

Conotrachelus humeropictus **Fiedler, 1940 (Coleoptera:** **Curculionidae)**

28

José Nilton Medeiros Costa

Olzeno Trevisan

Neliton Marques da Silva

Ana Maria Santa Rosa Pamplona

Aparecida das Graças Claret de Souza

Cesar Augusto Domingues Teixeira



Nomes vernaculares: broca-do-fruto, broca-do-cupuaçu, broca-do-cacau.

Aspectos morfológicos da espécie

Logo após a emergência, os adultos de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) têm coloração marrom-clara e, depois de algumas horas, assumem a cor definitiva, marrom-escura. Podem-se observar, por meio de lupa ou lente macro (foto), pelos de cor amarela cobrindo parte do corpo do inseto, principalmente cabeça, rostró, élitros e pernas (Figura 28.1). Apresentam comprimento variando entre 8,00 e 10,00 mm (Lopes, 2000; Thomazini, 2000). As medidas morfométricas são, à exceção do comprimento do rostró, maiores nas fêmeas, o que corresponde ao maior tamanho corporal geral em relação aos machos (Silveira et al., 2008).

Oliveira (2003) destaca que as diferenças morfológicas entre machos e fêmeas de *C. humeropictus* não são facilmente visíveis. De acordo com Silva e Alfaia (2004), a forma mais segura para diferenciação é observar a região ventral do abdome, pois os machos têm seis segmentos, sendo o quinto bem destacado, apresentando uma pequena depressão no meio e, na fêmea, há cinco segmentos, sendo o último com duas depressões de cada lado (Figura 28.2).

Trevisan et al. (2016) acrescentam que os machos apresentam um aparelho estridulatório na margem interna dos élitros (Figura 28.3). Esse aparelho é ausente nos élitros da fêmea.

Fotos: Olzeno Trevisan (A);
José Nilton Medeiros Costa (B)



Figura 28.1. *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) em vista lateral (A) e dorsolateral (B).

Fotos: Olzeno Trevisan

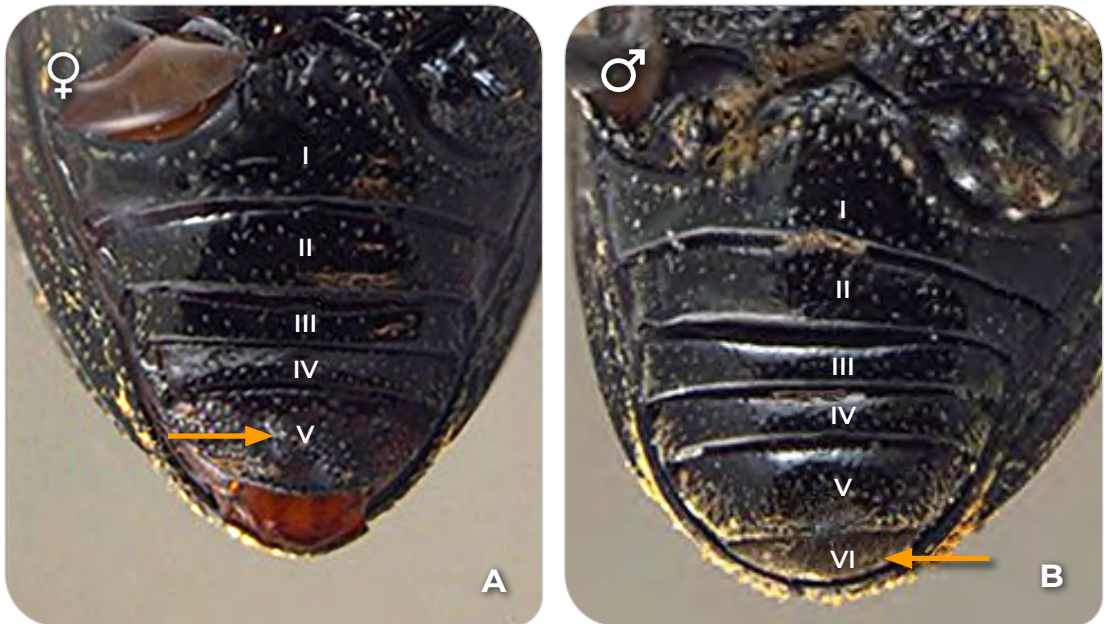


Figura 28.2. Aspectos referentes às diferenças entre fêmea (A) e macho (B) de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae).

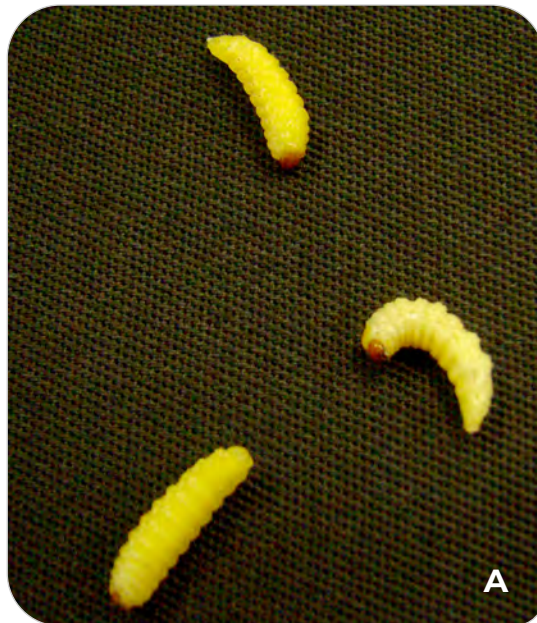
Os ovos são inicialmente de coloração branco-leitosa e tornam-se amarelo-palha no final do desenvolvimento embrionário. As dimensões médias dos ovos são de 0,26 mm de comprimento e 0,16 mm de largura (Lopes, 2000).

As larvas são ápodas, branco-leitosas, apresentando cápsula cefálica marrom-avermelhada e mandíbulas bem desenvolvidas (Figura 28.4). Quando completamente desenvolvidas, medem cerca de 14,00 mm de comprimento.



Foto: Olzeno Trevisan

Figura 28.3. Élitro do macho de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) com aparelho estridulatório em detalhe.



Fotos: José Nilton Medeiros Costa (A); Olzeno Trevisan (B)

Figura 28.4. Larvas (A) e pupa (B) de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae).

As pupas, do tipo exarada, inicialmente são branco-leitosas (Figura 28.4), tornando-se castanho-claras à medida que se aproximam da emergência dos adultos (Silva et al., 2016).

Ocorrência na Amazônia

Ocorre no Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia (Trevisan et al., 2012a, 2012b) e Amapá (Adaime et al., 2020).

Plantas hospedeiras

Na Amazônia, os principais hospedeiros são o cacaueteiro (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) e o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., Malvaceae] (Trevisan et al., 2012a). Além dessas plantas, são citados como hospedeiros o cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng., Malvaceae), cacaureira (*Theobroma microcarpum* Mart., Malvaceae) e jabuticabeira [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg., Myrtaceae] O. Berg., Myrtaceae) (Silva et al., 1968; Almeida; Almeida, 1987; Trevisan; Mendes, 1991).

Danos

Lopes e Silva (1998) relatam que a broca-do-fruto-do-cupuaçu tem sido considerada o principal fator limitante à expansão da produção de cacau e cupuaçu em função da severidade dos seus danos.

A espécie *Conotrachelus humeropictus* completa o ciclo larval nos frutos de seus hospedeiros (cupuaçuzeiro e cacaueteiro, principalmente) e no último estágio sai do fruto para pupar no solo (Figura 28.5).

O cacau atacado, em geral, se desenvolve naturalmente, mas tem o aproveitamento da polpa comprometido para utilização como alimento. As larvas causam danos diretos pela formação de galerias, deposi-

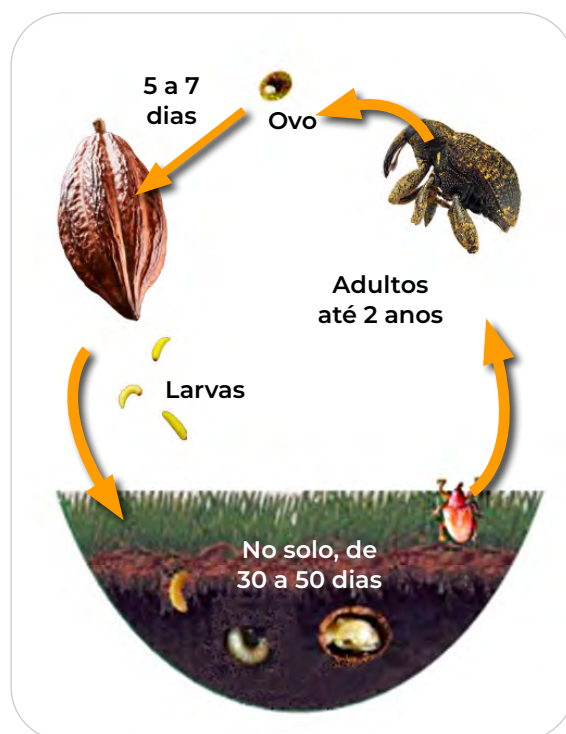


Figura 28.5. Ciclo biológico de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae).

Ilustração: Olzeno Trevisan.

ção de excrementos na polpa e destruição das sementes. No cupuaçuzeiro, pode ainda acontecer o abortamento precoce de frutos. Os danos indiretos são causados pelos microrganismos e insetos que penetram através dos orifícios de saída no pericarpo dos frutos, construídos pelas larvas de último instar (Aguilar; Gasparotto, 1999; Trevisan et al., 2016).

No cupuaçu, após a eclosão, a larva penetra no endocarpo e inicia a sua alimentação, permanecendo até o terceiro instar. No quarto instar, migra para o interior da semente a fim de se alimentar dos cotilédones e da radícula, podendo uma única semente ser danificada por mais de uma larva. Os frutos atacados que atingem o amadurecimento apresentam a polpa destruída pela fermentação causada pelos organismos decompositores (Aguilar; Gasparotto, 1999).

No cacau, a praga compromete o aproveitamento da polpa e do mel, que podem ser utilizados como alimento. A larva destrói a mucilagem e o fio placentário, como também danifica algumas amêndoas do fruto que poderiam servir de matéria-prima para a fabricação do cupulate. O alto índice de amêndoas germinadas, decorrente do estresse provocado pela ação dos microrganismos e da oxidação no interior dos frutos, deprecia a qualidade do fruto (Trevisan et al., 2012a).

Impacto econômico potencial

Conotrachelus humeropictus é importante praga do cacauzeiro e do cupuaçuzeiro na Amazônia. No que concerne à cultura do cupuaçu, as perdas de produção em decorrência do ataque da broca-do-fruto variam de 20,00 a 60,00% a partir do segundo e terceiro anos de cultivo, respectivamente (Aguilar; Gasparotto, 1999), podendo chegar a 100,00% após os referidos anos pós-plantio (Silva et al., 2016).

Em relação ao cacau, ataques de alta intensidade têm causado até 90,00% de perdas dos frutos. Em determinadas regiões do estado de Rondônia, o nível de dano aos frutos apresenta variação de 6,50 a 90,00% ao longo do ano (Trevisan, 2013; Trevisan et al., 2016).

Quando as posturas foram realizadas em frutos com 4 meses de idade, colhidos durante um período de baixa precipitação, observou-se que 14,30% das amêndoas estavam danificadas (Trevisan et al., 2016).

Alternativas de manejo

Em todo programa de manejo, é essencial o monitoramento da praga-alvo, objetivando facilitar a tomada de decisão quanto às medidas de controle a adotar. Deve-se vistoriar constantemente o pomar, desde o período de frutificação até a colheita, observando se há frutos broqueados por *C. humeropictus* (Silva et al., 2016; Trevisan et al., 2016).

Cacaueiro

A colheita deve ser realizada no mínimo duas vezes por mês, e os frutos transportados de forma segura para evitar a saída das larvas durante o período entre a retirada da planta e a quebra. Todos os frutos de cada colheita devem ser colocados para quebra em ambiente com piso compactado ou sobre lonas. Se os frutos forem destinados para a extração da polpa, os que estiverem broqueados devem ser descartados. No entanto, se forem destinados à produção de amêndoas, poderão ser aproveitados. Nesse caso, durante a quebra, as amêndoas danificadas devem ser descartadas e as larvas eliminadas (Trevisan et al., 2016).

Cupuaçuzeiro

- 1) Realizar colheita frequente dos frutos caídos, de preferência diariamente, a fim de reduzir a população de larvas que saem dos frutos, evitando que completem o ciclo no solo.
- 2) Utilizar a solarização que visa exterminar as larvas pelo efeito da radiação solar. Essa prática inclui as seguintes etapas: coletar e colocar os frutos broqueados imediatamente dentro de sacos plásticos; fechar bem os sacos; e expor os sacos ao sol por um período de 30 dias, para exterminação das larvas (Pamplona et al., 2018; Souza et al., 2018).

Ambas as culturas

- 1) Efetuar o transporte seguro dos frutos de forma ensacada e sobre lona das carrocerias dos veículos usados para esse fim.
- 2) Manter uma distância de pelo menos 30,00 m entre a mata e os plantios (cacaueiro e cupuaçuzeiro).
- 3) Não fazer plantios de cupuaçuzeiro e cacaueiro juntos.
- 4) Eliminar o inseto adulto por meio do sacolejo dos ramos do cupuaçuzeiro e do cacaueiro. O método consiste no sacolejo da planta, com o auxílio de uma vara.

Deve-se colocar uma lona de cor clara (ou pano branco), com dimensões mínimas de 3,00 x 3,00 m, sob a copa da planta a ser sacolejada para conter os insetos que caem.

No caso de plantas altas, o sacolejo pode ser feito com uma vara de madeira reforçada e bifurcada. Os sacolejos deverão ser súbitos e vigorosos (Trevisan et al., 2012a; Souza et al., 2018). À medida que os insetos forem caindo sobre a lona, deverão ser coletados manualmente e mortos. O sucesso desse tipo de controle dependerá da agilidade na coleta dos insetos, devido ao comportamento de tanatose, ou seja, o adulto de *C. humeropictus* finge-se de morto ao cair, permanecendo voluntariamente imóvel por alguns instantes (Trevisan, 1989).

Evitar o controle químico, pois esse método tem se mostrado ineficiente tanto para o controle da praga no cacauzeiro quanto no cupuaçuzeiro (Trevisan, 2013; Costa et al., 2016).

Estado da arte da pesquisa na Amazônia

A espécie *C. humeropictus* foi descrita por Fiedler (1940), com base em dois exemplares procedentes da Amazônia: um de Aga (provavelmente o atual município de Tefé, no Amazonas) e outro do Vale Demerara, na Guiana, sem registro das plantas hospedeiras (Trevisan; Mendes, 1991).

O primeiro registro da ocorrência da broca-dos-frutos *C. humeropictus* no cacauzeiro nativo (*T. cacao*) em Cacoal, Rondônia, foi feito por Mendes et al. (1982). Posteriormente, foi constatada em cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum*), em Extrema e Nova Califórnia, distritos de Porto Velho, Rondônia, na divisa com o estado do Acre (Trevisan, 1989). Até 2011, em relação à ocorrência do inseto, havia relatos para os estados de Rondônia, Amazonas, Acre e Mato Grosso (Trevisan et al., 2011). Em 2012, *C. humeropictus* foi encontrado em área contígua ou dentro da Flona Tapajós, Pará (Matos et al., 2012) e, mais recentemente, fez-se o primeiro registro em cupuaçuzeiro, no estado do Amapá (Adaime et al., 2020).

Diferenças observadas na biologia do inseto, comparativamente no cupuaçu e cacau, levaram à suposição de tratar-se de espécies diferentes de *Conotrachelus* (Aguilar; Gasparotto, 1999; Lopes, 2000). Para elucidar a questão, pesquisas foram conduzidas e concluiu-se não haver variabilidade morfológica entre os indivíduos ocorrentes nos dois hospedeiros. Confirmou-se em estudos moleculares (gene mitocondrial COI e DNA), não haver diferença entre as populações de *Conotrachelus* que ocorrem em cacauzeiro e cupuaçuzeiro em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, e a que ataca cupuaçu em Manaus, Amazonas (Moura et al., 2013; Souza et al., 2015).

Em relação aos aspectos biológicos, Costa (2018a) contribuiu com algumas informações. Constatou que o período de larva de quarto instar à pré-pupa durou 6 dias em média. Na fase de pupa, a preferência por pupação aconteceu na camada de 10,00 a 15,00 cm de solo e o período médio dessa fase foi de 60 dias para machos e 63 para fêmeas. Conforme resultados de suas pesquisas, os estudos culminaram na determinação da viabilidade larval de 58,08% e a razão sexual de 0,506, com proporção de 1:1. A longevidade média de adultos foi de 427 dias, com valores mínimo e máximo de 146 e 708 dias, respectivamente. O período de maior mortalidade foi a partir de 325 dias de vida para insetos alimentados com cana-de-açúcar. Em espécimes tendo como substrato outras fontes alimentares, a longevidade foi menor, sendo 240, 260 e 268 dias para banana, cenoura e beterraba, respectivamente. Quando privados de alimentação, o tempo máximo de longevidade foi de 23 dias. Para a preferência alimentar com diferentes substratos,

houve predileção pela cana-de-açúcar; para os demais substratos, beterraba, cenoura e banana, não houve diferença significativa.

Costa (2018a) também efetuou estudos sobre o comportamento de *C. humeropictus*, chegando aos seguintes resultados: o período de maior atividade do inseto foi durante a noite, a partir de 18h, principalmente para exploração e caminhamento. A atividade de alimentação aconteceu preferencialmente à noite, entretanto, ocorreu durante todo o dia. O ato de repouso foi mais frequente durante o período diurno, entre 7h e 16h. O acasalamento ocorreu sem seguir uma sequência criteriosa, como acontece com a maioria dos curculionídeos. Não foi observada atividade de oviposição em nenhum dos substratos testados e em nenhum horário. Fêmeas de *C. humeropictus* permaneceram mais tempo em tanatose quando comparadas aos machos.

Trabalhos de dinâmica populacional de *C. humeropictus* foram efetuados desde os anos 2000. Adultos de *C. humeropictus* ocorrem durante todo ano nas plantas de cupuaçuzeiro, mas predominam na floração, início da frutificação e durante o período de safra. Tanto os frutos verdes como os maduros são atacados, podendo ocorrer larvas de idades diferentes em um mesmo fruto (Thomazini, 2002). Em estudo realizado por Lima et al. (2014), em plantio comercial de cupuaçuzeiro em Nova Califórnia, Rondônia, durante as safras de 2013 a 2014, foram constatados picos populacionais da praga em março de 2013, com média de 8,9 larvas por fruto. Nessa mesma área, Silva e Santos (2023) constataram níveis de infestação de *C. humeropictus* de 78,60, 44,40 e 54,40% para os anos de 2013, 2014 e 2015, respectivamente.

Oliveira (2003) observou que os adultos de *C. humeropictus* deslocam-se gradualmente da parte externa do sistema agroflorestal (SAF) para seu interior, emigrando da vegetação circundante e colonizando os plantios, principalmente durante a safra de cupuaçu. Os SAFs circundados por floresta primária e/ou capoeira foram mais infestados pela broca-do-fruto. Isso contribui para que as plantas de cupuaçuzeiro localizadas nas bordaduras apresentem maior nível e intensidade de infestação que aquelas no interior dos cultivos, tendo a população de *C. humeropictus* apresentado modelo de distribuição agregada.

A técnica do "sacolejo", inicialmente desenvolvida para monitoramento e controle da praga, também pode ser aplicada em estudos de flutuação populacional do inseto (Trevisan et al., 2012a; Souza et al., 2018).

Trevisan et al. (2015) confirmaram a eficiência da armadilha piramidal (estrutura de sustentação de ferro, um quarto em formato de pirâmide, com 1,00 m² na base e armada com tela sombrite 70,00%), mediante a captura de 93,00% de insetos adultos de *C. humeropictus* emergidos do solo onde a armadilha foi instalada.

De acordo com Thomazini (2000), nenhuma técnica isolada de controle para essa praga é considerada eficaz. Nesse sentido, alguns autores citam as seguintes medidas de controle: colheita sistemática e cuidados no transporte de frutos, quebra de frutos maduros fora da área de plantio, descarte dos resíduos (cascas e frutos verdes com furos) em valas (Trevisan, 1989; Aguilar; Gasparotto, 1999; Trevisan et al., 2016; Souza et al., 2018). Trevisan (1989), em Rondônia, observou os efeitos da construção de aceiros entre a mata e o plantio, redução no sombreamento definitivo da área, realização de poda de formação e condução, aumento da intensidade de colheita e a quebra de frutos fora da área de cultivo. O resultado foi a redução da infestação da praga em cacaual com histórico de elevada incidência do inseto-praga.

Em relação ao controle de *C. humeropictus* em cupuaçuzeiro, o uso da solarização dos frutos brocados e ensacados, a partir do 30º dia, ocasiona a morte de larvas de quarto instar e larvas de instares anteriores. Constitui, portanto, uma alternativa estratégica para o manejo da praga (Pamplona et al., 2018).

Na década de 2010, foram desenvolvidas pesquisas na Amazônia relacionadas à ecologia química, cujos resultados serão apresentados a seguir:

De acordo com estudo de voláteis e a sua influência no comportamento de *C. humeropictus*, não há diferença na composição das misturas liberadas nos dois períodos considerados (diurno e noturno) pelos frutos do cupuaçuzeiro, em Manaus, Amazonas. A mistura de voláteis é composta por uma série de monoterpenos, sesquiterpenos e alguns aromáticos. Conforme análise química dos extratos de aeração das plantas no estágio vegetativo e reprodutivo, foram identificados 40 compostos voláteis majoritários, da mesma classe de compostos identificados nos frutos (Borges et al., 2015a).

Costa (2018b) avaliou a influência de voláteis de diferentes estruturas (flor, fruto e folha) de cupuaçuzeiro no comportamento de busca de *C. humeropictus*. O autor observou que machos responderam preferencialmente aos odores liberados pelo cupuaçuzeiro nos estádios fenológicos de frutificação. Os compostos (E)-ocimeno e trans- α -bergamoteno, α -copaeno, nonal e DMNT foram os que mais contribuíram para o perfil de separação obtido na fase de fruto e possivelmente podem estar envolvidos na atratividade do cupuaçu ao inseto.

Os semioquímicos podem ser uma alternativa viável para o manejo e controle de *C. humeropictus*. Assim, estudos foram conduzidos objetivando avaliar se *C. humeropictus*, a exemplo de outros curculionídeos, produz algum feromônio de agregação ou sexual que possa ser usado para o seu manejo. As análises químicas dos extratos de voláteis de machos e fêmeas apresentaram uma série de compostos comuns a ambos os sexos, além de um composto específico do macho, identificado como o ácido grandisoico. A identificação desse composto é uma informação importante para o avanço nas pesquisas com feromônio de *C. humeropictus* (Borges et al., 2015b).

Costa (2018b) constatou que os machos de *C. humeropictus* produzem três compostos específicos que não estão presentes nos extratos de aeração de fêmeas, sendo eles ácido grandisoico, grandlure I e grandlure II. Conforme bioensaios em olfatométrica em Y, os voláteis de machos são atrativos para fêmeas que respondem ao composto majoritário ácido grandisoico. O isômero produzido pelos machos é o (1R,2S)-ácido grandisoico.

Nessa mesma linha de pesquisa, Torrens (2015) relatou a presença de quatro compostos produzidos por machos da espécie, sendo eles: grandisol, ácido grandisoico, lactona derivada do ácido grandisoico e um composto nunca descrito na natureza, posteriormente denominado como grandisolid e relatada a identificação por Szczerbowski et al. (2016). Os testes de atratividade em laboratório a machos e fêmeas para os compostos na forma sintética mostraram que a presença da lactona foi fundamental na atratividade de fêmeas (Torrens, 2015).

Tanto Torrens (2015) quanto Costa (2018a), utilizando compostos macho-específicos, ácido grandisoico e a mistura ácido grandisoico + lactona e somente ácido grandisoico, respectivamente, em condições de campo não obtiveram nenhuma eficiência de atração de fêmeas, ao contrário do que aconteceu em laboratório. Embora esses resultados não tenham sido satisfatórios, a descoberta do feromônio de *C. humeropictus* é muito importante, pois cria perspectivas para novos estudos, principalmente a campo, visando à eficiência do produto nessa condição, possibilitando, assim, uma estratégia promissora para o efetivo controle da espécie dentro de um contexto de manejo integrado de pragas (MIP).

Na Amazônia, há um considerável acervo de conhecimento acerca de agentes de controle biológico de *C. humeropictus*, como fungos entomopatogênicos, predadores e parasitoides (Silva et al., 2016, Trevisan et al., 2016).

As larvas de *C. humeropictus*, quando saem do fruto para pupar no solo, ficam vulneráveis não somente à ação de entomopatógenos, mas também de predadores, como formigas, vespas e aves (Trevisan et al., 2016). Parasitoides pertencentes aos gêneros *Lixophaga* sp. (Diptera: Tachinidae) e *Urosigalphus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) foram encontrados parasitando larvas de *C. humeropictus* no Amazonas (Lopes; Silva, 1998). Cerca de 70,00% das larvas de *Conotrachelus* sp. que penetram no solo para pupar não completam o ciclo e morrem devido ao ataque de fungos e outros parasitos, evidenciando, assim, o possível potencial desses no controle da broca (Garcia et al., 1997, Lopes, 2000).

Mendes et al. (2001) foram os pioneiros em pesquisa para o controle biológico de *C. humeropictus* com fungos entomopatogênicos. Em testes com suspensões de $3,93 \times 10^{10}$ conídios por mililitro de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e $4,26 \times 10^{10}$ conídios por mililitro de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, o fungo *B. bassiana* mostrou-se mais eficiente

(52,00% de mortalidade) em relação a *M. anisopliae* (42,70%), evidenciando assim seu maior potencial no controle da praga.

Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Fusarium moniliforme* Sheldon e *Aspergillus fumigatus* Frenesius, nas respectivas concentrações de $4,1 \times 10^6$; $3,9 \times 10^6$; $2,9 \times 10^6$ e $3,2 \times 10^6$ conídios por mililitro, apresentam potencial de controle da broca e podem ser incorporados em programas de manejo integrado. *Conotrachelus humeropictus* infectados por fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram mortalidade de 64,30 e 85,90%, com TL50 de 7,5 e 8,8 dias, respectivamente (Lima, 2005).

Em condições de laboratório, o nematoide *Steinernema carpocapsae* Weiser causou 95,00% de mortalidade a larvas de *C. humeropictus* (Oliveira et al., 2014). Em condições de campo, o uso combinado do nematoide *Steinernema brazilense* Nguyen, Ginarte, Leite, Santos & Harakava e o fungo *B. bassiana* apresenta efeito aditivo, causando 65,60% de mortalidade na maior concentração. No estudo de carreamento de conídios, confirmou-se que o nematoide *S. brazilense* é capaz de carrear conídios de *B. bassiana* para camadas mais profundas do solo (Trevisan et al., 2013; Simi, 2014; Simi et al., 2018).

Desafios e oportunidades de pesquisa

Necessidade de avaliar diversas populações de plantas de cacaueteiro e cupuaçuzeiro para obtenção de fontes de resistência a *C. humeropictus* visando ao desenvolvimento de cultivares e clones resistentes à praga.

Tornar viável em campo o controle de *C. humeropictus* com fungos entomopatogênicos. Os resultados de pesquisas em laboratório têm demonstrado o potencial de *B. bassiana* para utilização no controle biológico, porém não há comprovação da eficiência em campo e em maior escala.

Tornar viável em campo o controle de *C. humeropictus* com nematoides. Os resultados de pesquisas em laboratório e pré-campo têm demonstrado o potencial desses agentes para utilização no controle biológico, porém não há comprovação da eficiência em campo e em maior escala. A maior dificuldade é estabelecer uma metodologia que permita avaliar com precisão o controle de larvas e pupas sob o solo em condições naturais de desenvolvimento. De acordo com Mankin et al. (2000), sistemas acústicos com sensores de vibração têm um potencial considerável como ferramenta de campo para o reconhecimento e mapeamento rápido e não destrutivo das populações de insetos do solo. Há quase 20 anos, Roberts et al. (2004) publicaram que estão disponíveis no mercado instrumentação em espectroscopia NIR, desde equipamentos de bancada até instrumentos miniaturizados, dispositivos portáteis ou de mão, amplamente utilizados em aplicações agrícolas do solo.

Tornar viável em campo a utilização de feromônio para o manejo de *C. humeropictus*. A descoberta de feromônios foi muito importante para atingir esse objetivo, portanto, deve-se continuar o investimento em pesquisa para tornar viável e eficiente o uso dos feromônios já identificados para o manejo de *C. humeropictus* em campo.

A implementação de pesquisas com semioquímicos de plantas hospedeiras poderá resultar em componentes para efetivação de estratégias de monitoramento e controle da praga.

Validação experimental para confirmação da viabilidade de usos de algumas estratégias, envolvendo métodos mecânicos e culturais, comumente citados para o controle de *C. humeropictus* em campo.

Prospecção de inimigos naturais de *C. humeropictus*, considerando a biodiversidade da Amazônia e a origem florestal da espécie.

Referências

ADAIME, R.; SANTOS, R. S.; SILVA, N. M. da. Primeiro registro de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) no estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 10, n. 3, p. 69-70, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1130128>. Acesso em: 31 ago. 2025.

AGUILAR, J. A. D.; GASPAROTTO, L. **Aspectos cronológicos e biológicos da broca-do-fruto (*Conotrachelus* sp. FIEDLER, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) no cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) e seu controle**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 17 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 3). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/668907>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ALMEIDA, C. M. V. C. de; ALMEIDA, C. F. G. Coleta de cacau silvestre no estado de Rondônia. **Revista Theobroma**, v. 17, n. 2, p. 65-92, 1987. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/revista-theobroma>. Acesso em: 31 ago. 2025.

BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; LAUMANN, R. A.; SOUZA, A. das G. C. de A.; PAMPLONA, A. M. S. R.; GOMES, F. B.; COSTA, E. L. Estudo das interações entre o cupuaçuzeiro e o curculionídeo *Conotrachelus humeropictus* mediadas por substâncias químicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 61., 2015, Manaus. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 93. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1030093>. Acesso em: 31 ago. 2025.

BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; LAUMANN, R. A.; SOUZA, A. das G. C. de A.; PAMPLONA, A. M. S. R.; GOMES, F. B.; COSTA, E. L. Estudo da ecologia química do curculionídeo *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 61., 2015, Manaus. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 94. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1030104>. Acesso em: 31 ago. 2025.

COSTA, A. P. T. **Aspectos biológicos e comportamentais de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) e avaliação da bioatividade de extratos botânicos**. 2018a. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6538>. Acesso em: 31 ago. 2025.

COSTA, E. L. da. **Estudo da ecologia química da broca-do-fruto do Cupuaçuzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae)**: prospecção de semioquímicos e estudos comportamentais. 2018b. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6169>. Acesso em: 31 ago. 2025.

COSTA, J. N. M.; FRANÇA, L. A. de; BORILE, D.; TREVISAN, O.; SOUZA, A. das G. C. de; PAMPLONA, A. M. S. R. Avaliação de inseticida para o controle da broca-do-cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 26., 2016, Maceió. **Anais [...]**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. p. 597. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1068292>. Acesso em: 31 ago. 2025.

FIEDLER, K. **Monograph of the South American weevils of the genus *Conotrachelus***. London: William Clowes, 1940. 365 p.

GARCIA, M. V. B.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MORAES, L. A. C. **Pragas do cupuaçuzeiro: I - a broca-do-fruto**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1997. Fôlder. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/667435>. Acesso em: 31 ago. 2025.

LIMA, R. F. **Flutuação populacional e avaliação de entomopatógenos sobre a broca do cacauzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae)**. 2005. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná, RO.

LIMA, E. M. de; SILVA, E. N. da; AIACHE, D. S.; SANTOS, R. S. Flutuação populacional da broca-do-cupuaçu em plantio comercial em Nova Califórnia, RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. p. 347. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1000566>. Acesso em: 31 ago. 2025.

LOPES, C. M. D. A. **Biologia, comportamento e flutuação populacional da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus* sp. próximo *humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2000. 90 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

LOPES, C. M. D.; SILVA, N. M. da. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 481-483, set. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000300019>.

MANKIN, R. W.; BRANDHORST-HUBBARD, J.; FLANDERS, K. L.; ZHANG, M.; CROCKER, R. L.; LAPOINTE, S. L.; WEAVER, D. K. Eavesdropping on insects hidden in soil and interior structures of plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 4, p. 1173-1182, Aug. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.4.1173>.

MATOS, S. de S. K.; TREVISAN, O.; RODRIGUES, M. A. C. M.; SOUZA, J. A.; LEMOS, W. P. Levantamento da broca dos frutos do cupuaçu e do cacau *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) no município de Belterra – PA. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE DEFESA AGROPECUÁRIA, 4., 2012, Salvador. **Livro de resumos** [...]. Salvador: SBDA, 2012. p. 209.

MENDES, A. C. de B.; GARCIA, J. de J. da S.; TREVISAN, O. Ocorrência de coleobrocas nos frutos do cacauzeiro em Rondônia. **Informe Fitossanitário**, v. 2, p. 1-3, 1982.

MENDES, A. C. de B.; MAGALHÃES, B. P.; OHASHI, O. S.; BASTOS, C. N. Infecção de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae) por *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no solo. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 531-538, 2001. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/sumario.php?volume=31&edicao=4>. Acesso em: 31 ago. 2025.

MOURA, K. C. D.; SOUZA-FIRMINO, T. S.; TREVISAN, O.; ITOYAMA, M. M. Population analysis of *Conotrachelus humeropictus* (Curculionidae, Coleoptera) from the mitochondrial gene COI. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 59., 2013, Águas de Lindóia. **Resumos** [...]. Ribeirão Preto: SBG, 2013.

OLIVEIRA, L. E.; TREVISAN, O.; COSTA, J. N. M.; LEITE, L. G. Patogenicidade de nematoide *Steinernema carpocapse* (Nematoda: Steinernematidae) em larvas de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) praga do cacau. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia. **Resumos** [...]. Londrina: SEB, 2014.

OLIVEIRA, S. P. de. **Dispersão horizontal da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) em sistemas agroflorestais de Nova Califórnia, Rondônia**. 2003. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

PAMPLONA, A. M. S. R.; KANO, C., SOUZA, A. das G. C. de; SOUZA, M. G. de; COSTA, J. N. M. **Efeito da prática de solarização de frutos de cupuaçu broqueados no controle de larvas de *Conotrachelus humeropictus***. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 16 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 23). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092357>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ROBERTS, C. A.; WORKMAN, J.; REEVES, J. B. **Near-infrared spectroscopy in agriculture**. Wisconsin: Publishers Madison, 2004. 822 p.

SILVA, A. G. d'A. e; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p.

SILVA, N. M. da; LEMOS, W. P.; PAMPLONA, A. M. S.; LOURIDO, G. M.; TREVISAN, O. Cupuaçu. In: SILVA, N. M. da; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. A. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 136-157.

SILVA, N. M. da; ALFAIA, S. S. **Manejo integrado da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro (Coleoptera: Curculionidae) em sistemas agroflorestais**. Manaus: INPA, 2004. 16 p. (INPA. Coleção cartilhas técnicas).

SILVA, S. A.; SANTOS, R. S. Dinâmica populacional da broca-do-cupuaçu em plantio comercial de cupuaçuzeiro, em Nova Califórnia, Rondônia. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 5., 2022, Rio Branco, AC. **O papel da tecnologia agrícola na segurança alimentar**: anais [...]. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2023. p. 57-65. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1157465?locale=es>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SILVEIRA, S.; LAUMANN, R. A.; BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; MOURA, J. I. L. Dimorfismo sexual em *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Resumos** [...]. Uberlândia: SEB, 2008. 1 CD-ROM.

SIMI, L. D. **Controle de *Sphenophorus levis* e *Conotrachelus humeropictus* pelo uso combinado de nematoides e fungos entomopatogênicos**. 2014. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/30a8e814-9744-46ef-8a0c-a2e2b61f8175>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SIMI, L. D.; LEITE, L. G.; TREVISAN, O.; COSTA, J. N. M.; OLIVEIRA, L. E.; SCHMIDT, F. S.; BATISTA FILHO, A. Mortality of *Conotrachelus humeropictus* in response to combined application of the nematode *Steinernema brazilense* and the fungus *Beauveria bassiana*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000092016>.

SOUZA, A. das G. C. de A.; COSTA, J. N. M.; TREVISAN, O.; PAMPLONA, A. M. R. S.; SAUNIER, H. B. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**: broca-do-fruto. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 40 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1100254>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SOUZA, A. das G. C. de; SOUSA, N. R.; FERNANDES, J. D. S.; PAMPLONA, A. M. S. R.; COSTA, J. N. M.; TREVISAN, O. Genetic diversity of *Conotrachelus humeropictus* Fielder (Coleoptera: Curculionidae) detected by ISSR markers. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 61., 2015, Manaus. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 96. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1030115>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SZCZERBOWSKI, D.; TORRENS, G. G.; RODRIGUES, M. A.; TREVISAN, O.; GOMES, S. M.; TROEGER, A.; ZARBIN, P. H. (1R, 6R)-2, 2, 6-Trimethyl-3-oxabicyclo [4.2. 0] octan-4-one, a new monoterpene lactone produced by males of the cocoa borer *Conotrachelus humeropictus* (Col.: Curculionidae). **Tetrahedron Letters**, v. 57, n. 26, p. 2842-2844, June 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.05.036>.

THOMAZINI, M. J. **A broca dos frutos do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus humeropictus* Fiedler**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 4 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 113). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/495884>. Acesso em: 31 ago. 2025.

THOMAZINI, M. J. Flutuação populacional e intensidade de infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 463-468, set. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000300009>.

TORRENS, G. G. **Feromônio de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae)**: identificação estrutural e avaliação da atividade comportamental. 2015. 76 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/41200>. Acesso em: 31 ago. 2025.

TREVISAN, O.; LEITE, L. G.; COSTA, J. N. M.; OLIVEIRA, L. E. Patogenicidade de nematoide *Sterneinema brazilense* (Nematoda: Ateirnema tidae) em larvas de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) praga do cupuaçu. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

TREVISAN, O. **Comportamento da broca dos frutos do cacau *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Col.: Curculionidae), em Rondônia**. 1989. 57 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20190821-122144/pt-br.php>. Acesso em: 31 ago. 2025.

TREVISAN, O. Manejo de pragas do cacauzeiro. In: SILVA NETO, P. J. da; MATOS, P. G. G. de; MARTINS, A. C. de S.; SILVA, A. de P. (ed.). **Manual técnico do cacauzeiro para a Amazônia brasileira**. Belém, PA: CEPLAC, 2013. p. 72-96.

TREVISAN, O.; MOURA, J. I. L.; DELABIE, J. H. B.; MENDES, A. C. B. **Manejo integrado das pragas do cacauzeiro do estado de Rondônia**. Porto Velho: CEPLAC, 2011. 38 p.

TREVISAN, O.; MATOS, S. de K.; RODRIGUES, M. A. C.; SOUZA, J. A. Ocorrência da broca dos frutos do cupuaçu *Conotrachelus humeropictus* (Col.: Curculionidae) no estado do Pará. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE DEFESA AGROPECUÁRIA, 4., 2012, Salvador. **Livro de resumos** [...]. Salvador: SBDA, 2012b. p. 210.

TREVISAN, O.; MENDES, A. C. de B. Ocorrência de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) em frutos de cupuaçu *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng. Schum.) (Sterculiaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., 1991, Recife. **Resumos** [...]. Sociedade Entomológica do Brasil, 1991. p. 137.

TREVISAN, O.; MOURA, J. I. L.; DELABIE, J. H. C.; MENDES, A. C. de B. Manejo integrado das pragas do cacauzeiro da região Amazônica. In: VALLE, R. R. (ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacauzeiro**. Brasília, DF: CEPLAC, 2012a. p. 161-185.

TREVISAN, O.; OLIVEIRA, L. E.; COSTA, J. N. M.; CORRÊA, F. L. Eficiência da armadilha piramidal para amostragem de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) e outros Insetos do solo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 61., 2015, Manaus. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 88. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1131320>. Acesso em: 31 ago. 2025.

TREVISAN, O.; RODRIGUES, M. A. C. de M.; MOURA, J. I. L.; LEMOS, W. P.; TEIXEIRA COSTA, J. N. M.; SILVA, N. M. da. Cacau. In: SILVA, N. M. da; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. A. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 72-93.

