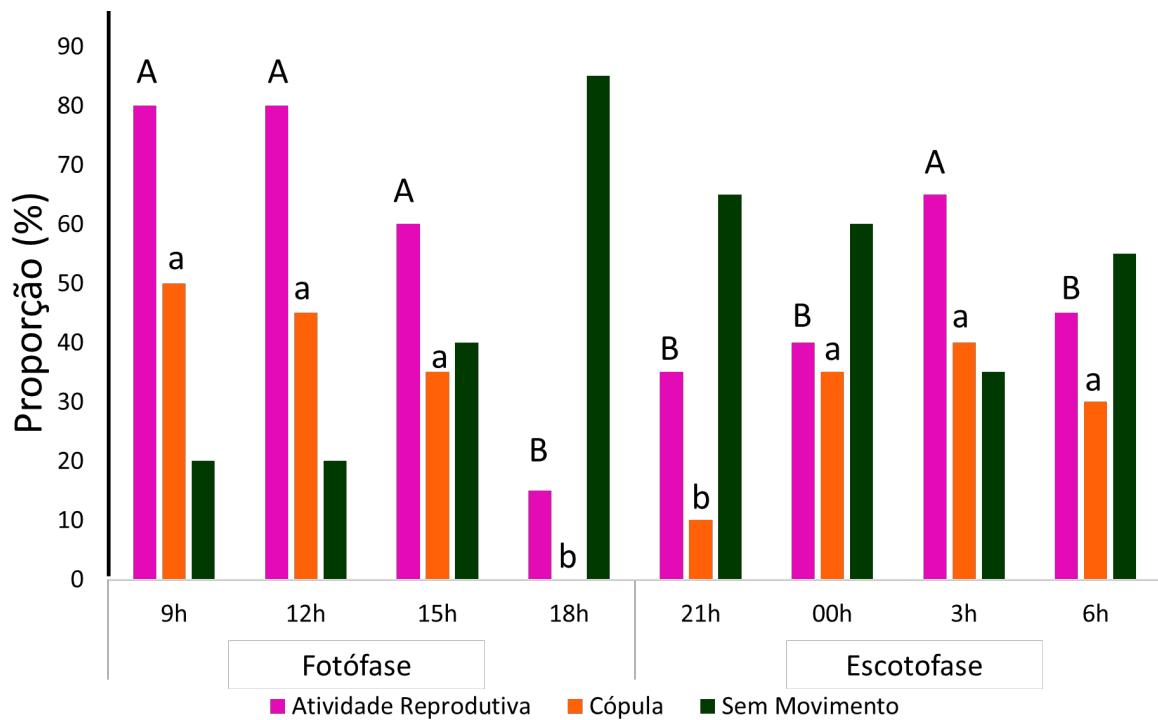


Figura 15. Atividade reprodutiva, cópula e insetos sem atividade (sem movimento) (proporção dos insetos observados) de *Eusceps postfasciatus* em intervalos de tempo (3 h) durante a fotofase e a escotofase. Foram observados 20 casais em cada intervalo de tempo. As letras acima de cada barra representam a diferença significativa entre cada horário de tempo analisado ($p < 0,05$) para atividade reprodutiva (letras maiúsculas) e cópula (letras minúsculas).

Sinais estridulatórios

Sinais emitidos em situação de estresse

Os sinais emitidos em situação de estresse por machos e fêmeas foram similares. As fêmeas estridularam, predominantemente, de forma induzida com a pinça metálica, onde 18 de 20 fêmeas estridularam de forma induzida e 2 de forma espontânea, enquanto os machos não apresentaram diferença de situação, onde 10 de 20 machos estridularam de forma espontânea e 10 induzidos. Os sinais são caracterizados por uma longa sequência de *chirps* repetidos de forma mais regular nos machos do que nas fêmeas (Fig 16) e emitidos enquanto se mantém o estresse. Não houve diferença significativa nos parâmetros temporais dos sinais emitidos por insetos de ambos os sexos (Tabela 2), embora a quantidade de *chirps* emitidos por emissão tenha sido maior nas fêmeas do que nos machos (GLM, $t = -1,886$, $p = 0.0593$).

Os espectros de frequência dos sinais estridulatórios de machos e fêmeas emitidos em situação de estresse foram similares, tanto medido pelo microfone quanto pelo acelerômetro. Os sinais apresentam uma faixa fundamental de frequência entre 7k e 15k ± 2 k Hz, sem um pico de frequência dominante característico (Fig 16).

Sinais emitidos durante a cópula

Dos 50 casais observados 27 copularam (54%). Foi identificada a produção de sinais estridulatórios em dois momentos do comportamento reprodutivo. A primeira emissão corresponde a um sinal emitido pela fêmea, depois que o macho monta sobre ela, nas 10 fêmeas (20% do total observado) onde foi constatada a emissão desta estridulação, ocorreu a separação dos indivíduos logo em seguida. A segunda emissão foi registrada após a monta ou durante a cópula, sendo produzida por 17 machos (34% do total observado). Essa estridulação mantém a fêmea imóvel e em posição de cópula. Em 17 dos 27 (62,96 %) casais que copularam, os machos emitiram este sinal. O sinal da fêmea apresentou características semelhantes ao som de estresse, sendo constituído por uma sequência de *chirps*, com intervalo de repetição em média < 20 s, apresentando uma banda de frequência entre de 8 k a 12 kHz (Fig 17). Devido à baixa intensidade do sinal, sua detecção foi possível apenas por meio do acelerômetro piezoelétrico, os componentes acústicos do sinal capturados pelo microfone foram mascarados pelo ruído de fundo.

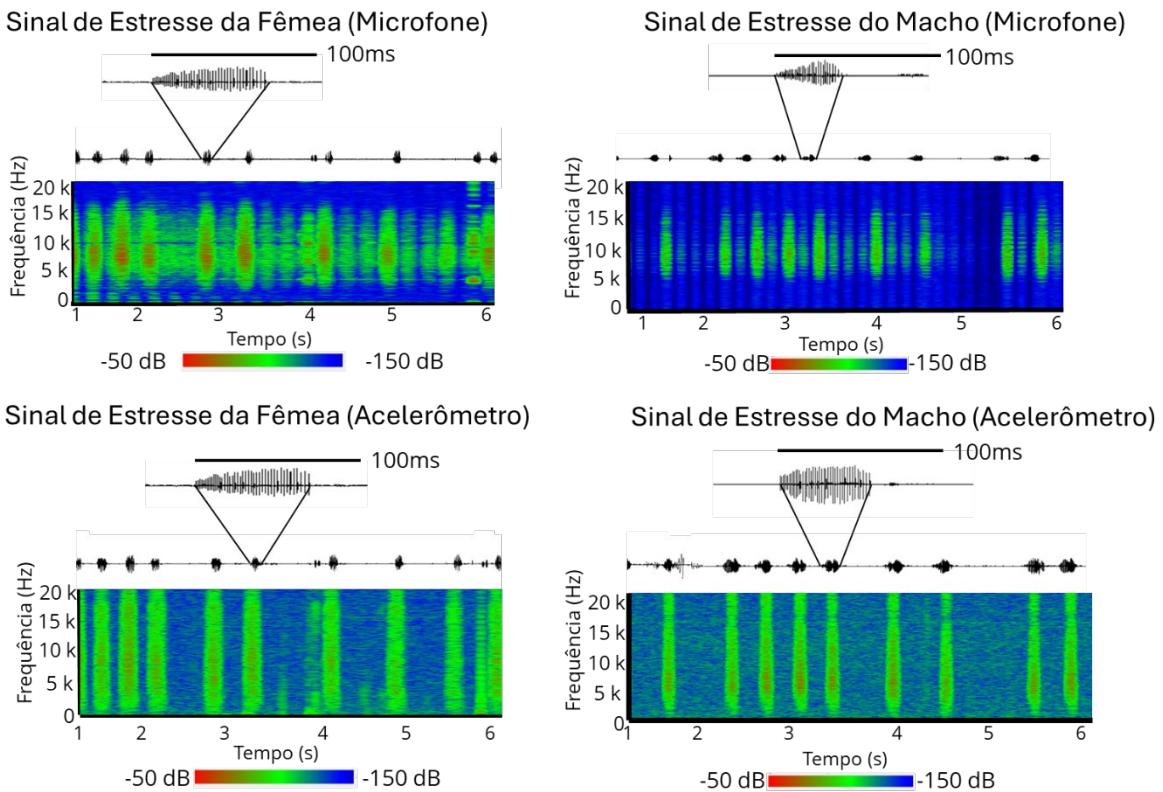


Figura 16. Oscilogramas de uma sequência de *chirps* e detalhe de um *chirp* (figura superior) e sonogramas (figura inferior) dos sinais estridulatórios de estresse de fêmeas e machos de *Eusceps postfasciatus* gravados com um microfone e um acelerômetro piezoelétrico, respectivamente.

O sinal de rejeição da fêmea apresentou diferenças significativas nos parâmetros temporais em relação aos sinais emitidos em contexto de estresse. O tempo de repetição (TR) foi significativamente menor no contexto de estresse (GLM, $t = 2,154, p = 0,035$), a duração do *chirp* (DC) foi significativamente maior nos chirps de estresse (GLM, $t = 64,000, p < 0,0005$) e o número de picos por *chirps* (PPC) foi significativamente maior no contexto de estresse (GLM, $t = -11,74, p < 0,0005$).

O sinal emitido pelo macho apresentou características diferentes de todos os outros sinais. A emissão foi composta por *chirps* emitidos de forma irregular e repetidos em intervalos variáveis. A estrutura do sinal consistiu, em geral, em uma sequência de *chirps* com TR inferior a 20 segundos, seguida por outra com TR entre 20 e 40 segundos, e, eventualmente, por *chirps* com TR variando entre 50 e 100 segundos. A duração dos *chirps* (DC) foi significativamente menor que os pulsos emitidos pelas fêmeas (GLM, $t = -3,202, p = 0,005$) e apresentaram um número significativamente maior de picos por

chirps (GLM, $z = 3,081$, $p = 0,002$) (Tabela 2). O sinal emitido pelo macho apresentou um padrão claro da frequência fundamental de 1,4 kHz (Fig 17).

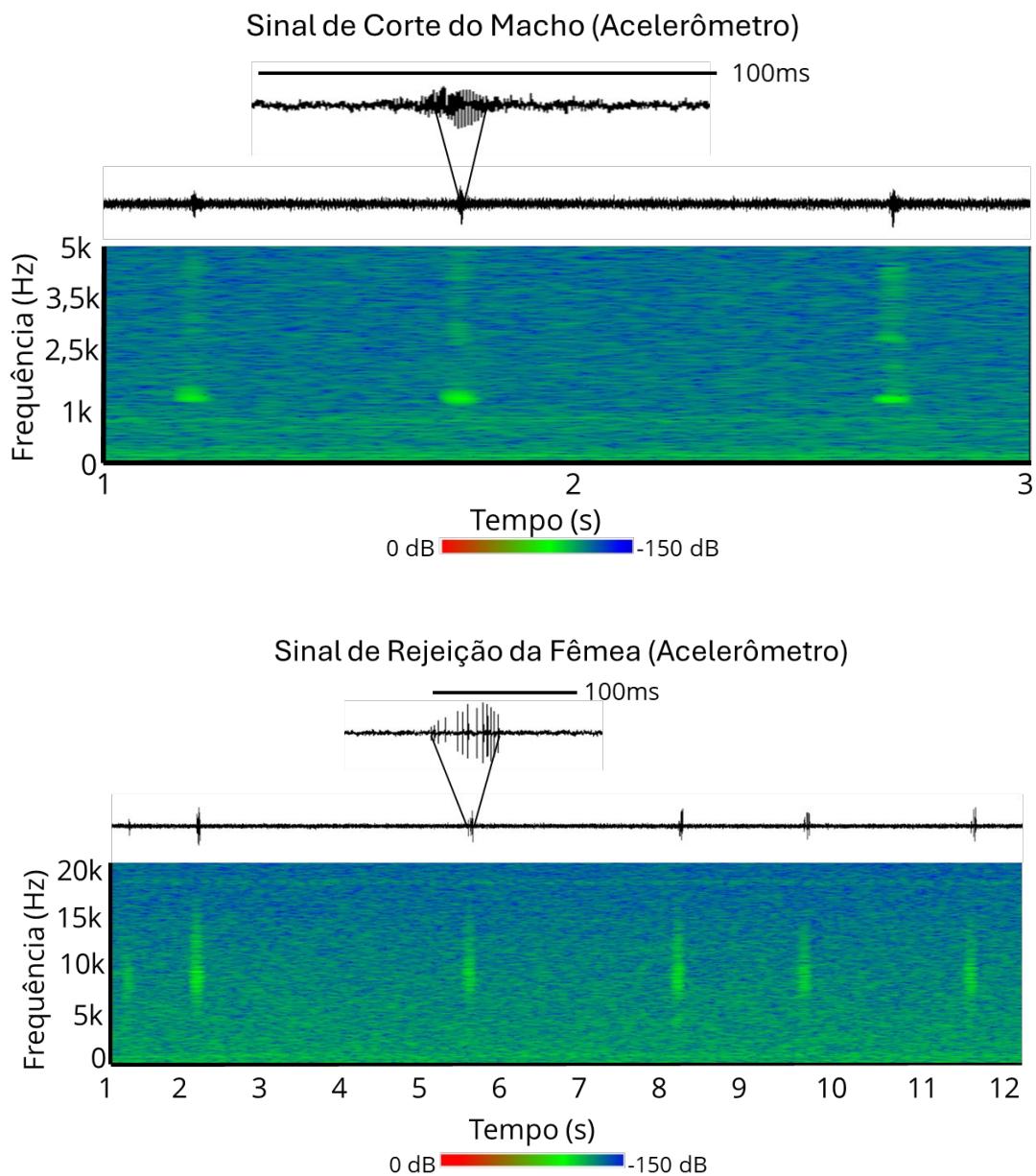


Figura 17. Oscilogramas e sonogramas dos sinais referentes ao comportamento reprodutivo de fêmeas e machos de *Euscepes postfasciatus*, respectivamente, gravados com um acelerômetro piezoelétrico. Os sonogramas de ambos possuem poucos *chirps* para visualização visto que o intervalo de repetição entre os chirps é alto.

Tabela 2. Parâmetros temporais dos sinais estridulatórios de machos e fêmeas de *Euscepes postfasciatus* emitidos em situação de estresse e durante a reprodução.

Sinal	IE (s)	CPE	I5S	DC (ms)	TR (ms)	PPC
FSE	20,7±3,2 a (N = 40)	58,8±10,3 a (N = 40)	17,8±1,1 a (N = 53)	60,1±1,3a (N = 120)	252,9±22,5a (N = 120)	32,3±1,1a (N = 120)
MSE	14,9 ±2,9 a (N = 32)	46,5±10,5 a (N = 32)	17,6±2,5 a (N = 38)	65,4±2,0a (N = 119)	449,4±41,1a (N = 119)	34,9±1,1 a (N = 119)
FSR	18,9 ±13,2 b (N = 10)	35,3±44,1 b (N = 10)	-	50,5±17,7b (N = 80)	22,0±51,7b (N = 80)	17,9±6,9b (N = 80)
MSC	-	-	-	20,8 ± 8,0 c (N = 225)	20,5±40,9c (N = 225)	24,9±7,98c (N = 225)

Referências: FSE: Sinal de estresse das fêmeas. MSE: Sinal de estresse dos machos, FSR: Sinal de Rejeição da fêmea, MSC: Sinal de corte do macho, IE: Intervalo de Emissão, CPE: *Chirps* por Emissão, I5S: Intervalos de 5 segundos, DC: Duração do *Chirp*, TR: Tempo de Repetição e PPC: Picos Por *Chirps*, N: número de emissões de cada parâmetro observadas (Média ± SD).

Morfologia do aparelho estridulatório

Tanto em machos quanto em fêmeas, o aparelho estridulatório é constituído por um *pars stridens* localizado na face interior da região apical/subapical de cada élitro entre a sutura elital e a borda externa e é formado por uma sequência de cristas paralelas entre si, dispostas transversalmente ao eixo longitudinal do corpo (Fig 18; Fig 19). A área total do *pars stridens* das fêmeas apresenta uma média de $93,07 \pm 60 \text{ mm}^2$ e os machos, $107,27 \pm 30,5 \text{ mm}^2$.

O *plectrum* é formado por um conjunto de cerdas curtas e rígidas localizadas na parte mediana do último e penúltimo segmento abdominal visíveis. O *plectrum* localizado no VI tergito abdominal possui uma forma elipsoidal e o do VII tergito, uma forma triangular. Não foram observadas diferenças morfológicas entre os sexos (Fig 18).

A área do *plectrum* do VI tergito abdominal em fêmeas foi de $12,83 \pm 5,82 \text{ mm}^2$ e em machos foi de $15,49 \pm 4,39 \text{ mm}^2$. A área do *plectrum* do VII tergito abdominal possui $10,46 \pm 1,34 \text{ mm}^2$ nas fêmeas e $9,53 \pm 2,73 \text{ mm}^2$ nos machos.

Não houve diferença significativa na quantidade de cristas do *pars stridens* do élitro entre os sexos. Os machos apresentaram uma média de $99 \pm 6,37$ cristas enquanto as fêmeas apresentaram uma média de $89,75 \pm 6,65$ cristas.

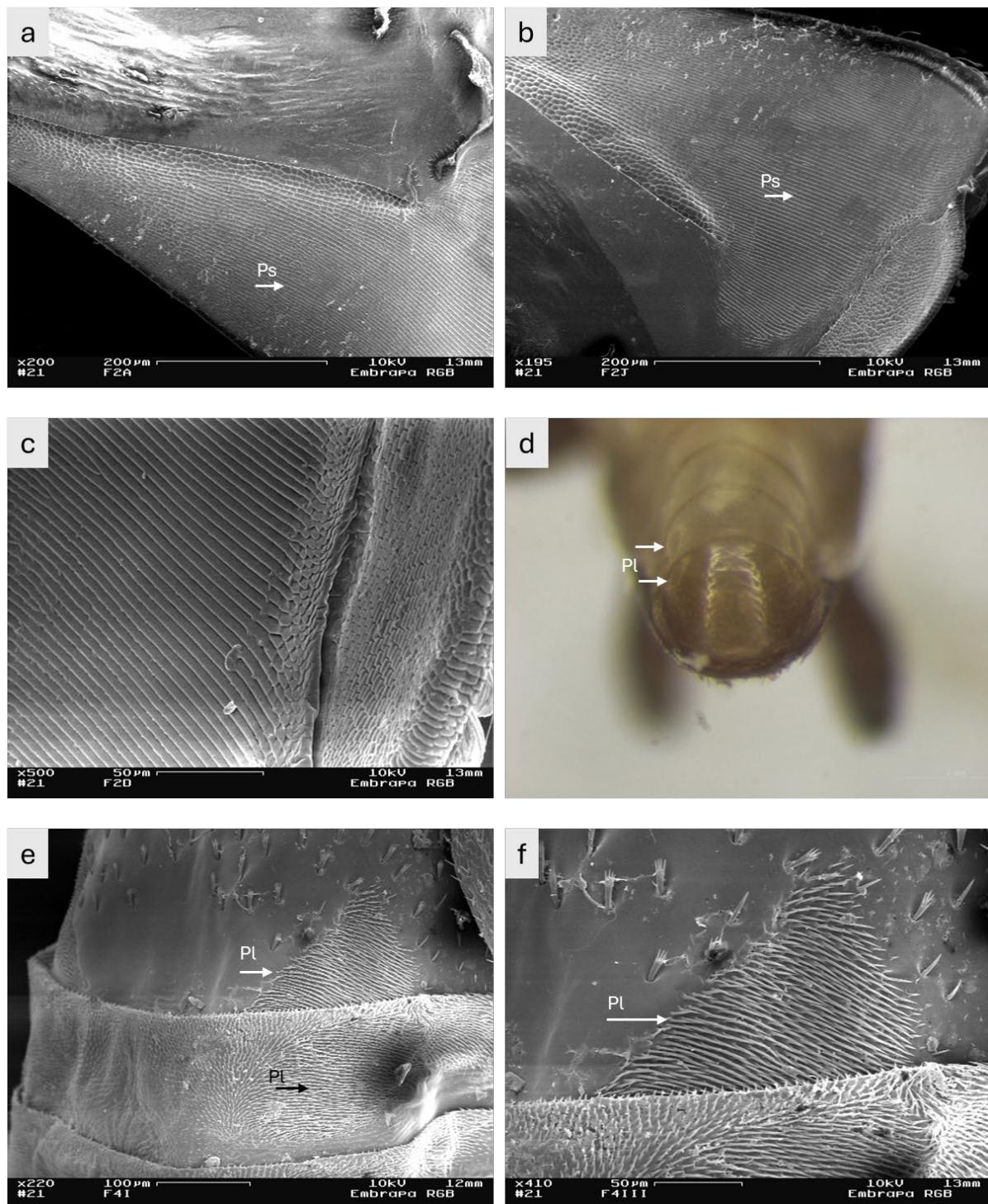


Figura 18. Aparelho estridulatório de fêmeas de *Euscepes postfasciatus*: A) *Pars stridens* do élitro direito B) *Pars stridens* do élitro esquerdo C) Detalhe das cristas do *pars stridens* do élitro esquerdo D) *Plectrum* localizado na esquerda e direita do VI e VII tergito abdominal. E) *Plectrum* direito no VI e VII tergito. F) Detalhes das espículas do *plectrum*. Ps: *Pars stridens*; Pl: *plectrum*.

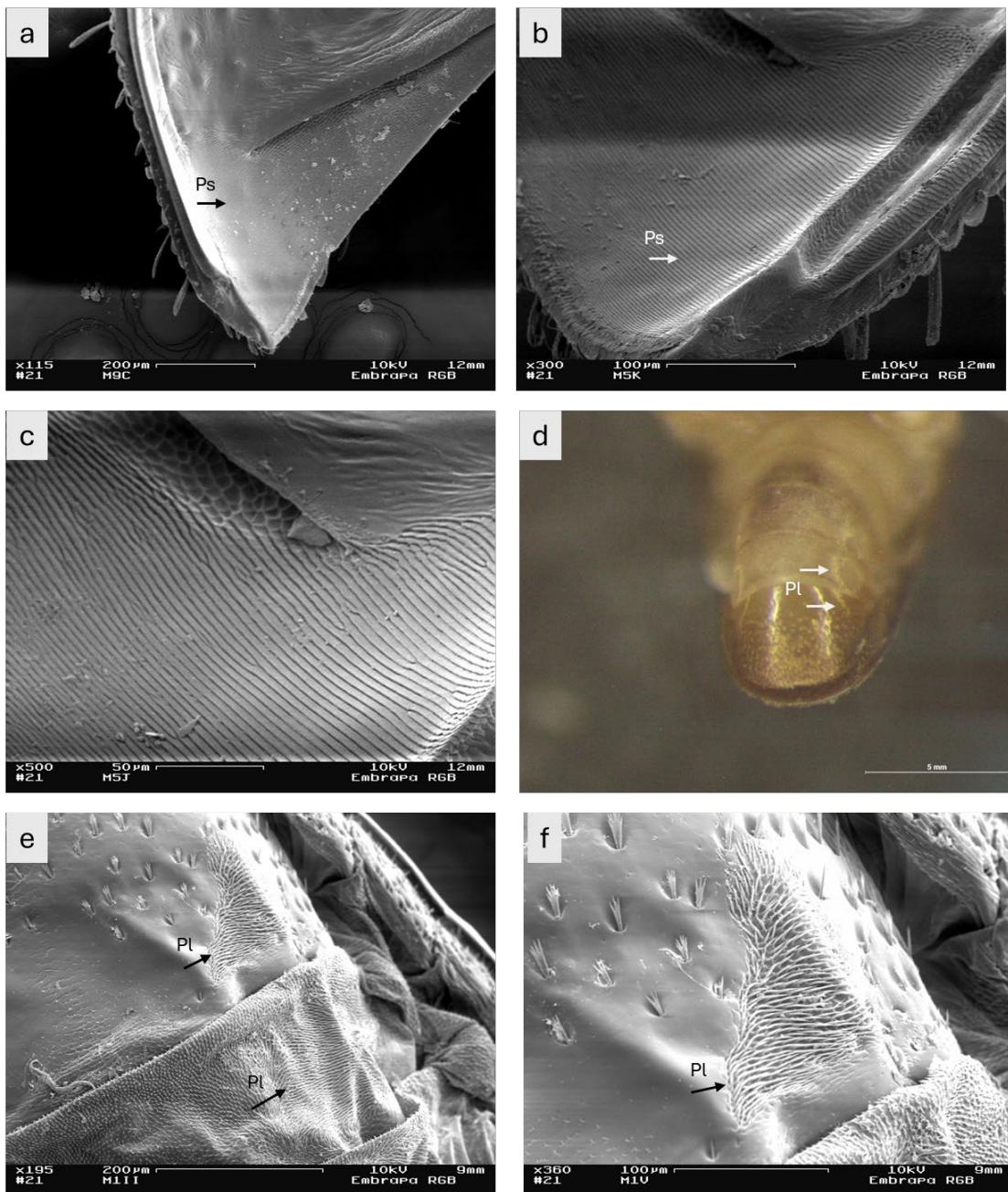


Figura 19. Aparelho estridulatório de machos de *Euscepes postfasciatus*: A) *Pars stridens* do élitro direito B) *Pars stridens* do élitro esquerdo C) Detalhe das cristas do *pars stridens* do élitro esquerdo D) *Plectrum* localizado na esquerda e direita do VII tergito abdominal. E) *Plectrum* direito no VI e VII tergito. F) Detalhes das espículas do *plectrum*. Ps: *Pars stridens*; Pl: *plectrum*.

Discussão

O comportamento reprodutivo de *Euscepes postfasciatus* foi caracterizado por uma sequência estereotipada de comportamentos que levam à cópula em posição típica dos Curculionidae.

A maior atividade reprodutiva ocorre durante a fotofase, com redução no início da escotofase. Nos insetos, esse padrão não é generalizado e pode variar ao longo do dia, dependendo da espécie (Viana e Vilela, 1996; Sirot e Lapointe, 2008). Há poucas informações sobre os períodos de atividade de *E. postfasciatus*, pois, devido aos seus hábitos crípticos, passa a maior parte do tempo sob a camada superficial do solo ou na base das plantas, alimentando-se de brotos. A maior atividade reprodutiva foi observada no período correspondente a 9 e 12 horas, sendo menor durante o crepúsculo e início da noite, o que difere do padrão geral observado em Curculionidae, cujas espécies são comumente noturnas (Yee e Kehl, 2015). No entanto, mesmo em espécies consideradas noturnas, como *Sternochetus Mangiferae* (Fabricius), foi registrada atividade reprodutiva diurna e noturna (Catafesta et al. 2023), sugerindo que as classificações quanto aos hábitos diurnos ou noturnos de Curculionidae precisam ser revistas.

Machos de *E. postfasciatus* aproximam-se das fêmeas e, após o contato físico, montam sobre elas. O tempo até o encontro dos casais foram predominantemente concentrados nos primeiros 20 minutos do experimento, sendo inferior ao relatado por Kuriwada et al. (2011) (39,7 min) e por Kumano et al. (2010) (45 min). Essa variação pode ser atribuída às diferenças nas arenas experimentais, que podem ter facilitado a localização e o encontro dos casais.

Os comportamentos de pré-monta e de monta são estereotipados, com transições significativas. O sinal estridulatório emitido pelas fêmeas esteve claramente associado à rejeição dos machos, pois, em todos os casos em que as fêmeas emitiram esse sinal, os machos desmontaram sem copular. Funções semelhantes para esse sinal emitido por fêmeas durante o comportamento reprodutivo já foram relatadas em outras espécies de Curculionidae (Claridge, 1968; Nunes et al., 2009; Catafesta et al., 2023). Para algumas espécies, a rejeição também está associada a movimentos corporais vigorosos para desalojar o macho (Kumano, 2011; Claridge, 1968; Martins et al., 2013), no entanto, esse comportamento não foi observado em fêmeas de *E. postfasciatus*.

Durante a monta, 62,93% dos machos que copularam emitiram um sinal estridulatório característico que parece ter a função de imobilizar a fêmea. Após a emissão do sinal, a fêmea cessa os movimentos e se manteve em posição de cópula. Esses sinais estridulatórios emitidos por machos são frequentemente observados em Curculionidae e outros insetos (Claridge 1968; Wilson et al., 1993; Wanto e Fischer, 2005; Golov et al.,

2018; Goodwin et al., 2019; Catafesta et al., 2023). A emissão de sinais estridulatórios por machos durante a cópula também foi previamente relatada em espécies de Curculionidae, tais como *Smycronix* (Hyder e Oseto, 1989) e em *Sternochetus mangiferae* (Catafesta et al., 2023).

Além de facilitar a cópula, em algumas espécies os sinais estridulatórios emitidos pelos machos também atuam na orientação espacial e atração da parceira (Mampe e Neunzig, 1966; Rudinsky et al., 1978; Lukić et al., 2021). Não foi observada emissão do sinal de machos de *E. postfasciatus* antes do contato físico entre os indivíduos. Contudo, devido às condições experimentais utilizadas, com arenas reduzidas que favoreceram os encontros, não é possível descartar tal função.

Após o início da cópula, observou-se que, em alguns casais, o macho esfregava o dorso da fêmea com as pernas anteriores ou médias. Comportamento semelhante foi descrito por Isa et al. (2019) durante a fase de monta para *E.postfasciatus*. Tal comportamento pode atuar como um estímulo que reforça o sinal estridulatório, auxiliando na imobilização da fêmea e reduzindo a rejeição. Estímulos produzidos durante a cópula podem aumentar a probabilidade de inseminação bem-sucedida (Mutis et al., 2009; Reut et al., 2017). No entanto, não se pode descartar que esse comportamento esteja relacionado a outras funções, como reconhecimento da parceira (Sato e Kohama, 2007; Isa et al., 2019) ou marcação da fêmea para evitar novas cópulas, reduzindo assim a competição espermática (Mutis et al., 2009; Martins et al., 2013). Para *E. postfasciatus*, Sato e Kohama (2007) sugerem que os machos, após a cópula, avaliam a receptividade da fêmea remontando sobre ela, com o objetivo de evitar cópulas subsequentes com outros machos. Além disso, substâncias presentes no fluido seminal inibem o acasalamento da fêmea por aproximadamente 14 dias (Himuro et al., 2017). Esses comportamentos podem ser relevantes para insetos gregários, como *E. postfasciatus*, especialmente em situações de agrupamentos com predominância de machos, nas quais a frequência de montas aumenta (Kumano et al., 2011).

Os sinais estridulatórios emitidos durante o comportamento reprodutivo apresentam diferenças temporais claras em relação aos sinais emitidos em situações de estresse. Os sinais de estresse foram emitidos de forma mais ou menos constante enquanto o fator estressante estava presente e se caracterizaram pela emissão de *chirps* com pouca variação na duração e nos tempos de repetição. Já os sinais emitidos durante o comportamento

reprodutivo apresentaram estruturas temporais mais variáveis e menores diferenças em seus espectros de frequência. Isso pode indicar que o mecanismo de produção dos sinais é capaz de se adaptar ao contexto comportamental, permitindo a emissão de sinais com diferente conteúdo de informação.

Os sinais estridulatórios de *E. postfasciatus* já haviam sido caracterizados por Yasuda e Tokuzato (1999) e são produzidos no mesmo contexto comportamental dos descritos neste estudo. No entanto, os parâmetros temporais e espectrais dos sinais emitidos em situações de estresse foram diferentes dos observados aqui. Yasuda e Tokuzato (1999) relataram duração média dos *chirps* em contexto de estresse de $22,5 \pm 1,9$ ms para fêmeas e $16,9 \pm 2,2$ ms para machos, valores inferiores aos deste estudo, que mostrou uma diferença de aproximadamente 40 ms. As frequências máximas do componente acústico dos sinais, medidas em microfones pelos autores, foram de 3.580 ± 2.490 Hz para fêmeas e 2.860 ± 1.250 Hz para machos, correspondendo às frequências mínimas medidas em microfone observadas neste estudo. Diferenças nos parâmetros dos sinais podem indicar variações intrapopulacionais, fenômeno comumente relatado em sinais acústicos e vibratórios de insetos (Sebastián-González e Pérez-Granados, 2025), mas também não se pode descartar a influência dos métodos de gravação e análise empregados em cada estudo. Neste trabalho, foram considerados tanto os componentes acústicos quanto os vibratórios dos sinais emitidos por *E. postfasciatus*. Catafesta et al. (2023) propõem que os componentes vibratórios dos sinais estridulatórios podem ser determinantes na reprodução dos Curculionidae, uma vez que, devido à baixa amplitude dos sinais, os componentes vibratórios podem ser transmitidos com menor atenuação do que os componentes acústicos.

Yasuda e Tokuzato (1999) indicaram que o sinal de rejeição emitido pelas fêmeas é semelhante ao sinal emitido em situações de estresse. No entanto, os resultados obtidos neste estudo demonstram que os parâmetros temporais e espectrais dos sinais de estresse e de rejeição das fêmeas apresentam diferenças que permitem caracterizá-los como distintos, o que sugere que o conteúdo de informação carregado em cada caso é diferente. A emissão de cada tipo de sinal em contextos comportamentais específicos sustenta esta hipótese.

A estridulação em machos e fêmeas de *E. postfasciatus* é mediada por um aparato morfológicamente semelhante entre os sexos. De acordo com a classificação proposta por

Lyal e King (1996), este aparato é do Tipo 3, com o *pars stridens* localizada nos élitros e o *plectrum* nos últimos tergitos abdominais. A produção sonora ocorre por meio do movimento ântero-posterior da extremidade abdominal do inseto, que faz o *plectrum* friccionar-se contra o *pars stridens*. As diferenças nos parâmetros acústicos dos sinais entre machos e fêmeas podem ser atribuídas a variações morfológicas sutis no aparelho estridulatório. Além disso, a variabilidade nos parâmetros sonoros pode estar associada ao tamanho corporal individual, que influencia diretamente as dimensões do aparato e, consequentemente, as características dos sinais produzidos (Yturralde e Hofstetter, 2015; Catafesta et al., 2023).

Os resultados obtidos neste estudo, ao integrar a análise dos sinais acústicos, a morfologia do aparelho de produção sonora e o contexto comportamental associado à emissão dos sinais, fornecem uma base para a compreensão dos mecanismos de comunicação acústica intraespecífica. Investigações futuras devem considerar outras modalidades sensoriais envolvidas na comunicação, como sinais químicos, visuais e táticos, visando uma compreensão mais abrangente dos aspectos reprodutivos e comportamentais de grupo de *E. postfasciatus*. Isso pode contribuir para o desenvolvimento de novas táticas sustentáveis de manejo baseadas na manipulação comportamental da praga.

Referências Bibliográficas

- Arnqvist, G. (1988) Mate guarding and sperm displacement in the water strider *Gerris lateralis* Schumm (Heteroptera: Gerridae). **Freshwater Biology**, 19:269 – 274.
- Barreto, M.R.; Anjos, N.; Della-Lucia, T.M.C. (1999) Comportamento reprodutivo de *Spermologus rufus* Boheman (Coleoptera: curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28 (2): 351-354, FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0301-80591999000200022>.
- Barreto-Triana, N. (2009) **Comportamento sexual e reprodutivo de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Ciências. Área de concentração: Entomologia) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Bradbury, J. W.; Vehrencamp, S. L. (2011) **Principles of Animal Communication**. 2. ed. Sunderland, Massachusetts, Eua: Sinauer Associates, 768 p.

Brumm, H. (2014) **Animal Communication and Noise**, Volume 2. Springer Berlin, Heidelberg, 453 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41494-7>.

Catafesta, G.; Blassioli-Moraes, M.C.; Borges, M.; Gomes, A.C.M.M.; Silva, A.C.; Ricalde, M.P.; Laumann, R.A. (2023) Reproductive Behavior and Stridulatory Communication in *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae: Cryptorhynchinae), **Journal of Insect Behavior**, 36 (4): 290–307. DOI: [10.1007/s10905-023-09842-7](https://doi.org/10.1007/s10905-023-09842-7).

Carbone, S. S; Rivera, A. C. (1998) Sperm competition, cryptic female choice and prolonged mating in the Eucalyptus Snout Beetle, *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Etologia**, 6: 33 – 40.

Claridge, L. C. (1969) Sound production in species of Rhynchaenus (= Orchestes) (Coleoptera: curculionidae). **Transactions Of The Royal Entomological Society Of London**, 120 (14): 287-295, Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2311.1968.tb00340.x>.

Čokl, A.; Virant-Doberlet, M. (2003) Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. **Annual Review of Entomology**, 48: 29 – 50.

Davranoglou, L.R.; Taylor, G.K.; Mortimer, B. (2023) Sexual selection and predation drive the repeated evolution of stridulation in Heteroptera and other arthropods. **Biological Reviews**, [S.L.]: 1-40, Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12938>.

Drosopoulos, S.; CLlaridge, M. F. (2006). **Insect Sounds and Communication: Physiology, Behaviour, Ecology, and Evolution**. Boca Raton, Fl: Crc Press, 532 p. (Contemporary Topics in Entomology).

Eberhard, W. G. (1991) Copulatory courtship and cryptic female choice in insects. **Biological Reviews**, 66: 1 – 31. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1991.tb01133.x>.

Golov, Y.; Harari, A.; Rillich, J; Ayalli, A. (2018) Precopulatory behavior and sexual conflict in the desert locust. **PeerJ**, 6: 1-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4356>.

Goodwin, J.T.L.; Hillier, N.K.; Roscoe, L.E.; Sweeney, J.D. (2019) Anatomy of the stridulation apparatus of the beech leaf-mining weevil and characterization of, and

behavioral responses to, stridulation sounds. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, 167(11): 957-968. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/eea.12844>.

Hardy, I.C.W.; Ode, P.J.; Siva-Jothy, M. (2007) **Mating Behaviour. Insects As Natural Enemies.** Jervis, M.A. (eds) Springer, Dordrecht. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2625-6_4.

Himuro, C.; Ikegawa, Y.; Honma, A. (2017) Males Use Accessory Gland Substances to Inhibit Remating by Females in West Indian Sweetpotato Weevil (Coleoptera: Curculionidae) **Annals of the Entomological Society of America**, 110(4): 374–380. DOI: 10.1093/aesa/sax036.

Hyder, D.E.; Oseto, C.Y. (1989) Structure of the stridulatory apparatus and analysis of the sound produced by *Smicronyx fulvus* and *Smicronyx sordidus* (coleoptera, curculionidae, erirrhininae, smicronychini). **Journal Of Morphology**, 201(1): 69-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.1052010107>.

Isa, M.; Kumano, N.; Tatsuta, H. (2019) When a male perceives a female: the effect of waxy components on the body surface on decision-making in the invasive pest weevil. **Royal Society Open Science**, 6, artigo 181542. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.181542>.

Kaakeh, W. (1998) The mating behaviour of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver (Coleoptera: curculionidae). **Emirates Journal Of Food And Agriculture**, 10 (1): 24. Faculty of Food and Agriculture, United Arab Emirates University. DOI: <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.v10i1.5128>.

Kumano N, Haraguchi D, Kohama T (2008) Effect of irradiation on mating performance and mating ability in the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 127: 229 – 236. DOI: [10.1111/j.1570-7458.2008.00706.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00706.x).

Kumano N, Haraguchi D, Kohama T. (2009) Female mating status does not affect male mating behavior in the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 131, 39–45. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00825.x>.

Kumano N, Kuriwada T, Shiromoto K, Haraguchi D, Kohama T (2010) Effect of body size and sex ratio on male alternative mating tactics of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 135: 154–161. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.00975.x>.

Kumano N, Kuriwada T, Shiromoto K, Haraguchi D, Kohama T (2011) Intensive resistance by females before copulation induces insemination failure in the West Indian sweet potato weevil *Euscepes postfasciatus*. **Population Ecology**, 53: 111-117. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10144-010-0217-6>.

Kuriwada T, Kumano N, Shiromoto K, Haraguchi D (2011) The Effect of Inbreeding on Mating Behaviour of West Indian Sweet Potato Weevil *Euscepes postfasciatus*. **Ethology**, 117: 822–828.

Low, M. L.; Naranjo, M.; Yack, J. E. (2021) Survival Sounds in Insects: diversity, function, and evolution. **Frontiers In EcologyAnd Evolution**, 9: 1-20, Frontiers Media SA. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2021.641740>.

Lyal, C.H.C.; King, T. (1996) Elytro-tergal stridulation in weevils (Insecta: coleoptera. **Journal Of Natural History**, 30 (5): 703-773, Informa UK Limited. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00222939600770391>.

Lukić, I.; Bedoya, C. L.; Hofstetter, E.M.; Hofstetter, R.W. (2021) Pinyon engraver beetle acoustics: stridulation apparatus, sound production and behavioral response to vibroacoustic treatments in logs. **Insects**, 12(6): 496. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/insects12060496>.

Maisin, N.; Hassan, S. T. S.; Hussein, M. Y.; Sajap, A.S. (1997) Mating behaviour of *Menochilus sexmaculatus* Fabr. (Coleoptera: Coccinellidae). **Malaysian Applied Biology**, 26: 57 – 61.

Mampe, C.D.; Neunzig, H.H. (1966) Function of the stridulating organs of *Conotrachelus nenuphar*. **Annals of the Entomological Society of America**, 59: 614-615.

Martins, C.B.C.; Saad, E.B.; de Almeida, L.M.; Zarbin, P.H.G. (2013) Cuticular Compounds Recognition and Mating Behavior of the Rice Water Weevil *Oryzophagus*

oryzae (Coleoptera, Curculionidae). **Jornal of Insect Behavior**, 26: 812–823. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10905-013-9396-2>.

Matthews, R.W.; Matthews, J. R. (2009) **Visual Communication. Insect Behavior**, [S.L.], p. 261-290, Springer Netherlands. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-2389-6_7.

Mutis, A; Parra, L; Palma, R; Pardo, F; Perich, F; Quiroz, A. (2009) Evidence of Contact Pheromone Use in Mating Behavior of the Raspberry Weevil (Coleoptera: curculionidae). **Environmental Entomology**, 38 (1): 192- 197. Oxford University Press (OUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/022.038.0124>.

Nunes, A. B.; Ronchi-Teles, B.; Spironello, W. (2009) Comportamento de estridulação em *Heilipus odoratus* Vanin & Gaiger (Coleoptera, Curculionidae, Molytinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 53 (3): 334-336. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0085-56262009000300004>.

R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <<https://www.R-project.org>>

Reut, M.; Matsumura, Y.; Kozlowski, M. W.; Beutel, R. G. (2017) Bizarre mating in the entimine weevil *Polydrusus picus*. **Journal Of Zoological Systematics And Evolutionary Research**, 56(2): 192-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jzs.12194>.

Rudinsky, J.A.; Oester, P.T.; Ryker, L.C. (1978) Gallery initiation and male stridulation of the polygamous spruce bark beetle *Polygraphus rufipennis*. **Annals of the Entomological Society of America**, 71(3): 317-321.

Sato, Y.; Kohama, T. (2007) Post-copulatory Mounting Behavior of the West Indian Sweetpotato Weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae). **Ethology**, 113: 183–189. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2006.01309.x>.

Sebastián-González, E.; Pérez-Granados, C. (2025) Geographic Variation in Acoustic Signals in Wildlife: A Systematic Review. **Journal of Biogeography**, 52 (6), Article e15116: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.15116>

Silva, W.D. (2009) **Comportamento sexual da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)**. Dissertação

(Mestrado em Ciências. Área de concentração: Entomologia) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

Sirot, L. K.; Lapointe, S. L. (2008) Patterns and Consequences of Mating Behavior of the Root Weevil *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Florida Entomologist**, 91(3): 400-406. DOI: [http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040\(2008\)91\[400:pacomb\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040(2008)91[400:pacomb]2.0.co;2).

Souza, R. M. (2006) **Sinais envolvidos na comunicação de *Amerrhinus ynca Sahlberg, 1823* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2006. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes - RJ.

Valentine, B.D. (1973) Grooming Behavior in Coleoptera. **The Coleopterists Bulletin**. [S.L]: 63-73. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3999432>.

Viana, A. M. M.; Vilela, E. F. (1996) Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 25 (2): 347-350.

Virant-Doberlet, M.; Čokl, A. (2004) Vibrational communication in insects. **Neotropical Entomology**, 33 (2): 121-134, Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2004000200001>.

Yasuda K, Tokuzato M (1999) Sound production during mating and disturbance in the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Farmaire) (Coleoptera: Curculionidae). **Applied Entomology and Zoology**, 34 (4): 443-447. DOI: [10.1303/aez.34.443](https://doi.org/10.1303/aez.34.443).

Yee, D.A.; Kehl, S. (2015) **Order Coleoptera In: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates**, Thorp, J.H.; Rogers, D.C. 4 ed, Academic Press, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00039-5Get rights and content>

Yturralde, K.M. Hofstetter, R.W. (2015) Characterization of stridulatory structures and sounds of the larger Mexican pine beetle, *Dendroctonus approximatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). **Florida Entomologist**, 98 (2): 516-527. DOI: https://openknowledge.nau.edu/id/eprint/2958/1/Yturralde_K_Hofstetter_R_Characterization_stridulatory_structures.pdf

Walgenbach, C.A.; Burkholder, W.E. (1987) Mating Behavior of the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae)1. **Annals Of The Entomological Society Of America**, 80(5): 578-583. Oxford University Press (OUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/80.5.578>.

Wanto, M. M.; Fischer, M. L. (2005) Comportamento sexual de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Insecta, Coleoptera). **Revista Brasileira de Zoociências**, 7(1): 143-164.

Wilson, L.M.; Henry, C.S.; Johnson, J.B.; Mccaffrey, J.P. (1993) Sound Production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: curculionidae). **Annals Of The Entomological Society Of America**, 86(5): 621-630. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/86.5.621>.

Wojcik, D. P. (1969) Mating Behavior of 8 Stored-Product Beetles (Coleoptera: dermestidae, tenebrionidae, cucujidae, and curculionidae). **The Florida Entomologist**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 171. JSTOR.

Capítulo 2

Comunicação química de *Euscepes postfasciatus*: identificação de voláteis emitidos por adultos e estudo comportamental frente a odores

Introdução

A comunicação química é considerada como um dos sistemas de interação mais complexos e abrangentes, atuando em múltiplos níveis ecológicos e promovendo relações complexas (Michailidu et al., 2025). Os compostos químicos envolvidos na troca de informações entre organismos são conhecidos como semioquímicos (“semeion”: sinal = sinal químico). Estes são compostos orgânicos que mediam interações tanto intraespecíficas, chamados de feromônios, quanto interespecíficas, chamados de aleloquímicos (Moulton, 1968; Palial e Nidhi, 2019; Michailidu et al., 2025). Esses compostos são liberados por um organismo e provocam respostas comportamentais ou fisiológicas em outro, podendo beneficiar o emissor, o receptor ou ambos (Nesreen, 2019; Sharma et al., 2019).

Os feromônios desempenham papéis críticos em diversos comportamentos fundamentais, como acasalamento, marcação territorial, emissão de alertas e organização social, sendo amplamente utilizados por insetos, mamíferos e peixes (Moulton, 1968; Michailidu et al., 2025). Sua diversidade estrutural é significativa, podendo incluir hidrocarbonetos, ésteres, álcoois, esteroides e peptídeos, variando desde moléculas voláteis simples até peptídeos complexos, sempre adaptados ao ambiente e necessidades específicas de cada espécie (Michailidu et al., 2025).

Os feromônios podem ser classificados como feromônios de agregação, que geralmente são emitidos por um dos sexos e atraem ambos os sexos para locais de alimentação ou reprodução (Nesreen, 2019; Gaffke et al., 2021). Esses sinais favorecem o agrupamento dos insetos gerando aumento da densidade populacional. Isto, no caso de insetos herbívoros que são pragas agrícolas, contribui para o aumento de danos às plantas hospedeiras, um efeito bem documentado em coleópteros herbívoros das famílias Chrysomelidae e Curculionidae (Nesreen, 2019; Gaffke et al., 2021). Já os feromônios de alarme alertam outros indivíduos da mesma espécie sobre a presença de predadores ou ameaças, sendo o segundo tipo mais comum entre os insetos, após os feromônios sexuais (Nesreen, 2019). Por sua vez, os feromônios sexuais atuam na interação entre os sexos e são, em sua maioria, produzidos por fêmeas para atrair machos durante o período reprodutivo (Nesreen, 2019; Sharma et al., 2019).

Diferente dos feromônios, os aleloquímicos são compostos químicos que mediam a comunicação entre espécies diferentes e podem beneficiar o emissor (alomônios), o

receptor (cajomônios) ou ambos (sinomônios) (Sharma et al., 2019; Palial e Nidhi, 2019; Nesreen, 2019, Nesreen, 2020). Alomônios podem atuar como defesas químicas, cairomônios permitem que o receptor explore sinais emitidos involuntariamente, e os sinomônios promovem interações mutuamente benéficas, como a atração de polinizadores ou inimigos naturais de pragas.

A coleta e identificação de feromônios e compostos voláteis seguem protocolos rigorosos que visam preservar a integridade das amostras e garantir a precisão das análises químicas. A técnica de aeração é amplamente empregada, consistindo na passagem de ar filtrado por carvão ativado através de câmaras de vidro contendo os insetos de interesse. Os voláteis são capturados em tubos contendo polímeros que atuam como adsorventes, com posterior eluição em diferentes solventes orgânicos, dependendo da polaridade dos compostos liberados pelos insetos (Bassioli-Moraes et al., 2008; Michereff et al., 2021; Bassioli-Moraes et al., 2025). Em estudos com plantas, o sistema “push-pull” é frequentemente utilizado para garantir pressão positiva e evitar a entrada de ar externo (Bassioli-Moraes et al., 2003).

A separação e purificação de compostos específicos podem ser realizadas por cromatografia em coluna, utilizando fases estacionárias como sílica gel e eluentes de polaridades graduais. A identificação dos compostos voláteis é feita por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), com comparação de tempos de retenção e padrões de fragmentação com bancos de dados (como o NIST) e padrões autênticos (Bassioli-Moraes et al., 2008; Michereff et al., 2021; Da Silva et al., 2022; Bassioli-Moraes et al., 2025). Em alguns casos, o uso de armadilhas térmicas (TCT) permite a liberação térmica controlada dos voláteis adsorvidos, aumentando a sensibilidade da detecção (Ray et al., 2019). Para validação funcional dos compostos identificados como feromônios, bioensaios são realizados com frações purificadas, estes que se referem a arenas de ar que transporta os voláteis a ser avaliado e permite a observação do comportamento do inseto ao volátil, permitindo assim confirmar sua atividade biológica e relevância comportamental (Bassioli-Moraes et al., 2003).

Os feromônios são os semioquímicos mais usados no manejo integrado de pragas (MIP) devido à sua capacidade de atrair indivíduos da mesma espécie, sendo ferramentas eficazes tanto para o monitoramento quanto para o controle de insetos. O monitoramento é um dos pontos centrais do MIP, e armadilhas com iscas de feromônio são amplamente

utilizadas em todo o mundo para acompanhar populações de pragas. Essas armadilhas são especialmente eficazes para mariposas (Lepidoptera), besouros (Coleoptera) e percevejos (Pentatomidae) (Dent, 2000; Blassioli-Moraes et al., 2019). Além do monitoramento, os feromônios também podem ser usados para reduzir populações de pragas através de técnicas como a coleta massal, que visa atrair e capturar grande parte dos insetos. Outra estratégia é a de atrai-mata, que utiliza feromônios para atrair os insetos a uma substância tóxica (Baker, 2009). Uma variação mais recente dessa técnica envolve o uso de microrganismos entomopatogênicos incorporados nas iscas com feromônio, aumentando o efeito de controle (Blassioli-Moraes et al., 2019; Hassemer et al., 2020).

Até o presente momento, não foram identificados compostos voláteis com função de feromônio sexual ou de agregação em *Euscepes postfasciatus*. No entanto, estudos sobre a ecologia química da espécie indicam que os machos possuem glândulas secretoras que liberam substâncias durante a cópula, as quais promovem uma inibição temporária da receptividade sexual das fêmeas (Himuro et al., 2017). Além disso, há evidências de que os adultos de *E. postfasciatus* respondem a extratos da superfície corporal de outros indivíduos, se mantendo na localização onde esses compostos se encontram na arena, possivelmente mediadas por hidrocarbonetos cuticulares de contato (Isa et al., 2019).

Tendo em vista a carência de estudos sobre Ecologia química, especialmente a comunicação química, da praga da batata-doce, este trabalho teve como objetivo estudar a comunicação química de *E. postfasciatus*, identificando os voláteis emitidos por fêmeas e macho da espécie, juntamente com o estudo comportamental frente aos voláteis oriundos dos adultos e da sua fonte de alimento e oviposição. Isto pode contribuir para o desenvolvimento de ferramentas para o manejo da espécie.

Material e Métodos

Insetos

Os insetos utilizados neste trabalho foram criados e mantidos segundo o descrito no Capítulo 1. Em todos os casos foram utilizados insetos maduros sexualmente, virgens e com 10 a 15 dias no estágio adulto.

Prospecção e identificação do feromônio de *E. postfasciatus*

Para a coleta de voláteis emitidos por machos e fêmeas de *E. postfasciatus* foi utilizada a técnica de aeração. Para isto, os insetos maduros sexualmente, foram colocados

separado por sexo, em 2 tipos de câmaras de vidro. O primeiro tipo foi uma câmara vertical de 500 ml com fechamento hermético (Fig 20A; Fig 20B). O segundo modelo de câmara utilizada foi de vidro horizontal 42 x 5,5cm (Fig 20C) cobertas com papel alumínio para manter o ambiente escuro. Nestas câmaras se coletaram voláteis a partir de machos, fêmeas e casais. Nas câmaras verticais foram introduzidos 100 e 200 insetos por câmara e nas câmaras horizontais foram utilizados 10 a 50 insetos e casais por câmara. Para reduzir o estresse dos insetos e estimular a produção de voláteis os insetos foram mantidos com alimento durante todo o período de aeração. Foram avaliados diferentes tipos de alimento oferecido para os insetos, tais como rodelas de tubérculos de batata-doce, tubérculos inteiros de batata-doce e tubérculos de batata-doce com brotos e folhas.

Nas câmaras foi criada uma corrente de ar utilizando bombas de vácuo. Através de dois orifícios da tampa da câmara vertical ou dos fechamentos laterais da câmara horizontal, foram adaptados dois tubos de vidro, um contendo um filtro de carvão ativado, para entrada de ar filtrado com carvão ativado (20-40 mesh, Sigma-Aldrich) e livre de impurezas, e o outro com adsorvente HayeSep Q (100 mg, polímero de 80-100 mesh, Sigma-Aldrich) para coleta dos voláteis emitidos pelos insetos (Fig 20B). O tubo adsorvente foi conectado a uma bomba de vácuo que manteve um fluxo de 0,6 L/min. Desta forma, estabeleceu-se uma corrente onde o ar entra na câmara, atravessando inicialmente o filtro de carvão e foi escoado através do polímero para coleta dos voláteis (Fig 20B). Os voláteis capturados no adsorvente foram eluídos a cada 72 h, visto que coletas iniciais demonstraram que a quantidade de voláteis emitidos em 24 e 48 h foi insuficiente para detecção com os equipamentos de análise. Foram coletados voláteis de 13 grupos de machos e fêmeas respectivamente. A coleta se realizou em cada grupo durante 13 a 20 dias consecutivos.

A eluição foi realizada com 500 µl de n-hexano e os extratos concentrados para 50 µl sob um fluxo de N₂. As amostras foram armazenadas a -20°C até a análise por cromatografia gasosa (CG) (Fig 21A).

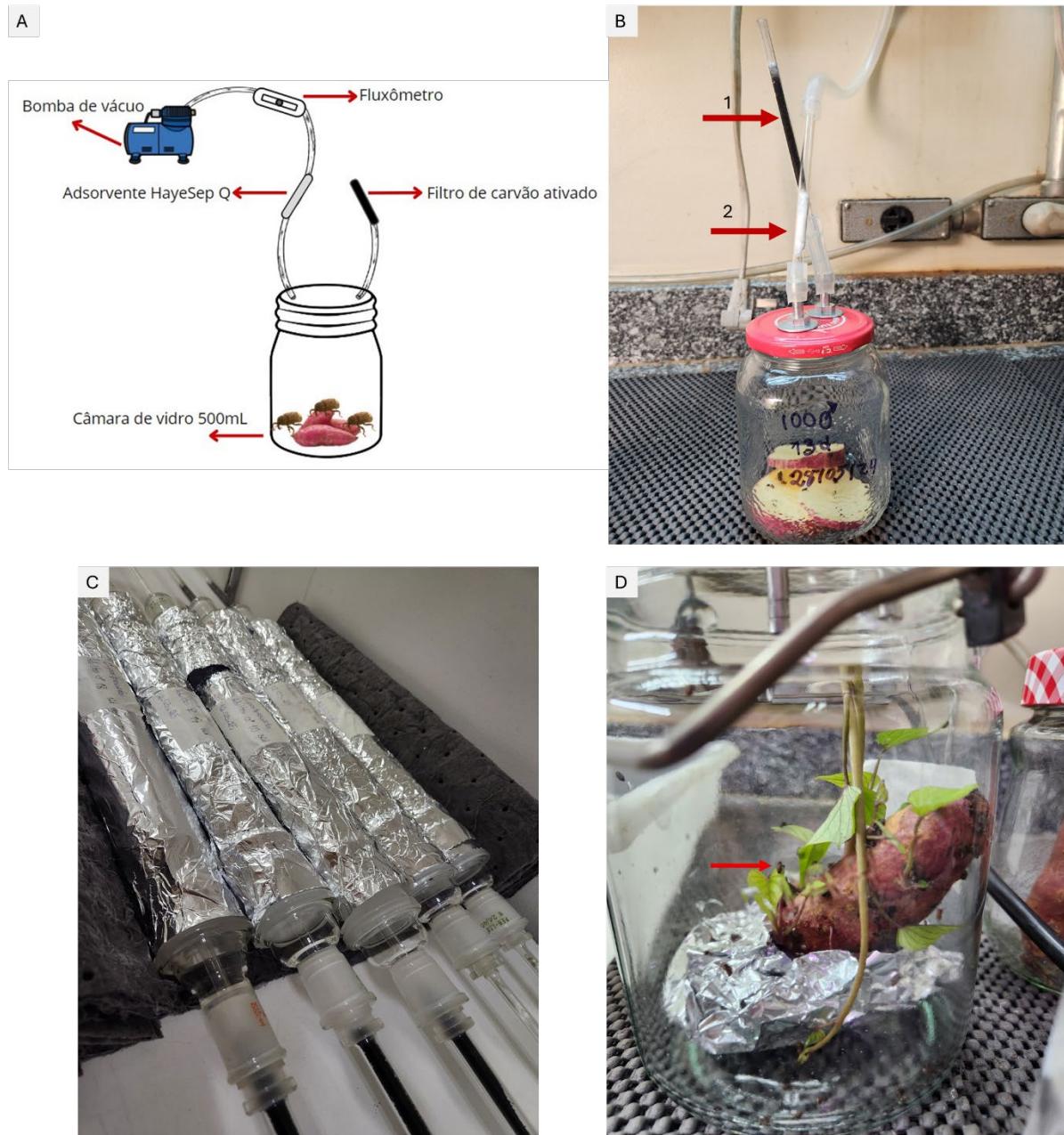


Figura 20. Sistemas de aeração utilizados para coleta de voláteis oriundos de adultos de *E. postfasciatus*. A) Esquema geral do sistema de aeração usando como exemplo uma câmara vertical. B) Aeração na câmara vertical de 500 ml, seta 1 indica o filtro de carvão ativado e a seta 2 indica o adsorvente. C) Câmaras horizontais montadas e cobertas com papel alumínio. D) Aeração montada em câmara vertical oferecendo tubérculos de batata-doce com brotos como fonte de alimento, o papel alumínio foi utilizado para isolar as raízes do tubérculo e evitar contaminações com voláteis oriundos das mesmas, seta vermelha indica um adulto na câmara. Fonte: Autor, 2025.

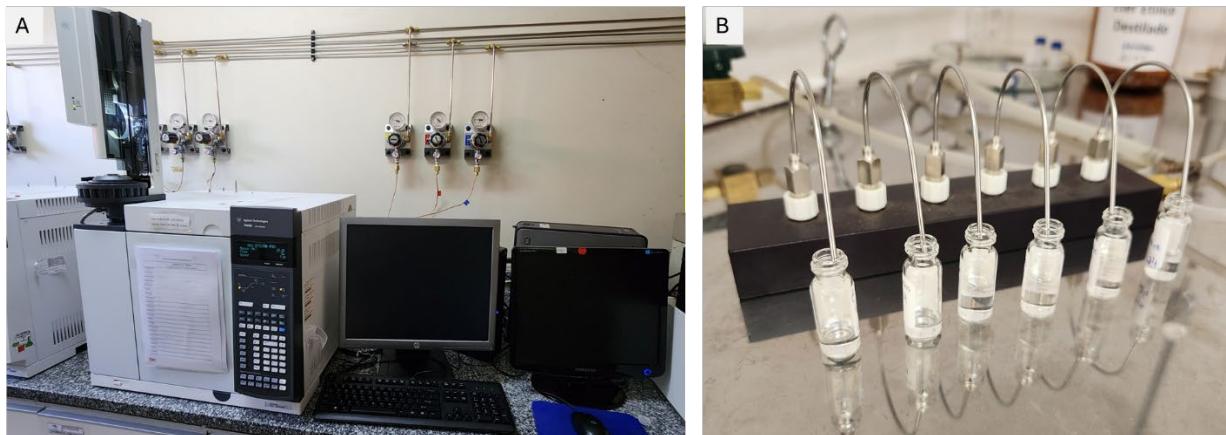


Figura 21. A) Cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chamas acoplado. B) Amostras de aeração em processo de concentração sob fluxo de Nitrogênio. Fonte: Autor, 2025.

Análises químicas das amostras contento voláteis de *E. postfasciatus*

Para análise quantitativa, os estratos foram analisados com o uso da técnica de cromatografia gasosa utilizando um CG-DIC (Cromatógrafo gasoso com detector por ionização de chama) (Agilent 780B) equipado com uma coluna apolar DB-5MS (30 m x 0,25 mm ID e espessura de filme de 0,25 μ m), injetor no modo *splitless*, e com hélio como gás de arraste. O programa de temperatura foi de 50 °C (2 minutos), com incremento de 5 °C/min até 180 °C (1 minuto), seguido de incremento de 10 °C/min até 250 °C (20 minutos). A temperatura do injetor se manteve a 250°C e temperatura do detector a 270°C. As amostras foram introduzidas na coluna capilar por meio de um sistema de injeção, em que o uso de altas temperaturas permite a volatilização dos compostos presentes na amostra. Os voláteis posteriormente são introduzidos na coluna capilar do equipamento e uma corrente de gás hélio que passa continuamente pela coluna junto ao aquecimento do equipamento, permite a separação dos compostos presentes na amostra. No final do percurso a coluna é conectada a um detector por ionização de chama (DIC), que gera um sinal elétrico proporcional à concentração de cada composto na amostra, isto é representado graficamente por um cromatograma onde os diferentes compostos presentes na amostra formam uma série de picos.

Estudo comportamental de *E. postfasciatus*

A primeira etapa para avaliar a possível presença de voláteis atrativos entre os sexos ou de outras fontes é a experimentação com insetos vivos. Para avaliar a resposta de

machos e fêmeas de *E. postfasciatus* a coespecíficos (bioensaios com insetos vivos) e a sua fonte de alimento, foram conduzidos bioensaios comportamentais em olfatometria. A técnica de olfatometria permite avaliar o comportamento de resposta (atração, repelência, por exemplo) dos insetos a voláteis. Foram utilizados dois olfatômetros. O primeiro olfatômetro utilizado foi o de duas escolhas, formado por um bloco quadrado de acrílico (19 x 19 x 1 cm) com uma cavidade em formato de Y (1,5 cm largura) com o braço comum ou tronco de 8,0 cm e cada braço com 7 cm de comprimento (Fig 22A), e o de 4 escolhas, formado por um bloco quadrado de acrílico (16,5 x 16,5 x 1 cm) com uma cavidade em formato de X, com a área de liberação medindo 6,5 x 6,5 cm, e cada braço 5 cm (Fig 22B). A cavidade em ambos foram fechadas com duas placas de vidro de 0,4 mm colocadas por cima e abaixo do bloco de acrílico.

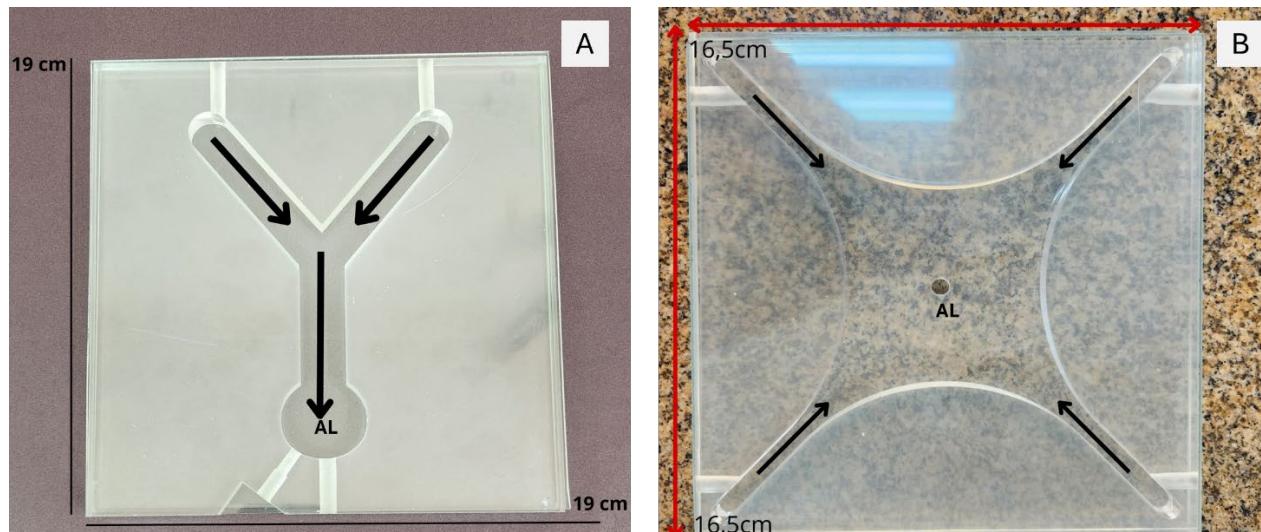


Figura 22. Arenas utilizadas para bioensaios comportamentais em olfatometria para *E. postfasciatus*. A) Olfatômetro de 2 escolhas em formato de Y com suas medidas, setas indicam o fluxo do ar dentro da arena, AL: Área de Liberação. B) Olfatômetro de 4 escolhas em formato de X com suas medidas, setas indicam o fluxo de ar dentro da arena, AL: Área de Liberação. Fonte: Autor, 2025.

No interior do olfatômetro foi criado um fluxo de ar utilizando bombas de ar e de vácuo. Na bomba de ar, foi acoplado um filtro com carvão ativado (20-40 mesh, Sigma-Aldrich), para filtrar o ar, e um umidificador para acondicionar o ar que entrará no equipamento. Antes da entrada do ar no olfatômetro, foram acondicionados recipientes de vidro para colocar as amostras a serem avaliadas. O ar foi escoado do equipamento utilizando uma bomba de vácuo. O fluxo de circulação foi controlado com fluxômetros,

com a entrada de ar de 0,4 lpm e de saída 0,3 lpm para, desta forma, manter uma leve pressão positiva no equipamento evitando contaminação com ar do ambiente. Com este sistema se cria um fluxo unidirecional do ar que inicia nos braços comuns do olfatômetro e finaliza na base do braço comum (Fig 23), local onde se liberam os insetos.

Nos bioensaios, foram contrastados 20 adultos (machos e fêmeas de *E. postfasciatus*) virgens e maduros sexualmente, com idade de 12 a 15 dias. Os insetos a serem utilizados como tratamento foram climatizados na sala experimental e no sistema de ar durante 1 hora antes dos bioensaios. Para avaliar a resposta dos insetos aos voláteis da batata-doce, 20 g de batata-doce, da variedade BRS, Rubissol foram cortados em rodelas, pesados e dispostos em uma câmara de vidro pequena. Quando utilizada a batata-doce com brotos, estas foram mantidas em potes com água para crescimento das raízes e brotos, sendo utilizadas inteiras em câmaras de vidro de aproximadamente 3 L. Os adultos permaneceram sem contato com o alimento antes do bioensaio por no mínimo 12 h. O controle utilizado foi ar puro.

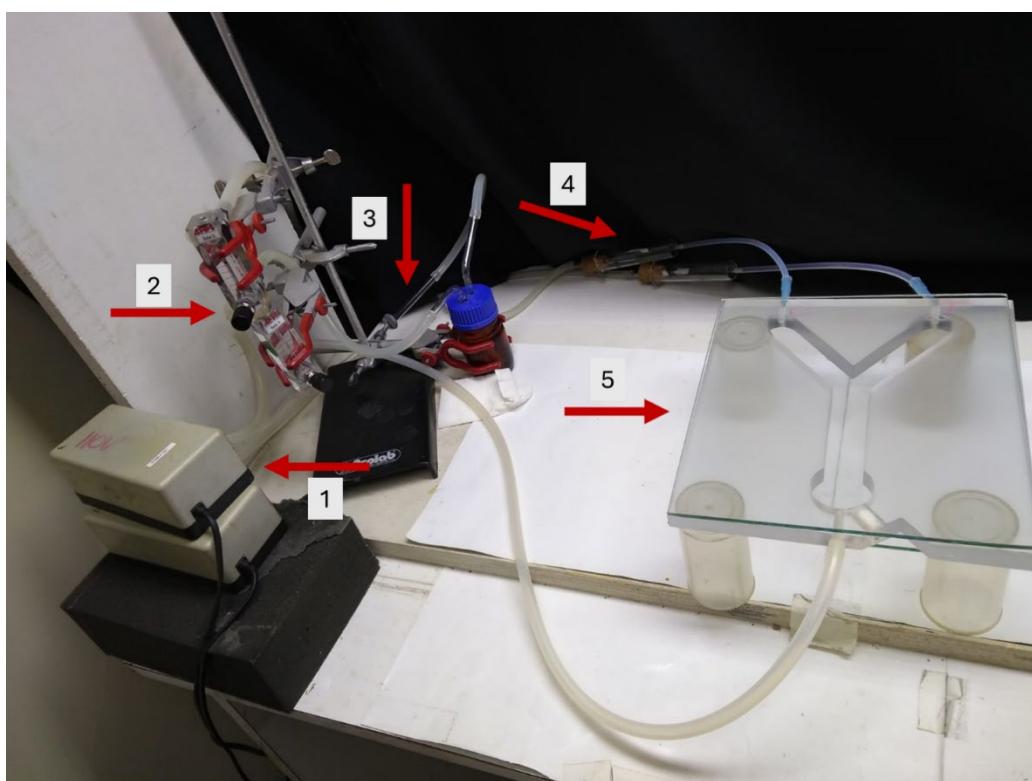


Figura 23. Sistema de olfactometria utilizado nos bioensaios. 1: bombas de ar e de vácuo para manter o fluxo do sistema. 2: fluxômetros para regulagem do fluxo de ar. 3: filtro de carvão ativado para purificação do ar. 4: recipientes para colocar os tratamentos (insetos ou plantas) a serem avaliados. 5: olfatômetro utilizado. Fonte: Autor, 2025.

Foram realizadas 50 repetições para os tratamentos dos bioensaios de 2 escolhas, sendo estes, 20 Fêmeas x Ar; 20 Machos x Ar. Para os bioensaios em olfatômetro de 4 escolhas, foram realizadas 20 repetições para os tratamento, foram contrastados 20 Fêmeas num dos braços contra o Ar em 3 braços, o mesmo foi repetido para os 20 Machos como tratamento. Quando utilizada 20 g de batata-doce como tratamento, foi contrastado 1 braço com tratamento x 3 braços com controle; 2 braços com tratamentos x 2 braços com controle. Para avaliar a batata-doce com brotos foi realizado apenas 1 braço com tratamento x 3 braços com controle. Estes modelos foram utilizados visto que o sistema 1 Tratamento x 3 Controles é o melhor para averiguar atratividade do inseto ao tratamento e o sistema 2 Tratamentos x 2 Controles é utilizado para averiguar a atratividade juntamente com o viés do sistema.

Durante a realização dos bioensaios, o olfatômetro foi girado horizontalmente para seu lado oposto a cada 3 repetições, para evitar viés de posicionamento na resposta dos insetos, em cada repetição foi utilizado um adulto virgem e maduro sexualmente que foi observado durante 10 minutos. Foi registrada a primeira escolha que o inseto realizou, considerando o braço do olfatômetro onde o inseto entrou primeiro permanecendo por, no mínimo, 20 s e o tempo de residência em cada braço, medido com o tempo total que o inseto permaneceu em cada braço do olfatômetro. Os olfatômetros foram lavados a cada 10 repetições.

Análise de dados

Para análise das primeiras escolhas dos insetos em submetidos a cada tratamento foi realizado o teste de χ^2 , para testar a hipótese de não preferência (50% dos insetos escolhendo cada área do olfatômetro no caso de dupla escolha ou 25% no caso do olfatômetro de 4 escolhas). O tempo de residência em cada braço do olfatômetro foi comparado, utilizando o teste de Mann-Whitney, no bioensaio de 2 escolhas, e teste de Kruskal-Wallis para os bioensaios de 4 escolhas.

Resultados

Extratos de aerações de adultos de *E. postfasciatus*

Ao longo dos dois anos de pesquisa, foram coletadas 208 amostras de aerações, coletadas em 13 grupos de aerações diferentes, provenientes de adultos de *E. postfasciatus*, tanto de machos quanto de fêmeas, juntamente com as amostras controle

contendo somente a batata-doce. Nas 208 amostras obtidas, em apenas 5, oriundas de 3 grupos de aerações diferentes, foram encontrados picos específicos de compostos liberados nas amostras das fêmeas, que não estavam presentes nas amostras dos machos ou no controle (câmaras sem inseto, somente com o alimento) (Fig 24). Estes compostos foram encontrados apenas em emissões coletadas a cada 72 h, com a batata-doce com brotos e folhagem sendo a fonte de alimento e em câmaras verticais. Estes compostos foram liberados 10 dias após o início das aerações e em dias seguidos, com os adultos tendo uma idade média entre 24 e 30 dias nas emissões dos compostos. Arenas comportamentais.

Nos bioensaios com o olfatômetro de 2 escolhas, não foram encontradas diferenças significativas entre as áreas do olfatômetro com os tratamentos e controle tanto na primeira escolha quanto no tempo de residência. Somente no caso de machos respondendo a machos foi observada uma preferência pelo tratamento ao considerar o tempo de residência (Tabela 3). Visto que não houve predominantemente resultados significativos no olfatômetro de duas escolhas, foi utilizado o de quatro escolhas para verificar se há uma diferença entre as arenas utilizadas e assim definir o melhor método para bioensaios comportamentais.

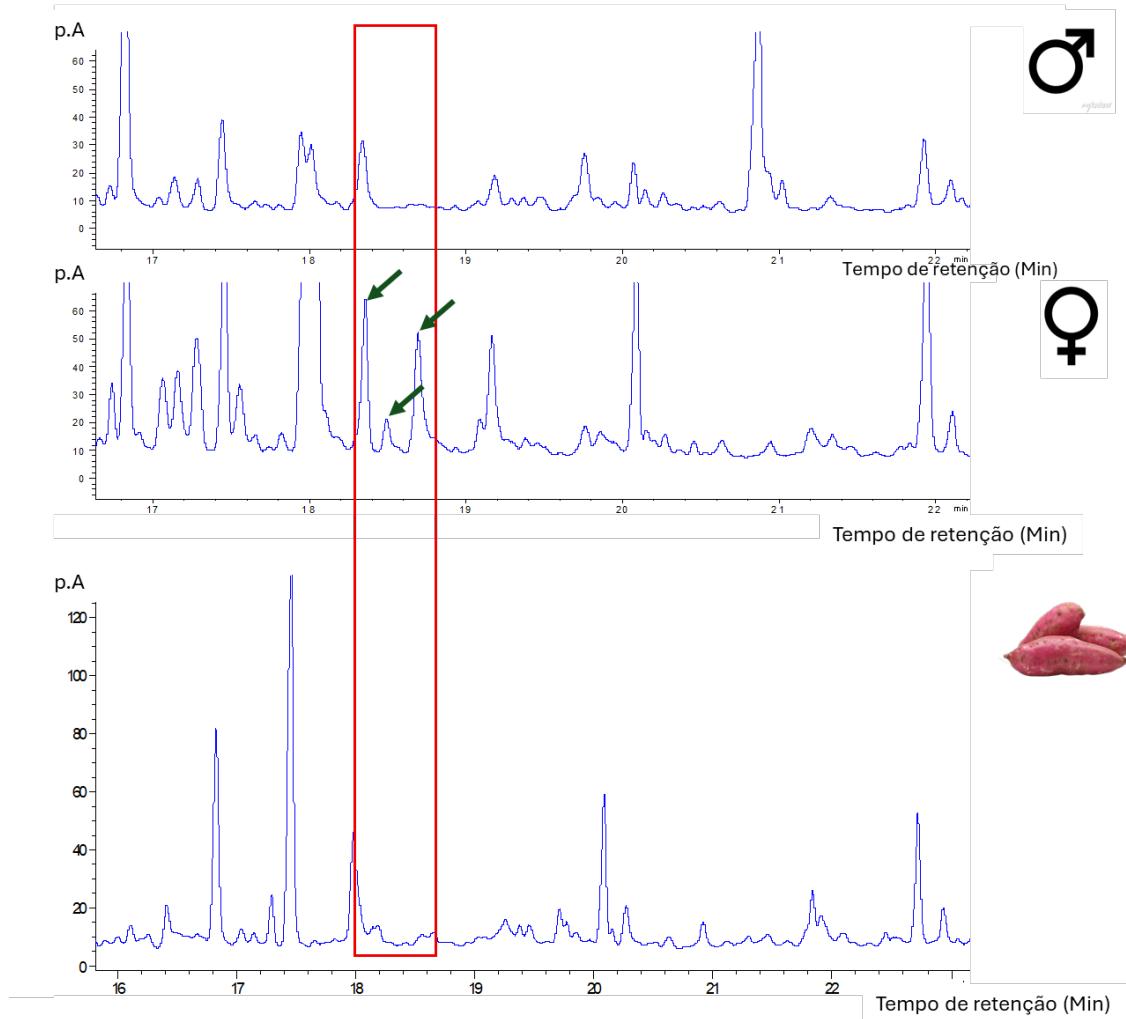


Figura 24. Cromatogramas referentes às aerações de machos e fêmeas de *E. postfasciatus*, juntamente com a amostra controle, respectivamente. Em vermelho e nas setas verdes estão destacados os três picos específicos das fêmeas.

Nos bioensaios em olfatômetro de 4 escolhas, ao utilizar adultos de *E. postfasciatus* como tratamento, novamente não foram observadas respostas significativas tanto na primeira escolha quanto no tempo de residência (Tabela 4).

Nos bioensaios com a planta hospedeira, ao contrastar dois braços com tratamento (rodelas de tubérculos de batata-doce) contra o ar (controle), foi somado os valores de T e os de C para serem analisados como um só. Não foi observado resultado significativo nem na primeira escolha nem no tempo de residência (Tabela 4).

Quando utilizado a arena de 4 escolhas mas somente um dos braços contendo o tratamento, não foram observadas respostas significativa nem na primeira escolha nem no tempo de residência (Tabela 4).

Ao mudar o tipo de tratamento para batata-doce com brotos não foram observadas respostas significativas tanto ao considerar a primeira escolha quanto o tempo de residência (Tabela 4).

Tabela 3 Primeira escolha e de tempo de residência (s)de adultos de *Euscepes postfasciatus* respondendo a voláteis de seus coespecíficos em bioensaios de olfatometria de dupla escolha (tipo Y).

	Primeira Escolha			Tempo de Residência	
	T	C	SR	T	C
Fêmeas x Fêmeas	17	20	13	254,59	246,92
$\chi^2 = 0,24$; g.l = 1; p = 0,621			Mann-Whitney z = 0,58; p = 0,55		
Fêmeas x Machos	11	20	19	219,96	242,16
$\chi^2 = 2,61$; g.l = 1; p = 0,105			Mann-Whitney z = 0,11; p = 0,9		
Machos x Fêmeas	20	10	20	356,96	210
$\chi^2 = 3,33$; g.l = 1; p = 0,06			Mann-Whitney z = 1,4; p = 0,16		
Machos x Machos	23	17	10	324,16	193,8
$\chi^2 = 0,9$; g.l = 1; p = 0,342			Mann-Whitney z = 2,16; p = 0,02		

Referências: T: Tratamento; C: Controle; SR: Sem Resposta; (Tempo de Residência – média das respostas).

Tabela 4. Primeira escolha e de tempo de residência (s)de adultos de *Euscepes postfasciatus* respondendo a voláteis de seus coespecíficos e da planta hospedeira em bioensaios de olfatometria de quatro escolhas (tipo X).

	Primeira Escolha					Tempo de Residência			
	B1	B2	B3	B4	SR	B1	B2	B3	B4
Fêmeas x fêmeas	5	4	3	7	1	108,7 (± 45,6)	111,2 (± 43,61)	95 (± 44,62)	71,2 (± 36)
	$\chi^2 = 3,6$; g.l = 3; $p = 0,3$					Kruskal-Wallis $\chi^2 = 0,64$; $p = 0,81$			
Fêmeas x machos	5	4	3	7	1	143,4 (± 49,96)	97,1 (± 35,3)	93,95 (± 45,65)	108 (± 43,2)
	$\chi^2 = 0$; g.l = 3; $p = 1$					Kruskal-Wallis $\chi^2 = 1,03$; $p = 0,73$			
Machos x fêmeas	6	5	4	3	2	90,05 (± 40,37)	114,75 (± 42,07)	81,2 (± 30,18)	42,55 (± 26,14)
	$\chi^2 = 0,4$; g.l = 3; $p = 0,94$					Kruskal-Wallis $\chi^2 = 1,91$; $p = 0,5$			
Machos x machos	6	3	6	3	2	100,7 (± 42,55)	73,9 (± 34,4)	102 (± 42,53)	146,85 (± 51,31)
	$\chi^2 = 0,4$; g.l = 3; $p = 0,94$					Kruskal-Wallis $\chi^2 = 0,83$; $p = 0,8$			
Batata-doce	3	8	3	6	0	162,9 (± 47,41)	113,2 (± 42,36)	106,6 (± 43,73)	75,3 (± 30,95)
	$\chi^2 = 1,6$; g.l = 3; $p = 0,65$					Kruskal-Wallis $\chi^2 = 0,2$; $p = 0,97$			
2 Batatas-doces	6	6	4	4	0	64,05 (± 29,69)	203,95 (± 41,56)	128,35 (± 44,09)	54,15 (± 28,96)
	$\chi^2 = 0,8$; g.l = 3; $p = 0,84$					Mann-Whitney $z = 1,45$; $p = 0,14$			

Batata-doce com Brotos	4	3	5	6	2	109,8 (\pm 40,84)	55,85 (\pm 21,57)	132,35 (\pm 48,1)	140,35 (\pm 52,35)
-------------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------

$$\chi^2 = 0,11; \text{ g.l} = 3; p = 0,99$$

$$\text{Kruskal-Wallis } \chi^2 = 0,97; p = 0,77$$

Referências: B1: Braço 1; B2: Braço 2; B3: Braço 3; B4: Braço 4; SR: Sem resposta; E.P: Erro padrão. (Tempo de residência – média das respostas; O tratamento se encontra no B1 de todos os testes, e quando comparado dois braços com tratamento de batata-doce, estes se encontram no B1 e B2).

Discussão

A maioria dos feromônios descritos na família Curculionidae são produzidos pelos machos e atuam como feromônio de agregação (Ruiz-Montiel et al., 2003; Neta et al., 2021), atraindo indivíduos de ambos os sexos ou como feromônios de curta distância ou de contato, que facilitam o reconhecimento entre coespecíficos. Essa atratividade geralmente é potencializada por voláteis liberados pelas plantas hospedeiras, destacando a importância desses compostos na comunicação química dos curculionídeos. Embora menos frequentes, também há registros de feromônios emitidos por fêmeas (Althoff et al., 2025), incluindo feromônios sexuais de longa distância, que atraem predominantemente machos (Ambrogi et al., 2009; Bandeira et al., 2021).

Nas aerações oriundas de adultos de *E. postfasciatus*, foi observado três compostos específicos das fêmeas. A frequência de detecção destes compostos foi muito baixa (somente 5 das 208 amostras coletadas) o que pode indicar que as condições nos quais os insetos se mantiveram durante a coleta dos voláteis não favorecem a produção e liberação desses compostos. É sabido que condições ambientais e fisiológicas dos insetos (por exemplo acesso à alimentação) condicionam a produção de feromônios e outros semioquímicos (Seybold e Vanderwel, 2003, Moraes et al., 2008). Um outro fator a considerar é que os compostos observados como exclusivos das fêmeas podem ser produzidos em quantidades muito pequenas, fora do limiar de detecção dos equipamentos utilizados (GC-DIC e GC-EM), para contornar esta possível limitação analítica seria necessário trabalhar com um maior número de insetos ou misturar várias amostras para aumentar o número de insetos avaliados em cada amostra injetada nos equipamentos. A produção de compostos específicos na fêmea, com ressalvas detalhadas anteriormente,

pode sugerir que *E. postfasciatus* se aparta do padrão geral dos Curculionidae, onde é mais comum que o sexo produtor de feromônio sejam os machos (Ambrogi et al., 2009).

Muitos curculionídeos possuem relações estreitas com suas plantas hospedeiras, com longos históricos de coevolução, sendo assim, muitos dos feromônios produzidos estão diretamente ligados a compostos da planta hospedeira. Alguns curculionídeos, como o *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae), produz o feromônio de agregação somente na presença da planta ou de partes específicas da planta (Eller e Palmquist, 2014). Assim, faz-se necessário realizar mais aerações testando diferentes tipos de variedades de batata-doce, diferentes estágios da planta ou diferentes sistemas de aeração para poder confirmar os componentes do feromônio de *E. postfasciatus*.

Os bioensaios em olfatometria são uma ferramenta amplamente empregada para investigar o comportamento de insetos em resposta a compostos voláteis (Roberts et al., 2023). Diversos tipos de arenas podem ser utilizados, variando conforme a espécie-alvo, a função comportamental dos voláteis e os objetivos experimentais. Dentre esses, o olfatômetro de duas escolhas destaca-se como o modelo mais comumente adotado em estudos desse tipo (Bassioli-Moraes, et al., 2003; Roberts et al., 2023).

A resposta de adultos de *E. postfasciatus* nas arenas de duas escolhas foram insuficientes para determinar com precisão o comportamento do inseto, onde apenas obtivemos resposta significativa dos machos quando utilizado os machos como tratamento, contradizendo os resultados das aerações onde as fêmeas deveriam ser atrativas, sendo assim necessário testar outro tipo de arena. Para isso, foi testada a arena de quatro escolhas, que são comumente utilizadas para testar atração e/ou repelência a um odor (Roberts et al., 2023).

Quando testado o olfatômetro de quatro escolhas, foi observado um resultado significativo para um dos braços do tratamento, quando o tratamento estava sendo disponibilizado em dois dos braços do olfatômetro. Porém quando utilizado este mesmo tratamento em apenas um dos braços não foi obtido resposta significativa, o que pode indicar que, mesmo quando utilizado o tratamento em dois braços, não houve grande indicação de preferência do inseto.

Os bioensaios de olfatometria não produziram resultados significativos em relação à atratividade de coespecíficos e da planta hospedeira, é necessário testar novas condições

ou novas metodologias de bioensaios para elucidar a melhor técnica para estudar o comportamento desta espécie. Alguns autores afirmam que arenas sem fluxo de ar, de tamanho médio para grande, em média de 15 cm, podem ser melhores para besouros rastejadores (Scharf et al., 2024).

A utilização de arenas sem fluxo de ar pode ser particularmente vantajosa para estudos com *E. postfasciatus*, uma vez que os adultos dessa espécie não dependem exclusivamente de compostos voláteis para orientação, mas também utilizam hidrocarbonetos de contato, especialmente os machos na busca por fêmeas (Isa et al., 2019). Nesse contexto, esse tipo de arena permite a avaliação da atratividade a coespecíficos por meio de estímulos combinados, integrando odores voláteis, provenientes da aeração de indivíduos de um sexo específico, e hidrocarbonetos cuticulares.

Este estudo representa os passos iniciais de estudos da ecologia química de *E. postfasciatus*. Neste trabalho foram utilizadas algumas metodologias de coleta de voláteis e bioensaios que podem auxiliar trabalhos futuros orientados à identificação do feromônio da espécie ou de outros semioquímicos relacionados a diferentes comportamentos do inseto.

Referências Bibliográficas

Ambrogi, B.C.; Vidal, D.M.; Zarbin, P.H.G. (2009) Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, 32 (8): 2151-2158. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000800029>

Althoff, E.R.; Aukema, B.H.; Sullivan, B.T. (2025) Pheromone Composition of the Eastern Larch Beetle *Dendroctonus simplex* Leconte (Coleoptera: Curculionidae): Quantitative Analyses and Olfactory Responses. **Journal of Chemical Ecology**, 51(18). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-025-01575-5>

Baker, T.C. (2009) **Use of pheromones in IPM** (Chapter 21). In: Radcliffe EB, Hutchison WD, Cancelado RE. Integrated Pest Management. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Bandeira, P.T.; Fávaro, C.F.; Francke, W.; Bergmann, J.; Zarbin, P.H.G. (2021) Aggregation Pheromones of Weevils (Coleoptera: Curculionidae): Advances in the

Identification and Potential Uses in Semiochemical-Based Pest Management Strategies. **Journal of Chemical Ecology**, 47: 968–986. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-021-01319-1>

Blassioli-Moraes, M.C.; Khrimian, A.; Michereff, M.F.F.; Magalhães, D.M.; Costa, J.V.M.; Hickel, E.R.; Barrigossi, J.A.; Laumann, R.A.; Guggilapu, S.D.; Grazia, J.; Borges, M. (2025) Shared Pheromone Compounds in Neotropical Rice Stink Bugs: The Role of Zingiberenol and Sesquipiperitol. **Journal of Chemical Ecology**, 51:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-025-01551-z>

Blassioli-Moraes, M.C.; Laumann, R.A.; Michereff, M.F.F.; Borges, M. (2019) **Semiochemicals for Integrated Pest Management.** In: Sustainable Agrochemistry 1Ed. Springer Cham, Springer Nature Switzerland AG. DOI: [10.1007/978-3-030-17891-8_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17891-8_3)

Blassioli-Moraes, M.C.; Pareja, M.; Laumann, R.A.; Borges, M. (2008) The Chemical Volatiles (Semiochemicals) Produced by Neotropical Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 37(5):489-505. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000500001>

Blassioli-Moraes, M.C.; Sousa, L.M.P.; Laumann, R.A.; Borges, M. (2003) Metodologia para estudos de semioquímicos e a sua aplicação no manejo de pragas. A influência de voláteis de soja no comportamento do parasitóide *Telenomus podisi*. **Circular Técnica 24**, p.6 ISSN 1516-4343.

Da Silva, I. T. F. A.; Magalhães, D.M.; Borges, M.; Laumann, R.A.; De Brito, C.H.; Miranda, J.E.; Blassioli-Moraes, M.C. (2022) Exploitation of herbivore-induced cotton volatiles by the parasitic wasp *Bracon vulgaris* reveals a dominant chemotactic effect of terpenoids. **BioControl**, 67:135–148. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-022-10135-9>

Dent, D. (2000) **Insect Pest Management.** CABI Publishing, Wallingford. DOI: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851993409.0000>

Eller, F.J.; Palmquist, D.E. (2014) Factors affecting pheromone production by the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) and collection efficiency. **Insects**, 5:909–920. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects5040909>

Gaffke, A.M.; Alborn, H.T.; Dudley, T.L.; Bean, D.W. (2021) Using Chemical Ecology to Enhance Weed Biological Control. **Insects** 12, 695. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12080695>

Hassemer M.J.; Lopes, R.B.; Borgesm M.; Alves, L.F.A.; Withall, D.M.; Pickett, J.A.; Laumann, R.A.; Birkett, M.A.; Blassioli-Moraes, M.C. (2020) Development of an attract-and-infect device for biological control of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in poultry houses. **Biological Control**, 149 (104326): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104326>

Himuro, C.; Ikegawa, Y.; Honma, A. (2017) Males Use Accessory Gland Substances to Inhibit Remating by Females in West Indian Sweetpotato Weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 110(4): 374–380. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/sax036>

Isa, M.; Kumano. N.; Tatsuta, H. (2019) When a male perceives a female: the effect of waxy components on the body surface on decision-making in the invasive pest weevil. **Royal Society Open Science**, 6, artigo 181542. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.181542>

Menezes, A.E.L. (2002) Broca da Batata-doce (*Euscepes postfasciatus*): Descrição, Bionomia e Controle. Embrapa Agrobiologia. Seropédica (RJ), **Circular técnica 6**, p. 12. DOI: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/623294/1/cit006.pdf>

Michailidu, J.; Matátková, O.; Cejková, A.; Masák, J. (2025) Chemical Conversations. **Molecules**, 30, 431. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules30030431>

Michereff, M.F.F.; Grynberg, P.; Togawa, R.C.; Costa, M.M.C.; Laumann, R.A.; Zhou, J.J.; Schimmelpfeng, P.H.C.; Borges, M.; Pickett, J.A.; Birkett, M.A.; Blassioli-Moraes, M.C. (2021) Priming of indirect defence responses in maize is shown to be genotype-specific. **Arthropod-Plant Interactions**, 15: 313–328. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11829-021-09826-4>

Moraes, M.C.B.; Borges, M.; Pareja, M.; Vieira, H.G.; De Souza Sereno, F.T.P.; Laumann, R.A. (2008), Food and humidity affect sex pheromone ratios in the stink bug, *Euschistus heros*. **Physiological Entomology**, 33: 43-50. DOI: <https://doi.org.ez103.periodicos.capes.gov.br/10.1111/j.1365-3032.2007.00600.x>

Morrison III, W.R.; Scully, E.D.; Campbell, J.F. (2021) Towards developing area wide semiochemical-mediated, behaviorally-based integrated pest management programs for stored product insects. **Pest Management Science**, 77: 2667–268. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.6289>

Moulton, D. G. (1968). Communication by Chemical Signals. **SCIENCE**, 162: 1176–1180. DOI: [10.1126/science.162.3858.1176](https://doi.org/10.1126/science.162.3858.1176)

Nesreen M. Abd El-Ghany (2019) Semiochemicals for controlling insect pests. **Journal of Plant Protection Research**, 59 (1): 1–11. DOI: [10.24425/jppr.2019.126036](https://doi.org/10.24425/jppr.2019.126036)

Nesreen M. Abd El-Ghany. (2020) **Pheromones and Chemical Communication in Insects. Chapter** In: Pests, Weeds and Diseases in Agricultural Crop and Animal Husbandry Production. IntechOpen. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92384>

Neta, P.L.S.; Fávaro, C.F.; Macedo, S.O.; Moura, J.I.L.; Bello, J.E.; Santos, R.R.; Zarbin, P.H.G (2021) Octadecanal as the Male-Produced Aggregation Pheromone of the Coconut Weevil, *Amerrhinus ynca* (Coleoptera: Curculionidae). 32(10) **Journal of Brazilian Chemical Society**, 32(10). DOI: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20210087>

Palial, S.; Nidhi (2019) The Potential use of Semiochemicals in Pest Suppression. **International Journal of Zoology and Animal Biology**, 2(3). DOI: [10.23880/izab-16000154](https://doi.org/10.23880/izab-16000154)

Ray, H.A.; Stuhl, C.J.; Gillett-Kaufman, J.L. (2019) Rapid Collection of Floral Fragrance Volatiles using a Headspace Volatile Collection Technique for GC-MS Thermal Desorption Sampling. **Journal of Visualized Experiments**, (154), e58928, DOI: [10.3791/58928](https://doi.org/10.3791/58928)

Roberts, J.M.; Clunie, B.J.; Leather, S.R.; Harris, W.E.; Pope, T.W. (2023) Scents and sensibility: Best practice in insect olfactometer bioassays. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 171:808–820. DOI: 10.1111/eea.13351

Ruiz-Montiel, C.; González-Hernández, H.; Leyva, J.; Llanderal-Cazares, C.; Cruz-López, L.; Rojas, J. C. (2003). Evidence for a Male-Produced Aggregation Pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, 96(4), 1126–1131. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/96.4.1126>

Scharf, I.; Hanna, K.; Gottlieb, D. (2024) Experimental arena settings might lead to misinterpretation of movement Properties. **Insect Science**, 31: 271-284. DOI: <https://doi.org/10.1111/1744-7917.13213>

Seybold, S.J.; Vanderwel, D. (2003) **Biosynthesis and endocrine regulation of pheromone production in the Coleoptera.** In: Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology (ed. by G. J. Blomquist and R. G. Vogt), pp. 137 – 200. Elsevier, U.K.

Sharma, A.; Sandhi, R.K.; Reddy, G.V.P. (2019) A Review of Interactions between Insect Biological Control Agents and Semiochemicals. **Insects**, 10, 439. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10120439>

Conclusão

O comportamento reprodutivo de *Euscepes postfasciatus* segue os padrões gerais da família Curculionidae com uma série de atos comportamentais e transições estereotipadas. As observações em laboratório permitiram identificar que o período de maior atividade reprodutiva ocorre durante as 9:00 e 12:00 hr. Durante o comportamento reprodutivo foram identificados dos sinais estridulatórios, um de rejeição dos machos produzido pelas fêmeas e outro de corte produzido pelos machos que diferem de sinais estridulatórios produzidos em situações de estresse por adultos de ambos os sexos. Os sinais identificados diferem em seus parâmetros temporais e de espectros de frequência daqueles identificados previamente para a espécie por Yasuda e Tokuzato (1999) o que foi associado a diferenças intrapopulacionais ou nos métodos de registro e análise dos sinais. Nas análises dos sinais químicos foram identificados três compostos específicos produzidos pelas fêmeas. Os diferentes métodos de bioensaios em olfatometria avaliados não mostraram ser totalmente eficientes para caracterizar com precisão a resposta dos insetos a voláteis produzidos por coespecíficos ou pela sua planta hospedeira.

Este trabalho contribuiu significativamente para a ampliação do conhecimento sobre a biologia comportamental e os mecanismos de comunicação de *Euscepes postfasciatus*. A partir da investigação do comportamento reprodutivo e da análise dos sinais acústicos e químicos emitidos pelos adultos, foi possível estabelecer bases sólidas para futuras estratégias de estudos comportamentais da espécie

Investigações futuras devem explorar outras modalidades sensoriais envolvidas na comunicação, como sinais visuais e táteis, bem como aprimorar as metodologias de bioensaio e coleta de semioquímicos. O aprofundamento desses estudos é essencial para o avanço de estratégias de controle que sejam eficazes, ambientalmente seguras e viáveis para a agricultura.

Apêndices

Apêndice 1. Artigo submetido para a revista Neotropical Entomology contendo o conteúdo do capítulo 1.

Neotropical Entomology Reproductive behavior and stridulatory communication in *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). --Manuscript Draft--

Manuscript Number:		
Full Title:	Reproductive behavior and stridulatory communication in <i>Euscepes postfasciatus</i> (Coleoptera: Curculionidae).	
Article Type:	Original Article	
Section/Category:	Ecology, Behavior and Bionomics	
Keywords:	West Indian sweet potato weevil, bioacoustics, mating behavior, stridulatory apparatus	
Corresponding Author:	Raul Alberto Laumann, PH.D. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Brasília, DF BRAZIL	
Corresponding Author Secondary Information:		
Corresponding Author's Institution:	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	
Corresponding Author's Secondary Institution:		
First Author:	Alice Pereira de Freitas	
First Author Secondary Information:		
Order of Authors:	Alice Pereira de Freitas Maria Carolina Blassioli-Moraes Miguel Borges Ana Cristina Meneses Mendes Gomes Miguel Michereff Filho Raul Alberto Laumann, PH.D.	
Order of Authors Secondary Information:		
Funding Information:	Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (00193-00001816/2023-07)	Not applicable
	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (10.24.00.106.00.00)	Not applicable
	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Ms Alice Pereira de Freitas
Abstract:	Reproductive behavior and the use of stridulatory signals are well-documented in Curculionidae. <i>Euscepes postfasciatus</i> is an agricultural pest of sweet potato for which effective control strategies are still lacking. In this context, the objective of the present study was to investigate the reproductive behavior and the associated acoustic and vibrational signals of this species. To analyze reproductive behavior, 100 mating pairs were observed, data were compiled in an ethogram. To study the stridulatory signals emitted in stressful and reproductive contexts, 20 and 50 pairs, respectively, were recorded using systems equipped with microphones and piezoelectric accelerometers for capturing airborne and vibratory components of stridulatory signals. Morphological analysis of the stridulatory apparatus was conducted in 30 specimens dissected and examined using scanning electron microscopy. During mating, variation was observed in the male's mounting behavior and in the female's responses. Females were found to emit a specific rejection signal, while males produced a copulatory signal, potentially to enhance female receptivity, along with a distinct behavioral display. Stress-induced signals did not differ between sexes and showed clear temporal differences with	

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

female rejection signals and male courtship signals. The morphology of the stridulatory apparatus conformed to the pattern described for Curculionidae, with no observed sexual dimorphism.

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation