

GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii* MARSHALL (1922)  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): RESPOSTA A DISTINTOS  
ESPECTROS DE EMISSÃO DE LUZ E ASPECTOS DE SUA  
BIOECOLOGIA

**JOÃO GABRIEL TARDIN DE MORAES**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2020

GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii* MARSHALL (1922)  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): RESPOSTA A DISTINTOS  
ESPECTROS DE EMISSÃO DE LUZ E ASPECTOS DE SUA  
BIOECOLOGIA

**JOÃO GABRIEL TARDIN DE MORAES**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Gerson Adriano Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2020

### FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

M827

Moraes, João Gabriel Tardin de.

Gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera : Curculionidae) : Resposta a distintos espectros de emissão de luz e aspectos de sua bioecologia / João Gabriel Tardin de Moraes. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.

65 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2020.

Orientador: Gerson Adriano Silva.

1. Fototaxia. 2. Abandono de frutos. 3. Emergência de adultos. 4. *Psidium guajava*. 5. MIP.  
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

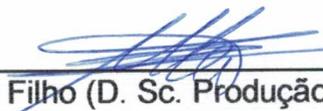
**GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii* MARSHALL (1922)  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): RESPOSTA A DISTINTOS  
ESPECTROS DE EMISSÃO DE LUZ E ASPECTOS DE SUA  
BIOECOLOGIA**

**JOÃO GABRIEL TARDIN DE MORAES**

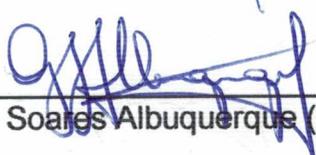
“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 17 de março de 2020

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Mauri Lima Filho (D. Sc. Produção Vegetal Proteção de Plantas) – UFRRJ

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Omar Eduardo Bailez (D. Sc. Biologia do Comportamento) – UENF

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Gilberto Soares Albuquerque (PhD. Entomologia) – UENF

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Gerson Adriano Silva (D. Sc. Fitotecnia) – UENF  
Orientador

Aos meus pais – Carlos (*in memoriam*) e Aquene, ao meu irmão – José Vicente –  
ao meu tio – Paulo – e à minha namorada – Maria – pelo amor, carinho e apoio  
que me permitiram trilhar o caminho até aqui.

Dedico.

“Nós é que decidimos se nossa vida será significativa, plena e maravilhosa. E podemos fazer com que ela seja mesmo maravilhosa. “

Richard Dawkins

## AGRADECIMENTOS

Com um carinho superespecial agradeço a todos os professores que estiveram envolvidos na minha formação básica, no ensino médio, ao longo da graduação e durante o mestrado;

Agradeço, sobretudo a toda a minha família que tanto me apoiou e foram meus alicerces nessa fase que estou completando. Com um carinho especial aos meus pais Carlos (*in memoriam*) e Aquene, ao meu irmão José Vicente, aos meus avós (Geraldo e Elizabete) e ao meu tio Paulo por todo amor, apoio e dedicação;

À minha companheira e namorada – Maria – por toda paciência, amor, carinho, confiança e companheirismo que a mim foram atribuídos. Você tornou meus dias mais leves para conseguir finalizar essa etapa. Maria, você tem minha eterna gratidão!

Ao professor Gerson, agradeço pela sua orientação, presença nas pesquisas, ensinamentos, conversas e amizade. A amizade construída entre orientador e estudante facilita e potencializa as atividades acadêmicas e pesquisa. Professor, você é um exemplo de docente e pesquisador, tenho em você uma inspiração como profissional!

Agradeço ao meu amigo e colega de apartamento – Carlos Outeiro – pela sua amizade, bebedeiras, conversas filosóficas e pela companhia em muitas noites de estudo e de experimentos na UENF!

Agradeço a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, a Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do mestrado; a Coordenação

de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa, sem esse auxílio não teria sido possível a execução das minhas pesquisas; ao Laboratório de Entomologia e Fitopatologia pela estrutura para execução das minhas pesquisas;

Ao professor Geraldo Gravina, agradeço pelas orientações e direcionamentos para que eu pudesse realizar as minhas análises estatísticas;

Agradeço aos amigos e colegas que fiz no laboratório – Ludimila, Pedro, Laís, Clarissa, Letícia, Jarbas e Mayara – pela colaboração na execução dos ensaios e amizade;

A Igor Monsores (mesmo distante), Júlio Marcos, Giovanna, Jhean, Joaquim e Tiago, agradeço pela duradoura amizade que carregamos desde a graduação;

Agradeço também pela amizade dos colegas de pós-graduação – Sabrina e Patrícia – pelo companheirismo durante as disciplinas. As gargalhadas aliviavam um pouco o estresse e pressão;

Aos professores Richard, Omar, Ana Maria e Gilberto agradeço pelos ensinamentos e amizade;

Agradeço pelos serviços prestados e pela amizade às “tias da limpeza” que passaram pelo laboratório – Bete, Vanusa e Denise;

Eneida e Everardo, muito obrigado pelo carinho e incentivo durante meu ensino médio, a força que vocês me deram foi fundamental para que eu esteja almejando uma carreira de cientista;

À minha psicóloga – Lúcia – que mesmo distante se manteve presente, sem a sua ajuda meu trabalho não teria nem começado, portanto, muito obrigado!

Agradeço à minha gata Goiaba, pelo companheirismo e ronronados durante os momentos de angústia e solidão.

Agradeço, ainda, a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desta etapa.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 – A goiabeira <i>Psidium guajava</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 – Problemas fitossanitários</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 – Gorgulho-da-goiaba: <i>Conotrachelus psidii</i></b> .....	<b>6</b>
<b>2.3.1 – Bioecologia e comportamento do gorgulho-da-goiaba</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3.2 – Dinâmica populacional: flutuação sazonal e distribuição espacial</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 – Métodos de controle</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.1 – Controle cultural</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4.2 – Controle comportamental</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4.3 – Controle biológico</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4.4 – Controle físico</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4.7 – Controle genético</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4.8 – Controle químico</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4 – Comportamento e bioecologia de insetos no MIP</b> .....	<b>14</b>
<b>3 – TRABALHOS</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 – RESPOSTA COMPORTAMENTAL DO <i>Conotrachelus psidii</i></b> <b>MARSHALL (1922) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES</b> <b>ESPECTROS LUMINOSOS</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.1 – RESUMO</b> .....	<b>16</b>

3.1.2 – ABSTRACT .....	17
3.1.3 – INTRODUÇÃO .....	18
3.1.4 – MATERIAL E MÉTODOS.....	19
Obtenção e manutenção dos insetos .....	19
Dispositivo experimental .....	20
i) Resposta do <i>C. psidii</i> ao espectro luminoso vs. escuridão.....	21
ii) Preferência do <i>C. psidii</i> aos espectros de emissão de luz .....	22
Análises estatísticas .....	22
3.1.5 – RESULTADOS.....	23
3.1.6 – DISCUSSÃO .....	25
3.1.6 – RESUMO E CONCLUSÕES .....	27
3.1.7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
<b>3.2 – ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DO GORGULHO-DA-GOIABA, <i>Conotrachelus psidii</i> MARSHALL, 1922 (COLEOPTERA: CUCURLIONIDAE): PROPORÇÃO SEXUAL, HORÁRIO DE EMERGÊNCIA DO SOLO E DE ABANDONO DO FRUTO .....</b>	<b>30</b>
3.2.1 – RESUMO.....	30
3.2.2 – ABSTRACT .....	31
3.2.3 – INTRODUÇÃO .....	32
3.2.4 – MATERIAL E MÉTODOS.....	34
Obtenção e manutenção dos insetos .....	34
Razão sexual de insetos coletados a campo .....	35
Abandono do fruto por período do dia .....	35
Período de emergência de adulto do solo .....	35
Análises estatísticas .....	36
3.2.5 – RESULTADOS.....	37
3.2.6 – DISCUSSÃO .....	41
3.2.6 – RESUMO E CONCLUSÃO.....	43
3.2.7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## RESUMO

MORAES; João Gabriel Tardin de; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2020. Gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae): Resposta a distintos espectros de emissão de luz e aspectos de sua bioecologia. Orientador: Prof. Gerson Adriano Silva.

O gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae), é uma praga-chave de goiabeiras, no entanto poucas técnicas estão disponíveis para seu controle. O comportamento e a bioecologia estabelecem informações fundamentais para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). A fototaxia é um comportamento inato dos insetos – onde estes podem ser atraídos ou repelidos por uma fonte luminosa. A ecologia aplicada à agricultura constitui uma das principais ferramentas para o MIP, pois as informações bioecológicas são utilizadas para elaborar estratégias e táticas para manejar as populações de insetos-pragas. Este trabalho objetivou determinar a atratividade/repelência de diferentes espectros de luz a adultos de *C. psidii* em condições de laboratório e gerar informações sobre a bioecologia do *C. psidii*, verificando-se a proporção sexual, período de abandono dos frutos pelas larvas e de emergência de adultos do solo. Os insetos foram coletados no pomar localizado na Escola Técnica Estadual Antônio Sarlo. Para a determinação da fototaxia foram realizados três ensaios: 1-insetos não sexados expostos a uma luz por vez; 2- insetos sexados expostos a uma luz por vez e 3- insetos não sexados expostos a duas luzes. Nos testes foram utilizadas câmaras de testes e lâmpadas das cores vermelho, amarelo, azul, verde, UV e branco. Na etapa sobre a bioecologia, três experimentos foram realizados: A sexagem foi

realizada a partir de insetos coletados entre outubro de 2019 e janeiro de 2020. O período de abandono de fruto foi avaliado utilizando-se dez repetições com 50 frutos. Os testes foram avaliados no decorrer de uma semana, avaliando-se o número de larvas ao fim de cada um dos dois períodos – diurno (06:00-17:59 h) e noturno (18:00-5:59 h). Para avaliar o período de emergência de adultos do solo, foi montado um experimento contendo cinco repetições com 80 insetos cada, onde larvas de quarto instar foram liberadas em bacias plásticas preenchidas com solo. As avaliações foram realizadas três vezes ao dia [manhã (6 horas), ao meio-dia (12 h) e à tarde (18 h)]. Observou-se que no teste em grupo, o número médio de insetos ( $16,88 \pm 0,85$ ) que escolheram a luz vermelha foi significativamente maior que o valor esperado (12,50) ( $\chi^2=15,04$ ;  $p=0,035$ ), enquanto que as médias de insetos que escolheram as demais luzes foram menores do que o valor esperado. Quando sexados, os machos apresentaram fototaxia positiva para luz vermelha, de forma que 76.67% preferiram essa luz; as fêmeas não apresentaram fototaxia positiva por nenhum dos espectros de luz. Nos experimentos com insetos não sexados expostos a duas luzes, os insetos preferiram a luz vermelha nos tratamentos *versus* a luz amarela, verde e UV. A razão sexual de *C. psidii* coletado a campo é de 1,65 macho para cada fêmea. No experimento de abandono de frutos, 51,32% das larvas abandonaram os frutos no período diurno e 48,68% no período noturno, porém não houve diferença estatística entre esses valores ( $t = 0,21$ ;  $p= 0,07$ ). Houve diferença significativa ( $X^2=45,14$ ,  $p \leq 0,001$ ) entre a emergência de adultos no turno diurno (86,84%) e noturno (13,16%), a maior parte dos insetos emergiu durante o período diurno vespertino (93,94%) e a menor no diurno matutino (6,06%) ( $X^2=111,91$ ,  $p \leq 0,001$ ). O tempo médio de emergência dos adultos de *C. psidii* foi em torno de nove meses (271,03 dias) após a montagem dos experimentos. Desta forma, conclui-se que este trabalho contribuiu com informações originais e relevantes sobre o comportamento, biologia e ecologia do gorgulho.

## ABSTRACT

MORAES; João Gabriel Tardin de; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2020. Weevil guava, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae): Response to different spectra of light emission and aspects of their bioecology. Advisor: Prof. Gerson Adriano Silva.

The guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae), is a key pest of guava trees, however, few techniques are available for its control. Behavior and bioecology establish fundamental information for Integrated Pest Management (IPM). Phototaxis is an innate behavior of insects - where they can be attracted or repelled by a light source. Ecology applied to agriculture is one of the main tools for IPM, since bioecological information is used to develop strategies and tactics to manage populations of insect pests. Thus, this work aimed to determine the attractiveness/repellency of different light spectra to adults of *C. psidii* in laboratory conditions and to generate information about the bioecology of *C. psidii*, verifying the sexual proportion, period of abandonment of fruits by larvae, and adult emergency soil. The insects were collected in the orchard located at the Antônio Sarlo State Technical School. To determine phototaxis, three tests were performed: 1-non-sexed insects exposed to one light at a time; 2- sexed insects exposed to one light at a time, and 3-non-sexed insects exposed to two lights. In the tests, test chambers and lamps of the colors red, yellow, blue, green, UV and white were used. In the bioecology stage, three experiments were carried out: Sexing was carried out using insects from eight collections between October 2019 and January 2020. The period of fruit abandonment was evaluated using ten

replicates with 50 fruits. The tests were evaluated over a week, evaluating the number of larvae at the end of each of the two periods - daytime (06: 00-17: 59 h) and night (18: 00-5: 59 h). To evaluate the emergence period of adults in the soil, an experiment was carried out containing five replicates with 80 insects each, where fourth instar larvae were released into plastic basins filled with soil. Assessments were performed three times a day [morning (6 am), noon (12 pm), and afternoon (6 pm)]. It was observed that in the group test, the average number of insects ( $16.88 \pm 0.85$ ) that chose the red light was significantly higher than the expected value (12.50) ( $\chi^2=15,04$ ;  $p=0,035$ ), while males showed positive phototaxis for the red light, so that 76.67% preferred this light; females did not show positive phototaxis by any of the light spectra. In experiments with non-sexed insects exposed to two lights, insects preferred red light in treatments versus yellow, green, and UV light. The sex ratio of *C. psidii* collected in the field is 1.65 males for each female. In the fruit abandonment experiment, 51.32% of the larvae abandoned the fruits during the day and 48.68% in the night, however, there was no statistical difference between these values ( $t = 0.21$ ;  $p = 0.07$ ). There was a significant difference ( $X^2 = 45.14$ ,  $p \leq 0.001$ ) between the emergence of adults during the day shift (86.84%) and night shift (13.16%), most insects emerged during the daytime afternoon (93,94%) and the lowest in the morning (6.06%) ( $X^2 = 111.91$ ,  $p \leq 0.001$ ). The average emergence time of adults of *C. psidii* was around nine months (271.03 days) after setting up the experiments. Thus, it is concluded that this work contributed with original and relevant information on the behavior, biology, and ecology of the weevil.

## 1 – INTRODUÇÃO

A goiabeira *Psidium guajava* L. (1753) é uma planta da família Myrtaceae, amplamente distribuída pela região neotropical. O maior centro de diversidade do gênero se encontra no Brasil, onde 65 espécies foram identificadas, das quais 48 são endêmicas (Pereira et al., 2003; Kamath et al., 2008).

A goiabeira é de grande importância comercial, por ser uma das 15 principais fruteiras mais produzidas no país, com 579 mil toneladas de frutos produzidos em 2018, que representa uma receita de mais de 790 milhões de reais (Pereira et al., 2003; SIDRA, 2019).

A cadeia produtiva da goiaba é comprometida por problemas fitossanitários, (pragas e doenças) (Gallo et al., 2002; Piccinin et al., 2005). A goiabeira é atacada por insetos desfolhadores, sugadores e broqueadores. O principal desfolhador é o besourinho-amarelo (*Costalimaita ferrugínea* Fabr. 1801; Coleoptera: Chrysomelidae), que ao se alimentar, causa o rendilhamento da folha, reduzindo a área foliar. Dentre os sugadores, o principal inseto-praga é o psílideo (*Triozioida* sp.; Hemiptera: Triozoidae), que ao sugar os vasos das folhas, pode causar necrose e posterior queda de folhas. Os principais broqueadores que ocorrem são as moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp. e *Ceratitidis capitata* Wiedmann; Diptera: Tephritidae) e o gorgulho-da-goiaba (*Conotrachelus psidii* Marshall 1922; Coleoptera: Curculionidae). O gorgulho-da-goiaba se alimenta da polpa e das sementes dos frutos, tornando inviável a comercialização, além disso, o ataque do gorgulho pode resultar na queda prematura de frutos (Gallo et al., 2002). Outras espécies do gênero *Conotrachelus* são pragas de plantas cultivadas de importância

econômica como pinheiro, abacate, feijão, noz pecan, algodoeiro, araçá-boi, camu-camu, cacau e cupuaçu (Bondar, 1944; Bodenham et al., 1976; Muñoz-Vélez e González, 1982; Tedders e Payne, 1986; Mendes et al, 1988; O'Brien e Couturier, 1995; Coria-Ávalos, 1999; Ávila e Degrande, 2001; Rodríguez e Cásares, 2003; Vargas-Madriz et al, 2015).

A larva do gorgulho-da-goiaba é ápoda, a coloração varia de acordo com o alimento (podendo ser branca ou amarelada), normalmente são recurvadas, possui uma cápsula cefálica proeminente de cor marrom-clara. Os adultos medem cerca de 5 mm de comprimento e são de cor marrom-escuro a pardo com estrias longitudinais nos élitros (Bailez et al, 2003; Monroy e Insuasty, 2007; Silva-Filho et al, 2007).

O controle do gorgulho normalmente é realizado por meio de aplicações de inseticidas, como piretroides e fosforados. No entanto, é uma prática inadequada para esse inseto na cultura da goiabeira, uma vez que não existem inseticidas registrados junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Isso gera um grande risco para o agricultor durante o manejo do produto e para o consumidor final que pode ingerir produto com resíduos (Agrofit, 2019).

Outros métodos de controle podem ser implementados, de forma integrada, para reduzir a população de gorgulhos de forma menos nociva ao ser humano e ao ambiente. Tais métodos são o controle cultural, que se baseia em aspectos ecológicos e biológicos do inseto; o controle legislativo; o controle comportamental mediante a utilização de semioquímicos (feromônios e aleloquímicos); a resistência de plantas a insetos; o controle biológico, com a utilização de inimigos naturais; o controle físico, que se baseia na retirada ou eliminação do inseto de dentro da lavoura e o controle genético (Gallo et al., 2002).

O conhecimento sobre ecologia de uma espécie de inseto pode ser útil para desenvolver estratégias de controle para seu manejo, sendo uma das principais ferramentas para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). A utilização de ecologia aplicada no MIP permite associar a dinâmica populacional do inseto-praga ao ambiente, sendo um conhecimento fundamental para, por exemplo, o monitoramento de pragas (Gallo et al., 2002; Price et al., 2011; Gotelli e Ellison, 2013).

O estudo comportamental dos insetos, gera informação sobre o que os insetos fazem, como fazem e porquê o fazem como resposta ou não a

determinados estímulos, como a resposta de atração de um inseto a um determinado estímulo olfativo ou visual que pode ser utilizado como medida de captura ou armadilhas (Gallo et al., 2002; Matthews e Matthews, 2009). Desse modo, conhecer a resposta do gorgulho-da-goiaba a determinadas cores pode ajudar no desenvolvimento de iscas de captura e/ou para fins de monitoramento, além disso, o conhecimento de sua biologia poderá ajudar a melhorar o entendimento a respeito de sua dinâmica populacional.

Os objetivos desse trabalho foram: determinar a resposta comportamental de adultos de *C. psidii* a diferentes espectros de luz em condições de laboratório; determinar o período de abandono de frutos pelas larvas e do solo pelos adultos de *C. psidii*.

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 – A goiabeira *Psidium guajava*

A goiabeira *Psidium guajava* L. (1753) é uma espécie da família Myrtaceae com ampla distribuição na região neotropical. Alguns autores defendem a hipótese que o centro de origem ocorre na América Central e norte da América do Sul, enquanto outros defendem ser o segundo, sendo este o mais aceito (Wilson et al. 2001; Kamath et al. 2008; Mehmood et al. 2014).

O Brasil é considerado o maior centro de diversidade do gênero *Psidium*, onde já foram identificadas 65 espécies, das quais 48 são endêmicas (Flora do Brasil, 2020). Apesar do grande número de espécies do gênero, *P. guajava* é a espécie de maior relevância comercial, outras espécies como *P. cattleyanum* Sabine (araçá-doce) e *P. guineense* Swartz (araçá-verdadeiro), embora sejam pouco cultivadas, apresentam grande potencial comercial (Pereira et al., 2003; Singh, 2011).

As plantas de goiabeira apresentam porte arbóreo, atingem de três a cinco metros de altura, com diâmetro de copas entre cinco e seis metros. Possuem troncos tortuosos, com casca lisa, delgada e que se desprende em lâminas. As folhas são de coloração amarelo-esverdeada, opostas, elíptico-oblongas, ligeiramente lustrosas, coriáceas e semicaducifólias. As flores são hermafroditas, compostas por um androceu com numerosos estames livres e com filetes brancos, possuem cinco sépalas e cinco pétalas. Os frutos são bagas com formato, tamanho e coloração que variam de acordo com as cultivares, possuem mesocarpo de

textura firme e quatro ou cinco lóculos onde se encontram as sementes (Pommer e Murakami al. 2009).

A goiabeira é propagada por sementes oriundas de polinização cruzada e seu florescimento ocorre entre setembro e novembro, durante o início do período chuvoso. No entanto, para fins comerciais é desejado que haja uma homogeneidade genética das plantas no pomar e de sincronização de florações. Para isto são utilizadas mudas que são propagadas de forma vegetativa mediante técnicas de enxertia, estaquia e miniestaquia. O florescimento sincronizado é obtido por meio da realização de podas (Morton 1987, Pereira et al. 2017).

No panorama da fruticultura nacional, a goiaba está entre as 15 principais fruteiras produzidas, apresentando importância socioeconômica e alimentar e em nível mundial, o Brasil está entre os principais produtores de goiaba vermelha. Em 2018 produziu 579 mil toneladas (mil ton), que representam uma receita de aproximadamente R\$795 milhões. O Nordeste é a principal região produtora, o estado de Pernambuco é o maior produtor e contribui com 200 mil ton, seguido por São Paulo (195 mil ton), Bahia, Paraná, Ceará, Minas Gerais e Rio de Janeiro (SIDRA 2019).

No Estado do Rio de Janeiro, a maior produção se concentra nas regiões Metropolitana e Norte Fluminense, com produções de 10,9 mil ton e 2,3 mil ton, respectivamente. Dos nove municípios do Norte Fluminense, São Francisco do Itabapoana (1,7 mil ton), São João da Barra (500 ton) e Campos dos Goytacazes (78 ton) apresentam as maiores produções (SIDRA 2019).

As principais cultivares produzidas e comercializadas no Brasil são a 'Paluma', 'Rica', 'Pedro Sato', 'Kumugai', 'Sassaoka', 'Ogawa', 'Yamamoto' e 'Século XXI' (Pommer e Murakami, 2009). No geral, as cultivares se dividem em grupos para indústria, consumo *in natura* e misto. O consumo *in natura* caracteriza-se, basicamente, pela comercialização de fruto de mesa, enquanto a industrialização da goiaba toma diversas formas, podendo ser utilizada para a produção de doces, sucos, sorvetes, purês, guatchup e fruta desidratada (Pereira e Martinez 1986, Pommer e Murakami 2009, Singh 2011).

## 2.2 – Problemas fitossanitários

A goiabeira é acometida por diversas doenças e pragas. Duas doenças fúngicas destacam-se ao causar problemas nas plantas, são elas a ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.) e a antracnose (*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld & Schrenk e *Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.). Há uma bacteriose causada pela *Erwinia psidii*, e outra doença problemática é o complexo patológico causado pelo nematoide *Meloidogyne enterolobi* e o fungo de solo *Fusarium solani* que causa o declínio da goiabeira (Piccinin et al., 2005).

A cultura da goiabeira hospeda um grande número de insetos fitófagos, que podem ser desfolhadores, sugadores e broqueadores. Os insetos desfolhadores podem causar grandes prejuízos ao reduzir a área foliar da planta, o principal desfolhador é o besourinho-amarelo (*C. ferrugínea* Fabr. 1801). Os sugadores podem causar danos severos a folhas, ramos e frutos, o principal inseto sugador é o psílídeo (*Triozioida* sp.). Dentre os insetos broqueadores, destacam-se as moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp. e *C. capitata*) e o gorgulho-da-goiaba (*C. psidii*), essas broqueiam os frutos, e impactam diretamente na produção e comercialização (Gallo et al. 2002).

## 2.3 – Gorgulho-da-goiaba: *Conotrachelus psidii*

A família Curculionidae é a mais diversa da ordem Coleoptera e possui o maior número de espécies descritas, sendo considerada a maior família do Reino Animal. Os curculionídeos possuem a cabeça prolongada (rostro) e aparelho bucal mastigador. As antenas geralmente estão inseridas no meio do rostro e são genículo-clavadas ou capitadas. A maior parte das espécies faz postura endofítica. Essa família é quase exclusivamente fitófaga, um grande número de espécies são pragas de diversas culturas de importância econômica (Gallo et al, 2002).

O gênero *Conotrachelus* possui mais de 1100 espécies descritas, dessas mais de 600 espécies são relatadas na América do Sul e aproximadamente 70 ocorrem no Brasil. Algumas espécies foram relatadas causando danos em plantas cultivadas de importância econômica, tais como: *C. neomexicanus* Fall (pinheiro), *C. aguacatae* Barber e *C. perseae* Barber (abacate), *C. glaber* Hustache e *C. phaseoli* Marshall (feijão), *C. schoofi* Papp (pecan), *C. bondari* Marshall (pinha), *C.*

*denieri* (algodoeiro), *C. eugeniae* O'Brien (araçá-boi), *C. dubiae* O'Brien (camu-camu), *C. humeropictus* Fiedler (cacau e cupuaçu), *C. dimidiatus* Champion (goiaba) e *C. psidii* Marshall (goiaba, goiaba serrana e araçá) (Bondar, 1944; Bodenham et al., 1976; Muñoz-Vélez e González, 1982; Tedders e Payne, 1986; Mendes et al, 1988; O'Brien e Couturier, 1995; Coria-Ávalos, 1999; Ávila e Degrande, 2001; Rodríguez e Cásares, 2003; Vargas-Madriz et al, 2015).

*Conotrachelus psidii* foi relatado pela primeira vez no Brasil em 1924 por Bondar (1924). A distribuição geográfica do gorgulho-da-goiaba é restrita à América do Sul, com relatos no Brasil, Bolívia, Venezuela, Paraguai e Peru (Martínez e Cásares, 1981; Gallo et al, 2002; Rosa et al, 2015; Vargas-Madriz et al, 2015; Barriga-Tuñón, 2019; CABI, 2019).

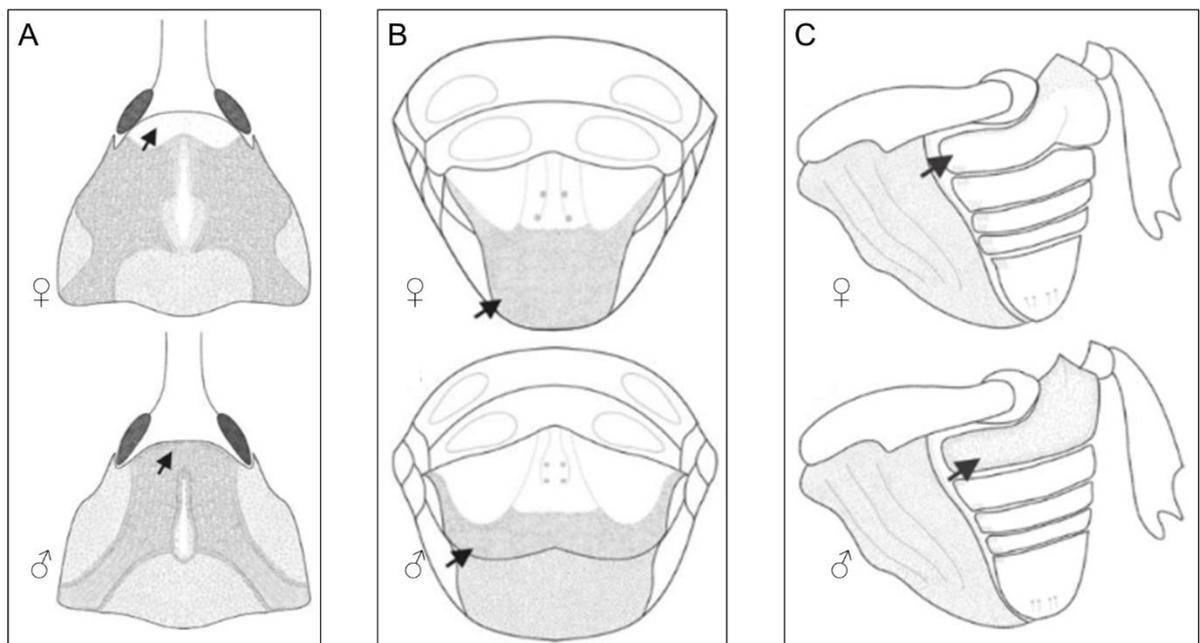
### **2.3.1 – Bioecologia e comportamento do gorgulho-da-goiaba**

As larvas de *C. psidii* possuem formato curculioniforme, são ápodas, com caixa cefálica proeminente. A coloração pode variar de acordo com o alimento, mas normalmente as larvas são branco-amareladas, com cabeça marrom-clara. Alimentam-se da polpa e das sementes dos frutos de goiaba. Os adultos, medem de 6 a 7 mm e alimentam-se de ramos, botões florais e frutos. Apresentam coloração que varia de pardo a marrom-escuro, os élitros possuem diversas estrias longitudinais e pontuações claras (Figura 1) (Bailez et al, 2003; Monroy e Insuasty, 2007; Silva-Filho et al, 2007).

A distinção entre machos e fêmeas, pode ser feita pela emissão de som de estridulação dos machos, que pode ser induzida ao efetuar-se uma leve pressão no abdome. O macho possui a região posterior do pronoto com densa pilosidade e o último tergito é parcialmente visível, enquanto que o das fêmeas é coberto pelo penúltimo; e o primeiro esternito abdominal nas fêmeas é convexo e com pouca pilosidade ou glabro, enquanto que essa estrutura nos machos é ligeiramente côncava e possui pilosidade mais densa (Figura 2) (Silva-Filho et al, 2007).



**Figura 1.** Adulto de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae). UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2019.



**Figura 2.** Dimorfismo sexual em adultos de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae): A – diferença de distribuição da pilosidade no pronoto; B – vista dorsal do abdome, mostrando último tergito abdominal sendo coberto pelo penúltimo na fêmea, enquanto no macho é parcialmente coberto; C – vista ventral do abdome, mostrando a convexidade do primeiro esternito abdominal da fêmea e a diferente distribuição de pilosidade em relação ao macho. Ilustração: Silva-Filho et al. (2007).

Os adultos de *C. psidii* possuem maior atividade durante escotofase, principalmente nas seis primeiras horas, onde indivíduos de ambos os sexos concentram os eventos comportamentais de exploração, alimentação e acasalamento. Os machos são mais ativos que as fêmeas e realizam com maior frequência comportamentos de alimentação e acasalamento (Silva-Filho, 2005).

O gorgulho-da-goiaba apresenta respostas a estímulos olfativos, que estão ligados aos comportamentos de corte e acasalamento. Os machos são atraídos pelo odor de botões florais de goiaba; machos e fêmeas são atraídos pelos odores de fezes e pelos feromônios de agregação produzidos por machos – o papayanol e papayanal (Silva-Filho, 2005; Silva-Filho et al, 2012; Palácio-Cortés et al, 2015; Romero-Frías, 2016).

Os comportamentos de corte e acasalamento não possuem aparentemente uma sequência rigidamente definida. Inicialmente as fêmeas montam os machos antes destes as montarem efetivamente para a cópula. Após a monta, há uma série de estímulos realizados com pernas e antenas, além da emissão de som por estridulação efetuada pelos machos. A cópula ocorre após a fixação do macho com o auxílio do último par de pernas sobre os élitros da fêmea e tem duração média de 27 min (Silva-Filho, 2005).

A oviposição é endofítica, para tanto, a fêmea perfura a superfície do fruto verde com o rostro, confecciona uma pequena câmara no fruto, tateia a superfície do fruto com a região posterior do abdome e com as pernas posteriores para localizar o orifício. Após a localização, insere o ovipositor e, subsequentemente, realizam a postura do ovo. Após a oviposição, a fêmea acondiciona o ovo com o rostro no interior da câmara e cobre o orifício com os restos provenientes da escavação e com suas fezes (Bailez, 2019).

### **2.3.2 – Dinâmica populacional: flutuação sazonal e distribuição espacial**

Os insetos podem ser mais ou menos abundantes em diferentes épocas do ano e de estádios fenológicos da planta hospedeira, tal que fatores bióticos e abióticos são os responsáveis por essa variação sazonal. O *status* de praga é alcançado uma vez que a densidade populacional do inseto passe a causar injúrias nas plantas, a ponto de causar prejuízo financeiro. Por isso, estudos sobre a dinâmica populacional, constituem uma valiosa informação para aplicação no MIP

(Spiegel e Price, 1996; Waltz e Whitham, 1997; Gallo et al., 2002; Campos et al., 2006, Costa et al., 2008).

Em relação ao gorgulho-da-goiaba, Valente (2014) realizou estudos sobre a distribuição vertical do gorgulho nas plantas, nos quais verificou que os adultos preferem se alimentar e ovipositar nos frutos localizados nos ramos do terço inferior das plantas, na face leste da árvore e atacam com maior severidade nas quatro primeiras semanas após o início da frutificação. Posteriormente, Valente (2018) determinou que o *C psidii* possui comportamento de dispersão, alimentação e oviposição gregário dentro da lavoura e elaborou planos de amostragem sequencial, definindo o número de amostras mínimo e máxima para presença do adulto, injúria de oviposição e de alimentação.

Pinchao e Muñoz (2019) confeccionaram um modelo linear da infestação do inseto em pomares de goiaba na Colômbia, este modelo associava a influência de variáveis climáticas e condições ambientais no desenvolvimento do gorgulho-da-goiaba.

Na Região Norte Fluminense, o gorgulho-da-goiaba apresenta maior ocorrência entre os meses de outubro e fevereiro, com pico populacional em novembro. Nos meses de outono (abril, maio e junho) há baixa ocorrência do inseto a campo, demonstrando uma sazonalidade bem definida (Baptista, 2019).

## **2.4 – Métodos de controle**

Os agroecossistemas são mais simples e homogêneos que ambientes silvestres, por isso, torna-se um local propício para pragas se estabelecerem. No MIP, quando as injúrias causadas por organismos atingem o nível de dano econômico, ou seja, seus danos causam prejuízos equivalentes ao custo para controle, essa população deverá ser controlada (Gallo et al., 2002; Souza Filho e Costa, 2003).

Vários métodos de controle estão disponíveis para reduzir, evitar e prevenir os ataques de insetos às plantas. No controle de gorgulho-da-goiaba, os métodos de controle são classificados em métodos cultural, comportamental, biológico, físico, genético e químico. (Gallo et al., 2002; Souza Filho e Costa, 2003).

Desta forma, aqui será abordado um pouco sobre cada método e o que se conhece do emprego desses para o controle do gorgulho-da-goiaba.

### **2.4.1 – Controle cultural**

Este método procura usar práticas de manejo que diminuam a abundância da praga no campo, baseando-se nos aspectos biológicos e ecológicos do inseto. Na cultura da goiaba, pode ser realizado através da eliminação de frutos infestados (caídos no chão) do pomar; alteração da época de colheita por meio da realização de podas programadas; pelo plantio de árvores nas bordaduras dos talhões que funcionam como quebra-ventos, esses podem reduzir migração de insetos de áreas infestadas para áreas sem infestação (Gallo et al., 2002; Ramos et al., 2011).

### **2.4.2 – Controle comportamental**

O controle comportamental visa alterar os padrões comportamentais dos insetos utilizando semioquímicos para atração ou repelência dos mesmos. Existem feromônios sexuais e de agregação descritos na literatura para lepidópteros, hemípteros e coleópteros (sobretudo curculionídeos). Normalmente, utiliza-se armadilhas contendo estes feromônios com a finalidade de captura e morte dos insetos capturados (Vilela, 1992; Moura et al., 1997; Michereff e Vilela, 2000; Gallo et al. 2002; Botton et al., 2005; Moreira et al., 2005; Pires et al., 2006; Ambrogi et al., 2009).

Feromônios de agregação estão amplamente presentes dentro da família Curculionidae. Como listado por Ambrogi et al. (2009), há compostos que desencadeiam o comportamento gregário em seis subfamílias e 10 tribos. O gorgulho-da-goiaba apresenta respostas a feromônios de agregação. Silva-Filho (2005) e Silva-Filho et al. (2012) documentaram que machos são atraídos pelo odor de botões florais de goiaba, e machos e fêmeas são atraídos pelos odores de fezes de ambos os sexos, indicando a existência de cairomônios e feromônios promotores de agregação. Posteriormente, Palácio-Cortés et al, 2015; Romero-Frías, 2016 identificaram dois feromônios produzidos por machos – o papayanol e papayanal – que atuam como feromônios de agregação.

### 2.4.3 – Controle biológico

O controle biológico é considerado um dos alicerces do MIP, onde se visa preservar e utilizar as populações de inimigos naturais (IN) presentes nos ambientes agrícolas para manter as populações do inseto-praga abaixo do nível de dano econômico (controle biológico natural). Há também táticas que utilizam liberações de IN para aumentar a população ou introduzir um novo IN ou aplicação de produtos biológicos para o controle do inseto-praga (controle biológico aplicado) (Gallo et al., 2002, Burbano et al., 2007).

Alguns IN já foram identificados como possíveis agentes de controle do gorgulho-da-goiaba, tais como os fungos (*Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*) e nematoides entomopatogênicos (*Heterorhabditis* sp. e *Steinernema* sp.), que foram eficientes no controle em condições de laboratório, porém, carece do desenvolvimento de técnica de controle a campo (Brito et al., 2008; Delgado e Sáenz-Aponte, 2016; Dolinski, 2016).

### 2.4.4 – Controle físico

Este método de controle baseia-se na eliminação ou retirada do inseto dentro da lavoura, podendo ser classificado como passivo ou ativo. A forma passiva pode ser realizada através da utilização de armadilhas luminosas ou coloridas para captura/morte do inseto, ensacamento de frutos e modificação da superfície da planta por meio de óleos, pós e substâncias que dificultam a permanência do inseto sobre a planta. O controle físico ativo caracteriza-se pela eliminação direta do inseto, sendo os métodos mais comuns a utilização do fogo, drenagem ou inundação do solo e tratamentos térmicos (Gallo et al., 2002; Vincent et al., 2003).

Para o gorgulho-da-goiaba, recomenda-se o ensacamento de frutos verdes no início de desenvolvimento para impedir que a fêmea deposite ovos nos frutos. Não foram encontrados métodos de controle físico ativo descritos na literatura, mas estudos de tratamento térmico com água quente foram eficientes para o controle de ovos de *C. capitata* (Dória et al., 2004).

#### 2.4.7 – Controle genético

Esse método é caracterizado pela manipulação genética dos insetos-praga, é comum a utilização da técnica do inseto estéril. Este método vem sendo muito utilizado para combater vetores de doenças humanas, tais como *Cochliomyia hominivorax* no Sul dos EUA, México e Panamá, e mosquitos dos gêneros *Aedes*, *Anopheles* e *Culex* em diversos locais pelo mundo. Na agricultura, esse método foi utilizado para controle da mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em diversos países como EUA, México, Guatemala, Argentina, Chile, Peru e Japão; e estudos de indução da esterilidade em machos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) vêm sendo conduzidos no Estado de São Paulo (Gallo et al., 2002; Wilke et al., 2009; Dias e Garcia, 2014; Araújo, 2017).

Para *C. psidii*, não há relato ou estudo sobre manipulação genética da praga, entretanto no banco de dados da *Nuclear Applications for Insect Pest Control* (NA-IPC), que está inserida na *International Atomic Energy Agency* (IAEA), existem protocolos de esterilização do gorgulho-da-ameixa (*C. nenuphar*) (NAIPC, 2019).

#### 2.4.8 – Controle químico

O método de controle químico baseia-se, via de regra, na utilização de compostos químicos (sintéticos ou de origem biológica). Estes produtos agem sobre a fisiologia e comportamento dos insetos podendo apresentar efeito inseticida e/ou fagoinibidor. A toxicidade de cada pesticida é variável em relação a sua natureza química, estado físico e dosagem utilizada (Gallo et al., 2002).

Esse método é, normalmente, o preferido pelos agricultores por apresentar resultados visíveis (a morte do inseto na lavoura) e, de certa forma, imediatos. Todavia, muitos riscos estão envolvidos em sua utilização, quer sejam ao aplicador, como ao ambiente e consumidor. Muitas vezes, a manipulação e aplicação dos pesticidas são realizadas de maneira errônea, agravando a exposição aos riscos, sobretudo quando são utilizados produtos inadequados ou não registrados para uma determinada cultura no órgão competente. No caso do gorgulho-da-goiaba, não existem inseticidas registrados para seu controle no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), apesar disso, muitos agricultores fazem uso de inseticidas (piretroides e fosforados) (Agrofit, 2019).

## 2.4 – Comportamento e bioecologia de insetos no MIP

A grande capacidade de exploração dos ambientes pelos insetos é resultado da combinação do seu tamanho reduzido e capacidade de voo, potencializando pela sua capacidade de colonização que, muitas vezes, resulta na especialização por nichos (buracos em árvores, carniça, poças de água, frutos, outros insetos e diversos micro-habitats). Sendo este um dos principais motivos de seu sucesso evolutivo, os insetos perfazem cerca de 90% de todas as espécies de animais terrestres descritas. Por causa dessa grande diversidade, há inúmeras interações ecológicas ocorrendo simultaneamente entre insetos x microrganismos x planta x ambiente. As plantas fornecem alimento e abrigo aos insetos; microrganismos podem ser parasitas de insetos causando doenças; os insetos interagem de forma intra e interespecífica e essas interações podem caracterizar mutualismo, parasitismo, predação, competição, cooperação, entre outras interações ecológicas. Muitas perguntas são geradas a respeito dessas inúmeras interações, como quais são as teias alimentares, qual a especificidade por uma determinada planta, migração, diapausa, entre outras questões bioecológicas (Price et al., 2011; Gullan e Cranston, 2014).

A maioria das interações é consequência de atos comportamentais dos insetos, que são resposta gerada após um estímulo ser recebido. As respostas podem ser as mais diversas – fuga de uma barata quando uma luz é acesa em um ambiente escuro, deslocamento de voo de uma mariposa após perceber uma pluma de feromônio, cópula após uma série de estímulos físicos oriundos do comportamento de corte, etc. Desta forma, o comportamento somado à bioecologia do inseto, constituem informações valiosas a respeito de uma espécie (Matthews e Matthews, 2010; Price et al., 2011; Gullan e Cranston, 2014).

Assim, muitas informações sobre a bioecologia e comportamento dos insetos são de suma importância para programas de manejo integrado de pragas. Conhecer aspectos do comportamento de corte, do acasalamento, a proporção sexual e a fertilidade são fundamentais para o entendimento da dinâmica populacional de um inseto-praga. Outras informações como fatores naturais responsáveis pela regulação da população, época/período de ocorrência, bem como o apontamento da fase de vida que determina o crescimento ou declínio de uma população de insetos. Além disso, a orientação espacial do inseto no

ambiente, ou seja, a direção que os movimentos do inseto seguem mediante um estímulo externo, como as respostas a um estímulo direcionado – taxia – ou a estímulos não direcionados – cineses, geram importantes informações para elaboração de estratégias de manejo de pragas, bem como desenvolvimento de armadilhas (Radcliffe et al., 2009; Matthews e Matthews, 2010; Price et al., 2011).

Algumas vezes é difícil separar a ecologia do comportamento, como no caso de estudos do ciclo de vida de um inseto. Identificar quais estímulos ambientais são responsáveis pela indução da diapausa de uma espécie ou o período que o imago irá emergir podem ser as informações chave para o sucesso no controle de uma determinada praga (Tauber et al., 1986; Radcliffe et al., 2009; Price et al., 2011; Meuti e Denlinger, 2013).

Apesar da importância de todas essas informações ecológicas, biológicas e comportamentais, esses dados ainda são escassos para o gorgulho-da-goiaba.

### 3 – TRABALHOS

#### 3.1 – RESPOSTA COMPORTAMENTAL DO *Conotrachelus psidii* MARSHALL (1922) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES ESPECTROS LUMINOSOS

##### 3.1.1 – RESUMO

O gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) é o principal inseto-praga da goiabeira. No entanto, poucas formas de controle são relatadas para o seu controle. As informações comportamentais dos insetos são fundamentais para elaboração de estratégias de controle para programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). A fototaxia é um comportamento inato dos insetos – onde estes podem ser atraídos ou repelidos por uma fonte luminosa – e o seu estudo permite o desenvolvimento de armadilhas para seu controle. Com isso, este trabalho objetivou determinar a atratividade/repelência de diferentes espectros de luz a adultos de *C. psidii*. Adultos de *C. psidii* foram coletados, com auxílio de um guarda-chuva entomológico (1,0 x 1,0 m). Foram realizados três ensaios: 1-insetos não sexados expostos a uma luz por vez; 2-separados por sexo expostos a uma luz por vez e 3-insetos não sexados expostos a duas luzes. Nos testes foram utilizadas câmaras de testes e lâmpadas das cores vermelho, amarelo, azul, verde, UV e branca. No teste em grupo, o número médio

de insetos ( $16,88 \pm 0,85$ ) que escolheram a luz vermelha foi significativamente maior que o valor esperado (12,50) ( $\chi^2=15,04$ ;  $p=0,035$ ), enquanto que as médias de insetos que escolheram as demais luzes foram menores do que o valor esperado. Nos experimentos separados por sexo, os machos apresentaram fototaxia positiva para luz vermelha, de forma que 76.67% preferiram essa luz; as fêmeas não apresentaram fototaxia positiva por nenhum dos espectros de luz. Nos experimentos com insetos não sexados expostos a duas luzes, os insetos preferiram a luz vermelha nos tratamentos *versus* a luz amarela, verde e UV. Desta forma, conclui-se que há respostas comportamentais do *C. psidii* a diferentes espectros de emissão de luz, havendo fototaxia positiva para a luz vermelha para machos isolados e machos e fêmeas agrupados.

### 3.1.2 – ABSTRACT

The guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) is the main insect-pest of guava. However, few ways of control are reported for its control. The behavioral information of insects is essential to elaborate control strategies for Integrated Pest Management (IPM) programs. Phototaxis is an innate behavior of insects - where they can be attracted or repelled by a light source - and its study allows the development of traps for their control. Thus, this study aimed to determine the attractiveness/repellency of different light spectra to adults of *C. psidii*. Adults of *C. psidii* were collected with the aid of a beating sheet (1.0 x 1.0 m). Three tests were carried out: 1-non-sexed insects exposed to one light at a time; 2- sexed insects exposed to one light at a time and 3-non-sexed insects exposed to two lights. In the group test-1, the average number of insects ( $16.88 \pm 0.85$ ) that chose the red light was significantly higher than the expected value (12.50) ( $\chi^2 = 15.04$ ;  $p = 0.035$ ), while the means of insects that chose the other lights were lower than the expected value. In the test-2, males showed positive phototaxis for the red light, so that 76.67% preferred this light; females did not show positive phototaxis by any of the light spectra. In the test-3, insects preferred red light in treatments versus yellow, green, and UV light. Thus, it is concluded that there are behavioral responses of *C.*

*psidii* to different spectra of light emission, with positive phototaxis for the red light for isolated males and males and females grouped.

### 3.1.3 – INTRODUÇÃO

A atração e/ou repelência por luz é um comportamento inato, presente em diversos grupos de insetos, podendo variar de acordo com os diferentes espectros luminosos. Este comportamento é chamado de fototaxia ou fototactismo. Quando se trata de atração pela luz, diz-se que é fototaxia positiva, quando há a repelência, chama-se fototaxia negativa (Matthews e Matthews, 2010).

A função desse comportamento nos insetos ainda é discutida, de forma que algumas hipóteses são conjecturadas. Uma das hipóteses diz que as respostas fototáticas positivas fazem parte de adaptações para orientação durante o voo noturno, baseando-se em fontes luminosas como a luz das estrelas e do luar, com isso, os olhos dos insetos buscam uma fonte luminosa em determinado ângulo para manter o voo em linha reta durante a noite, mas quando se aproximam demais da fonte de luz, ficam atordoados e apresentam voo em espiral, apesar dessa hipótese supor uma função da fototaxia, ela não explica o comportamento em insetos estáticos ou a fototaxia negativa (Kim et al., 2019).

Outra hipótese em relação à função da fototaxia supõe que a especialização dos olhos para determinados espectros luminosos como o infravermelho distante (331 – 337  $\mu\text{m}$ ) pode ser uma adaptação complementar ao sistema olfativo para ajudar na detecção de feromônios, e que algumas moléculas refletem ondas nesse comprimento, mas essa hipótese não contempla outros espectros luminosos (Kim et al., 2019).

A hipótese do estresse luminoso é uma explicação para o comportamento de fototaxia negativa. Ela conjectura que um inseto que é adaptado ao escuro, a condições de baixa luminosidade ou a comprimentos de onda específicos tende a realizar deslocamento contrário a uma determinada fonte luminosa para reduzir o estresse. Insetos expostos a comprimentos de luz UV aumentam a atividade de enzimas antioxidantes, tal que o nível da acetilcolinesterase diminui e a acetilcolina

aumenta, levando a um estado excitado que pode resultar no confundimento do voo ou até mesmo na morte do inseto (Kim et al., 2019).

A resposta a estímulos luminosos está presente em muitos insetos – afídeos e mariposas, trips e besouros, por exemplo, podem ser atraídos por luzes azul e verde, verde, e vermelha, respectivamente (Park e Lee, 2017). Por outro lado, a luz negra pode ser repelente aos besouros das espécies *Sitophilus oryzae*, *Anthonomus pomorum* e *Leptinotarsa decemlineata* (Hausmann et al., 2004; Otálora-Luna e Dickens, 2011; Jeon et al., 2012). Estudos de fototaxia permitem gerar informações que podem ser aplicadas no desenvolvimento de ferramentas ou armadilhas para diminuir os danos causados por insetos. As armadilhas luminosas podem ser utilizadas para o monitoramento, a captura e o controle de insetos (Gallo et al., 2002; Hickel et al., 2015).

Armadilhas de cores verde e preta foram eficientes para coleta de *Conotrachelus nenuphar*, sendo a armadilha preta a que apresentou maior taxa de captura (Butkewich e Prokopy, 1997; Leskey, 2006). Em condições de campo Payne et al. (1973) coletaram adultos de *C. nenuphar* com luz ultravioleta. Selby et al. (2015) demonstraram que a intensidade da luz sobre armadilhas com contrastes de cor influencia na atração do *C. nenuphar*, os insetos se deslocam para as áreas com menor luz refletida, sugerindo que se deve ficar atento às fontes luminosas ao redor das armadilhas.

Além de pertencer ao mesmo gênero do *C. nenuphar*, os adultos de *C. psidii* também possuem atividade predominantemente noturna, no entanto, ainda não foram desenvolvidos estudos para definir as respostas comportamentais mediante espectros de luz sobre o gorgulho-da-goiaba.

Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar a resposta comportamental (atração/repelência) de adultos de *C. psidii* a diferentes espectros de luz em condições de laboratório.

### 3.1.4 – MATERIAL E MÉTODOS

#### Obtenção e manutenção dos insetos

Os adultos de *C. psidii* foram obtidos por meio de coletas no pomar experimental de goiaba do Laboratório de Fitotecnia (LFIT) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizado na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo (21°42'51.7"S e 41°20'42.3"W).

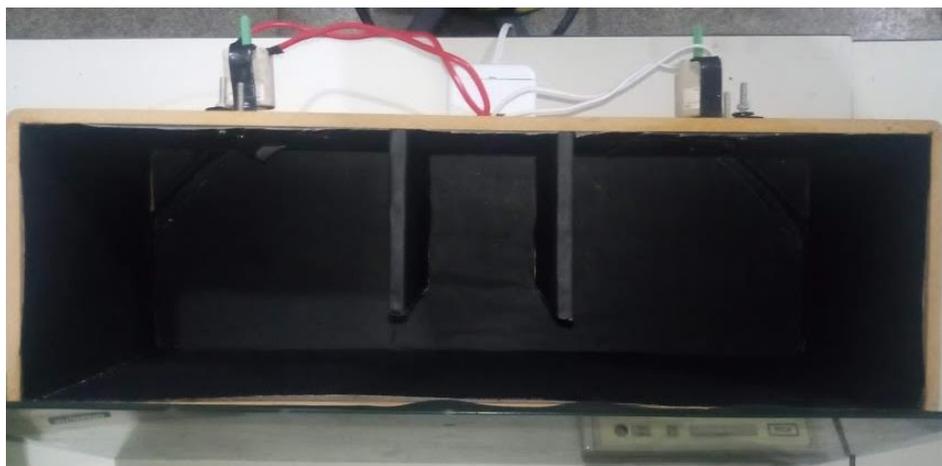
Para tanto, utilizou-se um guarda-chuva entomológico (1,0 x 2,0 m). Esse foi inserido sob ramos da goiabeira, que eram agitados vigorosamente para induzir a queda dos insetos, que eram capturados imediatamente após cessar a agitação. Os insetos foram acondicionados em potes plásticos (10 cm de diâmetro x 15 cm altura) com folhas de goiabeira até serem transportados para o setor de Manejo Integrado de Pragas, localizado no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da UENF.

No laboratório, os insetos foram transferidos e mantidos em gaiolas plásticas (40 cm de diâmetro x 40 cm de altura) até a sexagem ou execução dos testes. Para alimentação, foram utilizados ramos jovens de goiabeira. As bases dos ramos foram colocadas em garrafas plásticas contendo água e vedados com espuma de poliuretano. Os ramos foram colhidos em plantas presentes no *campus* da UENF e eram trocados uma vez por semana ou à medida que fosse necessário.

A sexagem foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópio (SZ40, Olympus®), para tanto, foram utilizadas as descrições de Silva-Filho et al. (2007).

### **Dispositivo experimental**

Seis espectros luminosos foram utilizados nos testes: vermelho, amarelo, azul, verde, branco e ultravioleta. Para tanto, utilizou-se um dispositivo elaborado em MDF (*Medium Density Fiberboard*) adaptado do modelo original de Oh e Lee (2010). O dispositivo (Figura 1) consistiu de uma câmara retangular, com dimensões de 60 cm de comprimento, 20 cm de largura por 20 cm de altura, que no final se distinguiram três setores no dispositivo: 1 – neutro, área de liberação do inseto; 2 – área de iluminação A e 3 – área de iluminação B. As áreas A e B podiam, segundo o teste, ter um tipo específico de espectro de emissão de luz ou não.



**Figura 1.** Vista superior da câmara para os testes de determinação de fototaxia. UENF. Campos dos Goytacazes, RJ. 2019.

Como fonte de emissão dos espectros luminosos, utilizaram-se lâmpadas do tipo diodo emissor de luz (LEDs), das cores vermelho (612 nm), verde (520 nm), amarelo (594 nm) e azul (455 nm) da marca FOXLUX® com 7 W de potência; o LED de luz branca (com picos de emissão em 449 e 535 nm) foi da marca LLUM® com 6 W e a fonte de ultravioleta foi uma lâmpada de luz negra (com picos de emissão em 365 e 405 nm) “3U” de 20 W da marca OUROLUX®.

Os testes foram conduzidos na escuridão durante a noite (entre 19h30 e 5 h), respeitando o ciclo circadiano do gorgulho-da-goiaba, foram conduzidos em dois experimentos: i) resposta do *C. psidii* ao espectro luminoso vs. escuridão e ii) preferência do *C. psidii* aos espectros de emissão de luz.

#### **i) Resposta do *C. psidii* ao espectro luminoso vs. escuridão**

Nesse experimento foram realizados dois tipos de testes: agrupados e individuais.

##### Testes agrupados

Grupos de 25 insetos não sexados foram liberados na área neutra e a luz de uma das fontes foi ligada. O número de insetos na área iluminada, na área neutra e na área sem iluminação foi contabilizado 30 minutos após a liberação. Os experimentos foram repetidos oito vezes.

### Testes individuais

Machos ou fêmeas de gorgulho foram liberados individualmente na área neutra, a luz de uma das fontes acesa e 10 minutos depois foi registrado em qual dos três setores do dispositivo o inseto se encontrava. Os experimentos foram repetidos 30 vezes para cada sexo.

Todos os insetos utilizados foram retirados das gaiolas e acondicionados em placas de Petri no escuro uma hora antes do início dos testes. Em ambos os testes foi realizada a higienização do dispositivo com álcool 70%, após a finalização de cada repetição.

### ii) **Preferência do *C. psidii* aos espectros de emissão de luz**

Após a execução desses testes, foi percebida a necessidade de realizar um experimento para avaliar a preferência entre a faixa luminosa que apresentou fototaxia positiva comparada com as demais. Para isso, realizou-se o experimento de preferência aos espectros de emissão de luz.

Neste experimento, duas fontes de emissão luminosa de diferentes espectros foram apresentadas em cada área iluminada. Foram testadas cinco combinações de espectros de luz, sendo elas: vermelho vs. amarelo, vermelho vs. azul, vermelho vs. verde, vermelho vs. branco e vermelho vs. Ultravioleta. Vinte e cinco indivíduos foram liberados na área neutra e 30 minutos depois se contabilizou o número de insetos presentes em cada um dos três setores do dispositivo.

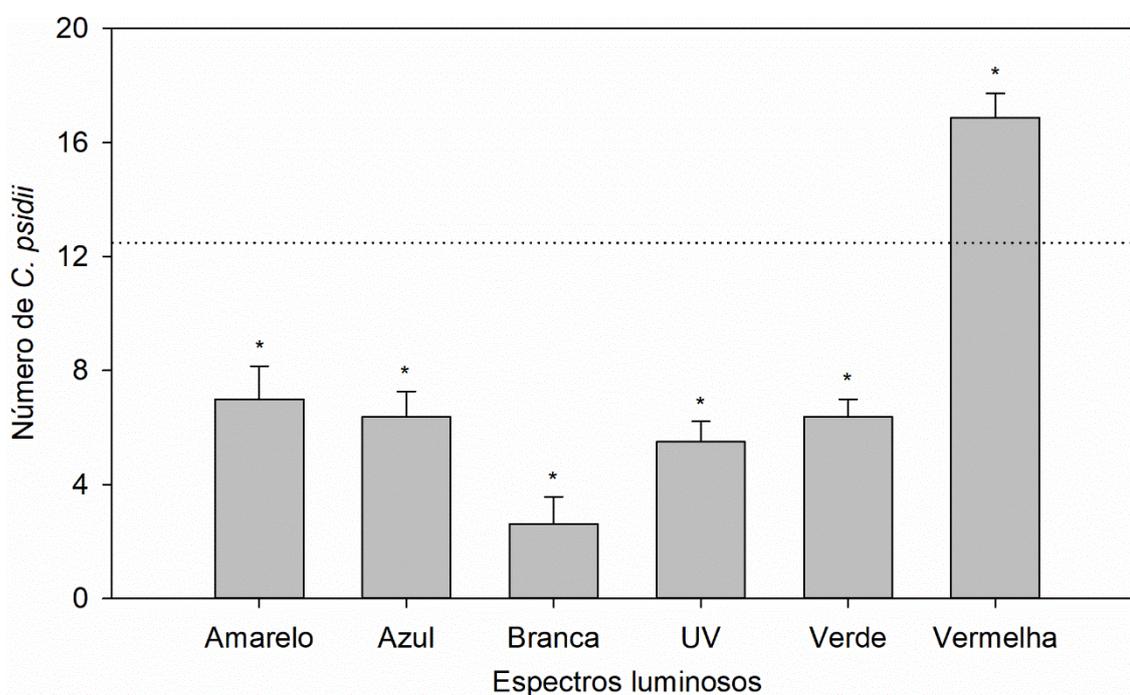
### **Análises estatísticas**

O teste de Qui-quadrado ( $p < 0,05$ ) foi utilizado na comparação dos insetos que escolheram a luz com o valor esperado e na comparação individual quando apenas uma luz foi testada por vez. Na comparação da luz vermelha com as demais foi utilizado o teste Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ), os dados foram transformados em porcentagem. O software utilizado para rodar as análises foi o SigmaPlot® 12.5 (Systat Software, San Jose, CA, USA).

### 3.1.5 – RESULTADOS

#### Testes agrupados

Das seis luzes testadas, apenas a luz vermelha atraiu os adultos de *C. psidii*. O número médio de insetos que escolheram a luz vermelha ( $16,88 \pm 0,85$ ) foi significativamente maior que o valor esperado (12,50) ( $\chi^2=15,04$ ;  $p=0,035$ ). Por outro lado, a média de insetos que escolheram as luzes amarela (luz= $7,00 \pm 1,15$ ;  $\chi^2=24,80$ ;  $p \leq 0,001$ ), azul (luz= $6,38 \pm 0,88$ ;  $\chi^2=20,32$ ;  $p \leq 0,005$ ), verde (luz= $6,38 \pm 0,62$ ;  $\chi^2=27,20$ ;  $p \leq 0,001$ ), UV (luz= $5,50 \pm 0,71$ ;  $\chi^2=33,60$ ;  $p \leq 0,001$ ) e branca (luz= $2,62 \pm 0,94$ ;  $\chi^2=66,40$ ;  $p \leq 0,001$ ) foi significativamente menor que o valor esperado (Figura 1).



**Figura 1.** Resposta de adultos de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) a estímulos de luz de distintos espectros em arena de dupla escolha. \*indica diferença significativa pelo teste t ( $p < 0,05$ ). Linha tracejada representa parâmetro de comparação (12,50).

#### Testes individuais

Os machos apresentaram fototaxia positiva para luz vermelha ( $X^2=4,267$ ,  $p=0,039$ ), de forma que 76.67% preferiram essa luz. As proporções de machos que escolheram a luz nos demais tratamentos não diferiram do valor esperado (15,0)

(Tabela 1). As fêmeas não apresentaram fototaxia positiva por nenhum dos espectros de luz, no entanto, houve diferença significativa na comparação da luz branca com o valor esperado, onde apenas 6,67% das fêmeas preferiram a luz branca (Tabela 1).

#### Testes de preferência

O teste de Mann-Whitney acusou diferença significativa nas comparações das médias percentuais de insetos que escolheram a cor vermelha, nas comparações a cor amarela ( $U=8,00$ ,  $p=0,010$ ), verde ( $U=12,50$ ,  $p=0,038$ ) e UV ( $U=0,00$ ,  $p=0,029$ ). Não houve diferença significativa entre a comparação das percentagens médias da luz vermelha *versus* azul ( $U=31,50$ ,  $p=0,959$ ) e branca ( $U=26,00$ ,  $p=0,574$ ) (Tabela 2).

**Tabela 1.** Número de machos e fêmeas de *Conotrachelus psidii* atraídos ao campo iluminado pela luz vermelha, amarela, azul, verde, branca e ultravioleta *versus* a área não iluminada (escuro) ( $n= 30$ ).

Luzes	Machos				Fêmeas			
	Luz	Escuro	X <sup>2</sup>	p valor	Luz	Escuro	X <sup>2</sup>	p valor
Vermelha	23	7	4,267	0,039*	14	16	0,067	0,796
Amarela	14	16	0,067	0,796	8	22	3,26	0,071
Azul	12	18	0,600	0,439	10	20	1,67	0,197
Verde	14	16	0,067	0,796	10	20	1,67	0,197
Negra	10	20	1,667	0,197	9	21	2,40	0,121
Branca	10	20	1,667	0,197	2	28	11,26	<0,001**

(\*, \*\*) diferença significativa  $p<0,05$  e  $p<0,01$ .

**Tabela 2.** Preferência (média  $\pm$  EP) adultos de *Conotrachelus psidii* por espectros luminosos. Luz vermelha versus amarela, verde, azul, branca e ultravioleta (UV), (n=8).

Tratamentos (Luz 1 x Luz 2)	Luz 1	Luz 2	Zona Neutra	Teste U	p
Vermelha x Amarela	43,50 $\pm$ 4,17	23,50 $\pm$ 3,96	33,00 $\pm$ 5,84	8,00	0,010*
Vermelha x Verde	38,00 $\pm$ 5,29	21,50 $\pm$ 1,99	40,50 $\pm$ 5,83	12,50	0,038*
Vermelha x Azul	19,50 $\pm$ 3,74	20,00 $\pm$ 3,55	60,50 $\pm$ 5,92	31,50	0,959
Vermelha x Branca	32,00 $\pm$ 3,55	27,00 $\pm$ 3,27	41,00 $\pm$ 5,11	26,00	0,574
Vermelha x UV	10,00 $\pm$ 3,39	2,67 $\pm$ 1,33	87,33 $\pm$ 4,55	0,00	0,029*

(\*) diferença significativa  $p < 0,05$ .

### 3.1.6 – DISCUSSÃO

No teste em grupo, os adultos de *C. Psidii* foram atraídos pela luz da cor vermelha e repelidos pelas demais cores. A atratividade da luz vermelha também tem sido relatada a coleópteros de outras espécies como *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, *Lasioderma serricorne* e *Tyrophagus putrescentiae* (Park e Lee, 2017). Contudo, insetos de outras ordens podem ser atraídos por outros espectros de luz, a mosca-branca *Bremisia tabaci*, o pulgão *Myzus persicae*, e as mariposas *Spodoptera exigua* e *S. litura* apresentam fototaxia positiva para a luz azul e verde; a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* e o trips *Frankliniella occidentalis* são atraídos por luz verde (Park e Lee, 2017). Portanto, insetos de diferentes classificações taxonômicas possuem diferentes sensibilidades à luz, isso se deve à presença de fotorreceptores específicos, tal que os intervalos espectrais perceptíveis variam nos táxons (Briscoe e Chittka, 2001; Yamaguchi e Heinsenber, 2011).

No teste individual por sexo, foram constatados resultados distintos da avaliação grupal. Essa diferença pode ter sido influenciada pela proporção sexual desconhecida, uma vez que os insetos foram retirados das gaiolas de forma aleatória e não foram sexados para os testes. Os insetos agrupados podem ter sido influenciados pelos feromônios de agregação produzidos por adultos de *C. psidii*.

Trabalhos anteriores (Silva-Filho, 2005; Silva-Filho et al., 2012; Palácio-Cortés et al., 2015; Romero-Frías et al., 2016) relataram que compostos presentes nas fezes de machos e fêmeas de *C. psidii* são atrativos para ambos os sexos. Possivelmente, machos podem ter sido o sexo responsável pela agregação, uma vez que nos testes individualizados por sexo, o número de machos atraídos pela luz vermelha foi maior em relação aos que escolheram o escuro, já fêmeas foram insensíveis à luz vermelha, contradizendo os resultados do bioensaio quando machos e fêmeas foram liberados juntos.

Nos testes individuais, machos e fêmeas responderam de forma diferente quando expostos às luzes vermelha e branca. Fêmeas não responderam às luzes amarela, verde, azul, negra e foram insensíveis à luz vermelha, no tratamento com luz branca, a proporção de fêmeas que escolheram a luz foi significativamente menor que a esperada, indicando uma possível repelência. Já os machos foram atraídos pela luz vermelha e insensíveis às demais luzes. Em muitas espécies do gênero *Conotrachelus*, o macho apresenta maior atividade que a fêmea, já que esses devem localizar o sítio de acasalamento e ainda competir com outros machos pelas fêmeas (Chouinard et al., 1994; Silva-Filho, 2005). Assim, a maior sensibilidade de machos de *C. psidii* à luz vermelha pode estar relacionada a um sistema sensorial mais apurado para localização das fêmeas.

Machos e fêmeas não foram atraídos pelas luzes branca e negra nos bioensaios em grupo e individual. Uma possível explicação para a possível repelência da luz branca a *C. psidii* é o fato dessa luz ser composta por vários espectros luminosos, dentre esses os espectros que foram repelentes a fêmeas e ou não foram atrativos a machos. A luz negra utilizada nos bioensaios emite radiação ultravioleta com comprimento de onda (365-405 nm), menor que a da luz visível (449-535 nm), quanto menor o comprimento de onda da luz maior é a sua capacidade de excitação das moléculas (Halliday et al., 2009), e isso pode ter efeitos variados em insetos, os coleópteros *Sitophilus oryzae*, *Anthonomus pomorum* e *Leptinotarsa decemlineata* (Hausmann et al., 2004; Otálora-Luna e Dickens, 2011; Jeon et al., 2012) são repelidos pela luz negra, já *Euscepes postfasciatus* são atraídos (Katsuki et al., 2012). Em relação a *C. psidii*, a luz negra não atraiu machos e nem fêmeas, demonstrando que essa espécie tende a evitar locais onde essa lâmpada é utilizada. Wen et al. (2009) relatam respostas diferentes de machos e fêmeas de besouros de acordo com a espécie. Na espécie

*Eucryptorrhynchus scrobiculatus*, machos e fêmeas foram atraídos pela luz vermelha e amarela. Enquanto que na espécie *E. brandti* os machos foram atraídos pela luz azul e azul-violeta e as fêmeas foram atraídas pela luz violeta.

No teste de preferência, os insetos exibiram preferência à luz vermelha quando esta foi confrontada com as luzes amarela, verde e UV. Por outro lado, não houve diferença de preferência nos confrontos com as luzes azul e branca. Possivelmente, a presença de duas fontes luminosas simultâneas confundiu ou aumentou a fotossensibilidade dos insetos, pois a área de escolha das câmaras de luz possui uma zona de interseção luminosa, onde pode ocorrer a interação dos comprimentos de onda, essa interação se aproxima do comprimento de luz branca, que se mostrou repelente a *C. psidii*. Quando estímulos antagônicos competem pela atenção de insetos, ocorrem ações estereotipadas não funcionais que podem induzir a evasão do local, portanto, a influência de duas luzes pode ter provocado o recuo dos insetos fazendo com que eles permanecessem na área neutra (Matthews e Matthews, 2010).

Este trabalho determinou que há fototaxia positiva para o espectro vermelho de emissão de luz. Isso abre possibilidades para elaboração de armadilhas luminosas para utilização no controle físico em programas de manejo integrado de pragas. Para tanto, ensaios futuros deverão ser realizados para verificar a atração e repelência a diferentes intensidades luminosas (cinese) e também, elaborar e testar as armadilhas em nível de campo.

### 3.1.6 – RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho determinou que há o comportamento de fototaxia positiva para machos de *C. psidii* a luz vermelha (atração) e que estes não respondem aos demais espectros de luz. As fêmeas não respondem às luzes amarela, azul, verde e negra, e são insensíveis à luz vermelha. Possivelmente, a luz branca causa repelência sobre as fêmeas do gorgulho. Quando agrupados, os insetos são atraídos pela luz vermelha. Quando há a interação da luz vermelha com outra cor, os insetos preferem a luz vermelha em relação a luz amarela, verde e UV.

Desta forma, conclui-se que há respostas comportamentais do *C. psidii* a diferentes espectros de emissão de luz, há fototaxia positiva para a luz vermelha para machos e machos e fêmeas agrupados. Esse estudo gerou informações comportamentais que poderão ser aplicadas na elaboração de armadilhas luminosas para monitoramento e controle do gorgulho-da-goiaba.

### 3.1.7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briscoe, A.D., Chittka, L. (2001) The evolution of color vision in insects. *Annual Review of entomology*, 46 (1): 471-510.
- Butkewich, S.L., Prokopy, R.J. (1997) Attraction of adult plum curculios (Coleoptera: Curculionidae) to host-tree odor and visual stimuli in the field. *J. Entomol. Sci.* 32: 1–6.
- Chouinard, G., Hill, S.B., Vincent, C. (1994) Spatial distribution and movements of plum curculio adults within caged apple trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 70:129-142.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, R.A., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. (2002) *Entomologia agrícola*. v. 10. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2009) *Fundamentos de Física, vol. 4: óptica e física moderna*. 8. ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, 438p.
- Hausmann, C., Samietz, J., Dorn, S. (2004) Visual orientation of overwintered *Anthonomus pomorum* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 33 (5): 1410-1415.
- Hickel, E.R., Milanez, J.M., Hinz, R.H. (2015). Infecção artificial de adultos da bicheira-da-raiz com *Beauveria bassiana* em armadilha luminosa. *Agropecuária Catarinense*, 28 (1): 74-77.
- Jeon, J.H., Oh, M.S., Cho, K.S., Lee, H.S. (2012). Phototactic response of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), to light-emitting diodes. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 55 (1): 35-39.
- Katsuki, M., Omae, Y., Okada, K., Kamura, T., Matsuyama, T., Haraguchi, D., Kohama, T., Miyatake, T. (2012) Ultraviolet light-emitting diode (UV LED) trap the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and zoology*. 47 (3): 285-290.
- Kim, K.N., Huang, Q.Y., Lei, C.L. (2019). Advances in insect phototaxis and application to pest management: a review. *Pest management science*, 75 (12): 3135-3143.
- Leskey, T.C. (2006). Visual cues and capture mechanisms associated with traps for plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 41: 97–106.
- Matthews, R.W., Matthews, J.R. (2010) *Insect behavior*. Londres: Springer Science & Business Media. 519p.

- Oh, M.S., Lee, H.S. (2010) Development of phototactic test apparatus equipped with light source for monitoring pests. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 53: 248–252.
- Otálora-Luna, F., Dickens, J.C. (2011) Spectral preference and temporal modulation of photic orientation by Colorado potato beetle on a servosphere. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 138 (2): 93-103.
- Palacio-Cortés, A.M., Valente, F., Saad, E.B., Tröger, A., Francke, W., Zarbin, P.H. (2015) (1R, 2S, 6R)-Papayanol, aggregation pheromone of the guava weevil, *Conotrachelus psidii*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 26 (4): 784-789.
- Park, J.H., Lee, H.S. (2017) Phototactic behavioral response of agricultural insects and stored-product insects to light-emitting diodes (LEDs). *Applied Biological Chemistry*, 60 (2): 137-144.
- Payne, J.A., Blythe, J.L., Lowman, H., Yonce, C.E. (1973) Response of laboratory-reared adult plum curculios to ultraviolet radiation. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 66: 1007–1009.
- Romero-Frías, A., Murata, Y., Simoes Bento, J.M., Osorio, C. (2016) (1 R, 2 S, 6 R)-Papayanal: a new male-specific volatile compound released by the guava weevil *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 80 (5): 848-855.
- Selby, R.D., Whalon, M.E., Iamurri, J.L. (2015). Response of Adult Plum Curculios (Coleoptera: Curculionidae) to Contrasting Shades in Field and Laboratory Experiments. *Environmental entomology*, 44 (2): 338-348.
- Silva-Filho, G. (2005). *Semioquímicos envolvidos na interação gorgulho da goiaba (Conotrachelus psidii Marshall)-goiabeira (Psidium guajava L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Univerdidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 96p.
- Silva-Filho, G., Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M. (2007) Dimorfismo sexual do gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 36 (4): 520-524.
- Silva-Filho, G., Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M. (2012) Olfactory responses of *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) to hosts and conspecific odors. *Revista Colombiana de Entomología*, 38 (2): 196-199.
- Wen, C., Ji, Y.C., Zhang, G.Y., Tan, S.B., Wen, J. B. (2018) Phototactic behaviour of *Eucryptorrhynchus scrobiculatus* and *E. brandti* (Coleoptera: Curculionidae) adults. *Biocontrol Science and Technology*, 28 (6): 544-561.
- Yamaguchi, S., Heisenberg, M. (2011) Photoreceptors and neural circuitry underlying phototaxis in insects. *Fly(Austin)*, 5 (4): 333-336.

## **3.2 – ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DO GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii* MARSHALL, 1922 (COLEOPTERA: CUCURLIONIDAE): PROPORÇÃO SEXUAL, HORÁRIO DE EMERGÊNCIA DO SOLO E DE ABANDONO DO FRUTO**

### **3.2.1 – RESUMO**

A ecologia aplicada à agricultura é uma das ferramentas fundamentais para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), pois utiliza as informações bioecológicas para elaborar estratégias de controle para o manejo de insetos-pragas. O gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) é praga-chave da cultura da goiabeira e poucas táticas de controle têm sido aplicadas no seu manejo, além disso, as informações sobre a sua bioecologia são escassas. Desta forma, este trabalho objetivou gerar informações sobre a bioecologia do *C. psidii* e, para isso, verificou-se a proporção sexual, período de abandono dos frutos pelas larvas e de emergência de adultos do solo. Os insetos adultos e os frutos foram coletados no pomar de goiaba na Escola Técnica Estadual Antônio Sarlo, conduzidos e armazenados no laboratório até os ensaios. A razão sexual foi realizada a partir de insetos coletados (oito coletas) entre outubro de 2019 e janeiro de 2020. Na avaliação do período de abandono, 50 frutos de goiabas foram dispostos em uma bandeja plástica, utilizando-se 10 repetições, que foram avaliadas por uma semana em dois períodos do dia: diurno (06:00-17:59 h) e noturno (18:00-5:59 h). Para avaliar o período de emergência de adultos do solo, foi montado um experimento contendo cinco repetições com 80 insetos cada, larvas de quarto instar foram liberadas em bacias preenchidas com solo. As avaliações

foram realizadas três vezes ao dia; 1- no período da manhã (6 horas), 2- ao meio-dia (12 h) e 3- à tarde (18 h). Foram coletados 1165 insetos adultos de *C. psidii*, desses, 61,64% foram machos e 38,36% fêmeas. A razão sexual foi de 1,65 indivíduo macho para cada indivíduo fêmea. No experimento de abandono de frutos, foram obtidas 680 larvas. Dessas, 51,32% abandonaram os frutos no período diurno e 48,68% no período noturno, porém não houve diferença estatística entre esses valores ( $t = 0,210$ ;  $p = 0,075$ ). Houve diferença significativa ( $X^2=45,14$ ,  $p \leq 0,001$ ) entre a emergência de adultos no turno diurno (86,84%) e noturno (13,16%), a maior parte dos insetos emergiu durante o período diurno vespertino (93,94%) e a menor no diurno matutino (6,06%) ( $X^2=111,91$ ,  $p \leq 0,001$ ). O tempo de emergência dos adultos de *C. psidii* foi em torno de nove meses (271,03 dias) após a montagem dos experimentos. Conclui-se que há predominância de machos de *C. psidii* em coletas feitas a campo, os adultos emergem do solo no período vespertino e que levam cerca de nove meses para emergir.

### 3.2.2 – ABSTRACT

Ecology applied to agriculture is one of the fundamental tools for Integrated Pest Management (IPM), as it uses bioecological information to develop control strategies for the management of insect pests. The guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) is a key pest in guava culture and a few control tactics have been applied in its management, also, information about its bioecology is scarce. Thus, this work aimed to generate information about the bioecology of *C. psidii* and for that, it was verified the sexual proportion, period of abandonment of the fruits by the larvae, and emergence of adults from the soil. The adult insects and fruits were collected in the guava orchard at the Antônio Sarlo State Technical School, conducted and stored in the laboratory until testing. The sex ratio was performed for the insects collected (eight collections) between October 2019 and January 2020. In the evaluation of the abandonment period, 50 guava fruits were placed in a plastic tray, using 10 replicates, which were evaluated for a week in two periods of the day: daytime (06: 00-17: 59 h) and night (18: 00-5: 59 h). To evaluate the emergence period of adults in the soil, an experiment was carried

out containing five replicates with 80 insects each, fourth instar larvae were released in basins filled with soil. The evaluations were carried out three times a day; 1- in the morning (6 hours), 2- at noon (12 h), and 3- in the afternoon (18 h). 1165 adult insects of *C. psidii* were collected, of which 61.64% were male and 38.36% female. The sex ratio was 1.65 male individuals for each female individual. In the fruit abandonment experiment, 680 larvae were obtained. Of these, 51.32% abandoned fruits during the day and 48.68% at night, however, there was no statistical difference between these values ( $t = 0.210$ ;  $p = 0.075$ ). There was a significant difference ( $X^2 = 45.14$ ,  $p \leq 0.001$ ) between the emergence of adults during the day shift (86.84%) and night shift (13.16%), most insects emerged during the daytime afternoon (93, 94%) and the lowest in the morning (6.06%) ( $X^2 = 111.91$ ,  $p \leq 0.001$ ). The emergence time of adults of *C. psidii* was around nine months (271.03 days) after setting up the experiments. We conclude that there is a predominance of males of *C. psidii* in field collections, adults emerge from the soil in the afternoon and it takes about nine months to emerge.

### 3.2.3 – INTRODUÇÃO

A goiabeira *Psidium guajava* é uma das 15 fruteiras mais produzidas no Brasil, tendo produzido, em 2018, cerca de 579 mil toneladas, movimentando R\$795 milhões (SIDRA, 2019). Muitos agricultores são atraídos pela cultura da goiaba por ser considerada uma planta rústica e de alto rendimento, no entanto ela é acometida por inúmeras doenças e pragas. Dentre as doenças, a mais problemática é o complexo patológico causado pelo nematoide *Meloidogyne enterolobi* e o fungo *Fusarium solani*, que causam o declínio da goiabeira. Entre as pragas, o gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) é considerado praga-chave da cultura, suas larvas consomem a polpa e as sementes dos frutos, inviabilizando a sua comercialização (Gallo et al., 2002; Piccinin et al., 2005).

A ecologia aplicada à agricultura é uma das principais ferramentas para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), uma vez que se utilizam as características bioecológicas para desenvolver a melhor estratégia de controle de manejar as

populações de pragas (Gallo et al., 2002; Price et al., 2011b; Gotelli e Ellison, 2013). Estudos bioecológicos geram diversas informações, tais como duração de cada estágio do ciclo de desenvolvimento; razão sexual; sítios de alimentação, oviposição, desenvolvimento e empupação; período e local de ocorrência (Price 2011a).

O gorgulho-da-goiaba *C. psidii* apresenta parte do seu ciclo de vida na parte aérea da planta e parte no solo. As fases de ovo (aproximadamente 4 dias) e de larva ocorrem nos frutos (aproximadamente 16 dias) e no fim do período de desenvolvimento larval, a larva abandona o fruto, migra para o solo e confecciona uma câmara (pupário) onde permanece até a emergência na forma de adulto. Em condições de laboratório adultos de *C. psidii* emergem 143-192 dias após a penetração de larvas no solo (Bailez et al., 2003; Valente e Benassi, 2014).

Em condições naturais, período de emergência de *C. psidii* do solo inicia-se na primavera e finaliza no verão, e seu picos populacionais ocorrem entre os meses de outubro e janeiro, coincidindo com o período chuvoso (Baptista, 2019). O ciclo do inseto é sincronizado com o da goiabeira, que tem seu início de florescimento no fim da primavera e início do verão. As informações sobre a biologia e ecologia do gorgulho-da-goiaba ainda são escassas, fazendo-se necessário novos estudos na área.

Esse trabalho objetivou determinar a proporção sexual e gerar informações sobre o período de abandono de frutos pelas larvas e do solo pelos adultos de *C. psidii*.

### 3.2.4 – MATERIAL E MÉTODOS

#### Obtenção e manutenção dos insetos

##### Adultos de *C. psidii*

Os adultos de *C. psidii* foram obtidos por meio de coletas no pomar experimental de goiaba do Laboratório de Fitotecnia (LFIT) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizado na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo (E.T.E.A. Antônio Sarlo) (21°42'51.7"S e 41°20'42.3"W).

Nas coletas utilizou-se um guarda-chuva entomológico (1,0 x 2,0 m). Esse foi inserido sob ramos da goiabeira, que foram agitados vigorosamente para induzir a queda dos insetos, que eram capturados imediatamente após cessar a agitação. Os insetos foram acondicionados em potes plásticos (10 cm de diâmetro x 15 cm altura) com folhas de goiabeira até serem transportados para o setor de Manejo Integrado de Pragas, localizado no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da UENF. No laboratório, os insetos foram transferidos e mantidos em gaiolas plásticas (40 cm de diâmetro x 40 cm de altura) até a sexagem ou execução dos testes. Para alimentação, foram utilizados ramos jovens de goiabeira. As bases dos ramos foram colocadas em garrafas plásticas contendo água e vedados com espuma de poliuretano. Os ramos foram colhidos em plantas presentes no *campus* da UENF e eram trocados uma vez por semana ou à medida que fosse necessário.

##### Larvas de *C. psidii*

Para os testes que utilizaram as formas imaturas de *C. psidii*, foram utilizadas larvas de quarto instar. Para tanto, coletaram-se frutos maduros que apresentassem formato irregular e sinais dos danos por alimentação e postura do gorgulho. Frutos com orifícios característicos de abandono pela larva foram descartados. Os frutos foram colhidos na E.T.E.A. Antônio Sarlo e nas goiabeiras do *campus* da UENF, transportados em sacolas plásticas até o laboratório, onde foram utilizados nos experimentos de abandono de fruto e de período de emergência do solo.

## **Razão sexual de insetos coletados a campo**

Para verificar a razão sexual de *C. psidii* foram utilizados adultos coletados em oito datas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Ao longo das coletas a campo, contabilizou-se o número total de insetos capturados e realizou-se a sexagem no laboratório. A sexagem foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópio (SZ40, Olympus®). Os insetos foram dispostos em placas de Petri para facilitar o manuseio e com auxílio de uma pinça ultrafina foram examinados no microscópio. A identificação de sexos foi feita com base nas seguintes características: capacidade de estridulação (emitida pelo macho), densidade da pilosidade na região do pronoto, concavidade e pilosidade do primeiro esternito abdominal, visibilidade do último tergito abdominal – nos machos é parcialmente visível e nas fêmeas é coberto pelo penúltimo, conforme as descrições de Silva-Filho et al. (2007). Após a sexagem, os insetos foram alocados em duas placas identificadas por sexo e contabilizados com o auxílio de um contador manual.

## **Abandono do fruto por período do dia**

A avaliação do período do abandono de fruto foi através de experimento conduzido em dez repetições com 50 frutos cada, totalizando 500 frutos. Cada repetição foi composta por uma bandeja plástica (30,0 x 48,5 x 9,5 cm) e grade de metal (33,5 x 44,0 com espaçamento de 2,0 cm entre as barras), onde os frutos foram distribuídos.

As bandejas foram avaliadas diariamente, avaliando-se dois períodos – diurno (06:00-17:59 h) e noturno (18:00-5:59 h), no decorrer de uma semana. Ao fim de cada período, era realizada a contabilização do número de larvas que haviam abandonado os frutos.

## **Período de emergência de adulto do solo**

Os frutos utilizados foram obtidos conforme descrito anteriormente e as larvas de quarto instar foram removidas dos frutos com auxílio de estilete e pincel (nº 2). Para isso, um corte leve era realizado sobre o fruto para não atingir as larvas

e, em seguida, estas eram localizadas e transferidas para placas de Petri até a montagem do experimento.

As larvas coletadas foram dispostas sobre solo de horizonte A de um argissolo Vermelho-Amarelo em uma bacia plástica com dimensões de 42 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade. Após a penetração das larvas, a superfície das bacias foi coberta por 100 gramas de serapilheira coletadas sob a copa de goiabeiras. Em cada bacia foram adicionadas 80 larvas de quarto instar do gorgulho-da-goiaba. Sobre as bacias foram colocados telados (55,5 x 55,5 cm) confeccionados com madeira e tela do tipo mosquiteira (49 Mech), o uso telado visa à retenção dos gorgulhos nas bacias até as avaliações. Os ensaios foram montados entre o dia 11 de fevereiro e 01 de março de 2019 e dispostos sob a copa de goiabeiras, em condições de campo.

A avaliação foi realizada três vezes ao dia, sendo uma no período da manhã (6 horas), uma ao meio-dia (12 h) e uma à tarde (18 h). A primeira avaliação objetivou a quantificação do número de insetos que emergiram durante o período da noite (18 - 6 h), a segunda e terceira avaliações visaram quantificar os insetos que emergiram no período da manhã (6 - 12 h) e à tarde (12 - 18 h), respectivamente. O experimento foi avaliado até não emergirem novos insetos dentro de um intervalo de 30 dias. Os insetos emergidos foram sexados e contabilizados.

### **Análises estatísticas**

Para determinar a proporção sexual dos insetos coletados no pomar e de insetos emergidos do experimento para determinação do período de emergência do solo, foi utilizado o teste de qui-quadrado ( $p \leq 0,05$ ). Para o abandono de frutos e número de dias para emergência de machos e fêmeas, foi utilizado o teste t ( $p \leq 0,05$ ). O software utilizado para realizar as análises foi o SigmaPlot® 12.5 Systat Software, San Jose, CA, USA).

### 3.2.5 – RESULTADOS

A sexagem foi possível de ser realizada com base nas características propostas por Silva-Filho et al. (2007). Os insetos obtidos nas coletas a campo permitiram determinar a tendência populacional da proporção sexual de outubro a janeiro. Foram coletados o total de 1165 insetos em oito datas (outubro de 2019 a janeiro de 2020). Em todas as datas de coleta o número de fêmeas foi menor que o de machos, o menor percentual de fêmeas foi 31,31% (31 insetos) e maior foi 44,03% (48 insetos). Na primeira ( $X^2=18,02$ ;  $p<0,001$ ), segunda ( $X^2=29,40$ ;  $p<0,001$ ), quinta ( $X^2=10,11$ ;  $p<0,001$ ) e sétima ( $X^2=13,83$ ;  $p<0,001$ ) coleta a proporção de fêmeas coletadas foi significativamente menor que a proporção esperada (0,5 ou 50%), por conseguinte, menor que a proporção de machos, já a terceira, quarta, sexta e oitava coleta a proporção de fêmeas e machos não diferiu (Tabela 1). No total geral, quando se comparou o número total de fêmeas e machos coletados em todas as datas, o número de fêmeas foi significativamente menor que o de machos ( $X^2= 70,70$ ;  $p<0,001$ ), tal que os machos representaram 61,64% e as fêmeas 38,36% dos insetos coletados. A razão sexual total no levantamento foi de 1,65 indivíduos machos para cada indivíduo fêmea (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de machos e fêmeas de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) coletados durante oito coletas em plantas de goiaba. Campos dos Goytacazes, RJ. 2020

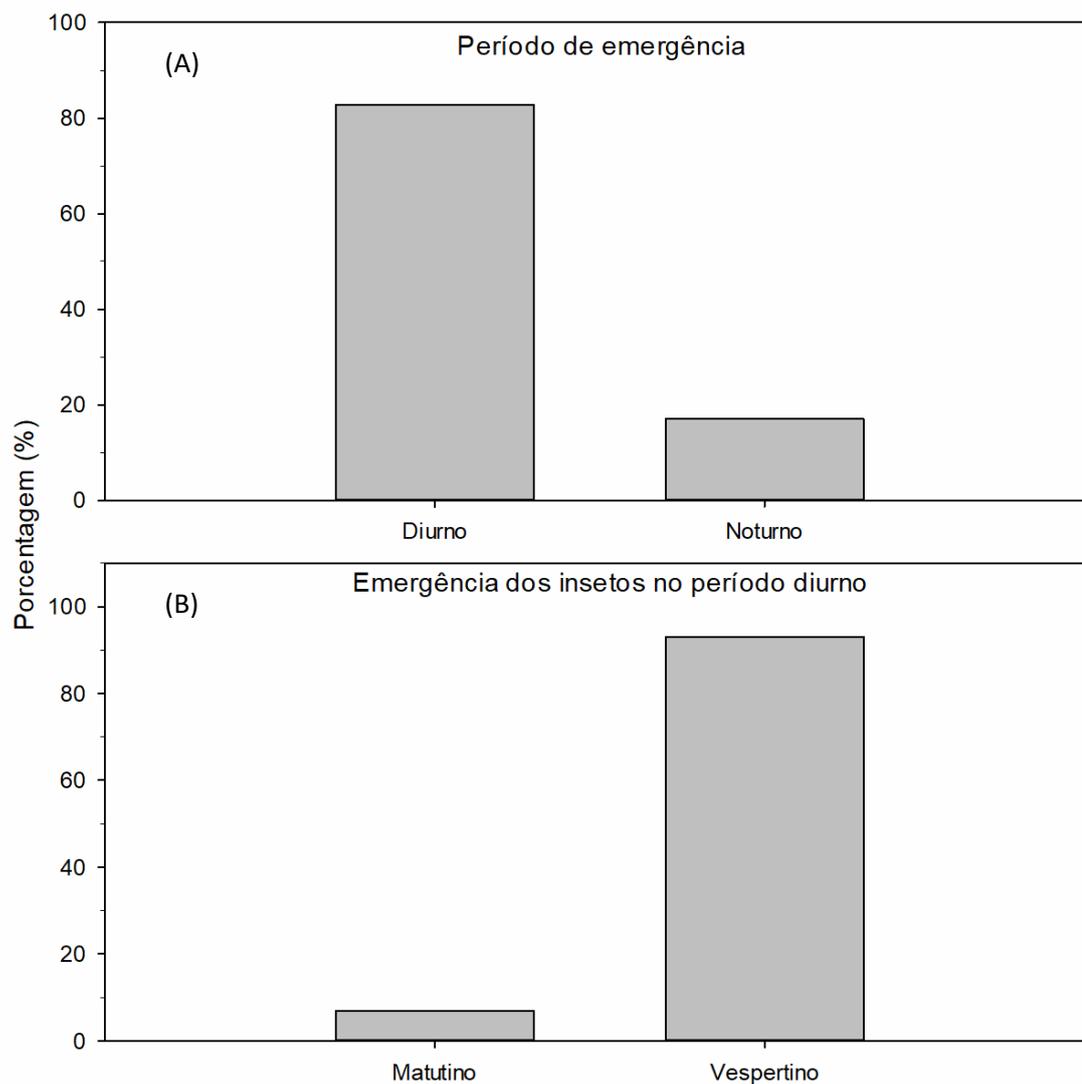
Coleta	Fêmeas	Machos	$X^2$	p valor	Razão sexual (♂:♀)
1	32,67	67,33	18,02	<0,001**	2,06:1
2	37,10	62,90	29,40	<0,001**	1,70:1
3	41,88	58,12	3,08	0,079	1,39:1
4	44,04	55,96	1,55	0,213	1,27:1
5	33,68	66,32	10,11	<0,001**	1,97:1
6	42,47	57,53	1,66	0,198	1,35:1
7	31,31	68,69	13,83	<0,001**	2,19:1
8	43,75	56,25	1,25	0,264	1,29:1
Média	37,68	62,32	70,70	<0,001**	1,65:1

\*\*Altamente significativo ( $p<0,01$ ).

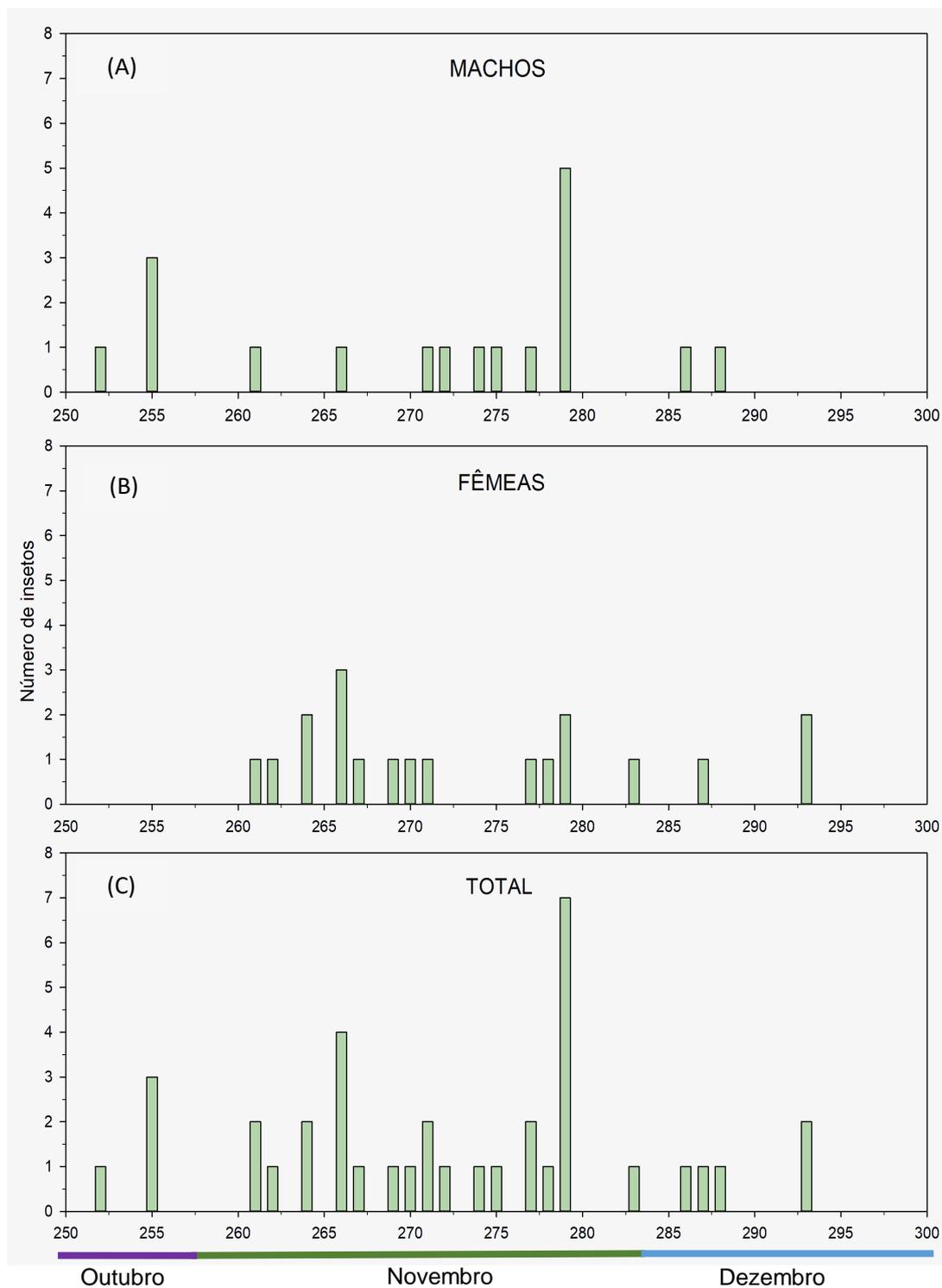
Dos 500 frutos observados foram obtidas 680 larvas, isso corresponde a 1,36 larva por furto. Dessas, 51,32% abandonaram os frutos no período diurno e 48,68% no período noturno, não havendo diferença estatística entre esses valores ( $t = 0,210$ ;  $p = 0,075$ ).

A emergência do solo de adultos de *C. psidii* iniciou aos 250 dias e finalizou aos 292 dias após a penetração das larvas no solo. Nesse período, 38 adultos (9,50%) emergiram de um total de 400 larvas liberadas, isso representa uma mortalidade de 90,50%. Dos adultos que emergiram, 18 foram sexados como machos e 20 fêmeas, não houve diferença significativa na proporção sexual ( $X^2=0,11$ ;  $p = 0,745$ ). A emergência de adultos de *C. psidii* variou em função do turno do dia ( $X^2=45,14$ ,  $p \leq 0,001$ ), a proporção de emergência foi maior durante o período diurno (86,84%) e menor durante o período noturno (13,16%) (Figura 1A). Dos insetos que emergiram durante o período diurno a maior parte (93,94%) emergiu durante o período diurno vespertino e a menor no diurno matutino (6,06%) ( $X^2=111,91$ ,  $p \leq 0,001$ ) (Figura 1B).

O tempo médio de emergência dos adultos de *C. psidii* foi em torno de nove meses (271,03 dias) após a montagem dos experimentos. O tempo médio de emergência de machos foi de 271,22 dias, a emergência iniciou ao 252º dia e finalizou ao 288º dia, houve pico de emergência aos 255 (três insetos) e 279 (cinco insetos) dias (Figura 2A). As fêmeas apresentaram tempo médio de emergência de 273,42 dias, a emergência iniciou ao 261º dia e finalizou ao 293º, o maior número de emergência foi aos 266 dias (três insetos) (Figura 2B).



**Figura 1.** Percentual de adultos de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) emergidos do solo (n=38). A – Insetos emergidos entre o período diurno e noturno; B – Insetos emergidos durante o dia, entre os períodos matutino e vespertino. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ.



**Figura 2.** Número de dias para emergência de adultos de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae) emergidos do solo. A – Machos, B – Fêmeas, C – Total de insetos. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ.

### 3.2.6 – DISCUSSÃO

Este é o primeiro registro da razão sexual de *C. psidii* coletados a campo. Em todas as coletas a razão sexual foi maior para machos, o cálculo da razão sexual total confirmou a tendência observada nas coletas, confirmando a predominância de machos na população de *C. psidii* no Norte Fluminense. A predominância de insetos machos em populações de coletadas a campo também foi confirmada para outros curculionídeos como *Chalcodermus bicolor* (1,52 machos por fêmea) e *Spermologus rufus* (1,40 machos por fêmea) (Barreto e Anjos, 1999; Loja, 2011). A proporção de machos e fêmeas em uma população de insetos pode variar de acordo com as condições ambientais e com a dinâmica populacional (Price et al., 2011b).

O período do dia de abandono dos frutos foi indiferente para as larvas de *C. psidii*. O período que as larvas deixam os frutos parece ser um comportamento desencadeado pela aproximação da finalização da fase de desenvolvimento da larva do que um comportamento devido a influência de um fator ambiental, já que o desenvolvimento larval ocorre no interior de frutos onde a influência dos fatores ambientais é baixa. Frutos atacados pelas larvas de *C. psidii* normalmente amadurecem mais cedo e caem prematuramente das plantas de goiaba (Gallo et al., 2002). Ainda no interior dos frutos caídos, as larvas continuam o desenvolvimento e ao final desse período confeccionam furos por onde abandonam os frutos, penetrando no solo (Baptista et al., 2019), onde constroem uma câmara (pupário) nos quais permanecem até a emergência na fase adulta.

A proporção de machos e fêmeas encontrada no experimento de emergência de adultos não diferiu estatisticamente, no entanto, em níveis populacionais, a proporção sexual do gorgulho de indivíduos coletados a campo foi de 1,65 machos para cada fêmea. É possível que a proporção sexual de 1:1 seja real para *C. psidii* e que a maior predominância de machos nas coletas a campo possa ser resultado de maior aglomeração de machos em locais onde as fêmeas se encontram, em consequência da procura pelo parceiro sexual (Silva-Filho, 2005).

A baixa taxa de emergência (9,5%) de adultos de *C. psidii* do solo é um reflexo da mortalidade ocorrida durante o período que os insetos permaneceram no solo (pré-pupa, pupa e adultos inativos). Esse resultado é o primeiro indício da taxa

de mortalidade natural de *C. psidii* e sinaliza para uma grande vulnerabilidade dessa espécie aos fatores ambientais durante o período que passam no solo. A alta taxa de mortalidade pode estar relacionada à ação de microrganismos entomopatogênicos presentes no solo (fungos; *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, e nematoides; *Heterorhabditis* sp. e *Steinernema* sp.); pequenos parasitoides e predadores capazes de passar pela abertura da tela que encobria as bacias; distúrbios fisiológicos e por afogamento (Brito et al., 2008; Delgado e Sáenz-Aponte, 2016; Dolinski, 2016).

A diferença da emergência de adultos entre os períodos, sobretudo entre o matutino e vespertino, já era esperada e demonstram a sincronia do ritmo circadiano do inseto, uma vez que emergem no período próximo ao seu período de maior atividade (noturno) (Silva-Filho, 2005). Além disso, as condições em que o experimento foi conduzido simula àquelas encontradas a campo, onde o inseto entra em diapausa abaixo das copas das árvores. Esta informação permite a aplicação da ecologia do inseto às práticas do MIP. Uma vez que se conhece o período de emergência, poder-se-á planejar e realizar um cronograma de aplicações de inseticidas direcionadas ao adulto no início da noite.

O número de dias necessários para emergência do adulto de *C. psidii* (pré-pupa + pupa + adulto no solo) encontrados neste trabalho (271,03 dias) divergiu dos dados presentes na literatura. Bailez et al. (2003) encontraram média de 192 dias (pré-pupa + pupa + adulto no solo) (temperatura  $25^{\circ}\pm 3$  °C) e Valente e Benassi (2014) encontraram média de 143,4 dias (temperatura  $25^{\circ}\pm 1$  °C), ambos em condições de laboratório. Essa diferença pode estar relacionada ao fato do experimento ter sido executado em condições de campo, de forma que os insetos ficaram expostos às variações ambientais de temperatura, precipitação e umidade do solo, além do mais, o período de emergência observado coincidiu com o período de maior ocorrência de *C. psidii* a campo, que na Região Norte Fluminense ocorre no período de outubro-janeiro, sobretudo no mês de novembro (Baptista, 2019). Os resultados desse trabalho também divergiram de outras espécies do gênero *Conotrachelus*. Rodriguez e Césares (2003) encontraram que o gorgulho-danospereira (*Conotrachelus* sp.) permanece no solo 27,1 dias em média na Venezuela, enquanto Perez e Iannacone (2008) encontraram média de 66,2 dias para *C. dubiae* no Peru.

### 3.2.6 – RESUMO E CONCLUSÃO

Este trabalho gerou informações inéditas sobre bioecologia do gorgulho-da-goiaba. Foi possível determinar a razão sexual populacional, de modo que se descobriu que há predominância de machos em insetos coletados a campo, porém a proporção de insetos emergidos em condições controladas foi igual. Em relação ao abandono dos frutos pelas larvas, não há diferença significativa entre o período noturno e diurno. Foi possível verificar alta taxa de mortalidade durante o período de permanência no solo que, aproximadamente, 87% dos adultos emergem do solo durante o período diurno, destes, 94% emergem no período vespertino. Em nível de campo, os insetos levam cerca de 271 dias para emergirem do solo, não havendo diferença significativa entre o número médio de dias para emergência de machos e fêmeas.

Desta forma, conclui-se que este trabalho contribuiu com informações originais e relevantes sobre a biologia e ecologia do gorgulho. Esses dados servirão como base para estudos futuros e como mais uma ferramenta para o MIP, servindo para a elaboração de estratégias para o controle e/ou monitoramento do *C. psidii*.

### 3.2.7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M., Lima J.O.G, Moreira, D.D.O. (2003) Life history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Neotropical Entomology*. 32: 203-207.
- Baptista, C.R. (2019) Flutuação Populacional e Profundidade de Empupação de Larvas do Gorgulho-da-Goiaba. Monografia (Engenharia agrônômica) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 31p.
- Baptista, C.R., Peçanha, L.S., Moraes, J.G.T., Mendonça, L.P.V., Abib, P.H.N., Abreu, L.M.S., Silva, G.A. (2019) Tempo de penetração de larvas de *Conotrachelus psidii* Marshal (1922) em diferentes substratos. *Anais do VI Simpósio Internacional de Entomologia*, Viçosa, MG.
- Barreto, M.R., Anjos, N. (1999) *Spermologus rufus* Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotécnica*. 23: 358-364.
- Brito, E.S., Paula, A.R., Vieira, L.P., Dolinski, C., Samuels, R.I. (2008) Combining vegetable oil and sub-lethal concentrations of Imidacloprid with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against adult guava weevil *Conotrachelus*

- psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Biocontrol science and technology*. 18 (7): 665-673.
- Delgado, C., Sáenz-Aponte, A. (2016) Control of the Guava Weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) with Entomopathogenic Nematodes under Greenhouse and Field Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 26 (3): 463.
- Dolinski, C. (2016) Entomopathogenic nematodes against the main guava insect pests. *BioControl*. 61 (3): 325-335.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, R.A., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. (2002) *Entomologia agrícola*. vol. 10. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- Gotelli, N.J., Ellison, A.M. (2013) *A Primer of Ecological Statistics*. 2 ed. Sunderland: Sinauer Associates. 638p.
- Loja, P.E.C. (2011) *Biologia e manejo de Chalcodermus bicolor Fiedler (Col.: Curculionidae: Molytinae), em plantios de eucalipto*. Tese (Mestrado em Entomologia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 99p.
- Perez, D., Iannacone, J. (2008) Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del camu camu, *Conotrachelus dubiae* O'Brien 1995 (Coleoptera: Curculionidae) en Pucallpa, Perú. *Acta amazonica*, 38 (1): 145-152.
- Piccinin, E., Pascholati, S.F., Di Piero, R.M. (2005) Doenças da Goiabeira (*Psidium guajava*). In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds). *Manual de Fitopatologia*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 2: 422-427.
- Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L., Kaplan, I. (2011a) Demography, population growth and life tables. In: *Insect ecology: behavior, populations and communities*. Cambridge University Press. p. 351-372.
- Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L., Kaplan, I. (2011b) *Insect ecology: behavior, populations and communities*. New York: Cambridge University Press. 829p.
- Rodrigues, S.M., Bueno, V.H., Sampaio, M.V., Soglia, M.C.D.M. (2004) Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)(Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*. 33 (3): 341-346.
- Rodríguez, G., Cásares, R. (2003) Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del níspero, *Conotrachelus* sp.(Coleoptera: Curculionidae). *Entomotropica*, 18(1), 57-61.
- SIDRA (2019) Sistema IBGE de Recuperação Automática: Produção Agrícola Municipal 2018. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 25 de setembro de 2019.
- Silva-Filho, G. (2005). *Semioquímicos envolvidos na interação gorgulho da goiaba (Conotrachelus psidii Marshall)-goiabeira (Psidium guajava L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Univerdidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 96p.
- Silva-Filho, G., Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M. (2007) Dimorfismo sexual do gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*. 36 (4): 520-524.
- Valente, F. I., Benassi, V.L.R.M. (2014) Aspectos biológicos e técnica de criação do gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 36 (2): 339-345.

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÃO

Este trabalho confirmou a presença do comportamento de fototaxia positiva para machos de *C. psidii* mediante luz vermelha e que estes não respondem às demais luzes. As fêmeas não respondem às luzes testadas, exceto a branca, que possivelmente as repelem. Quando agrupados, os insetos são atraídos pela luz vermelha. Quando há a interação da luz vermelha com outra cor distinta, os insetos preferem a luz vermelha quando comparada à amarela, verde e UV. Também foi possível apurar informações inéditas sobre bioecologia do gorgulho-da-goiaba. Foi possível determinar que em condições de campo há predominância de machos na população. Em relação ao abandono dos frutos pelas larvas, não há diferença entre o período noturno e diurno. Foi possível verificar alta taxa de mortalidade durante o período de permanência no solo. A maior parte dos adultos emergem do solo durante o período diurno, principalmente no final da tarde. Em nível de campo, os insetos levam cerca de nove meses para emergir, não havendo diferença significativa entre o número médio de dias para emergência de machos e fêmeas.

Com isso, conclui-se que este trabalho contribuiu com informações originais e relevantes sobre o comportamento, biologia e ecologia do gorgulho. Esses dados servirão como base para estudos futuros e como mais uma ferramenta para o MIP, servindo para a elaboração de armadilhas e estratégias para o controle e/ou monitoramento do *C. psidii*.

## REFERÊNCIAS

- Agrofit (2019) Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: < <http://agrofit.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 06 de dezembro de 2019.
- Ambrogi, B.G., Vidal, D.M., Zarbin, P.H.G., Rosado-Neto, G.H. (2009) Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. *Química Nova*. 32 (8): 2151-2158.
- Ávila, C.J., Degrande, P.E. (2001) Broca-da-Haste-do-Algodoeiro, *C denieri* (Coleoptera: Curculionidae) *In: Histórico e Impacto de Pragas Introduzidas no Brasil, com Ênfase na Fruticultura*. 1 ed. Ribeirão Preto, SP: Holos Editota, 1:120-122.
- Bailez, O.E. (2019) Comportamento de oviposição de *Conotrachelus psidii* Marshall (1922) (Coleoptera: Curculionidae). Comunicação pessoal no gabinete do Prof. Dr. Omar. Campos dos Goytacazes – RJ, 31 de outubro de 2019.
- Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M., Lima J.O.G, Moreira, D.D.O. (2003) Life history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Neotropical Entomology*. 32: 203-207.
- Baptista, C.R. (2019) Flutuação Populacional e Profundidade de Empupação de Larvas do Gorgulho-da-Goíaba. Monografia (Engenharia agrônômica) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 31p.
- Baptista, C.R., Peçanha, L.S., Moraes, J.G.T., Mendonça, L.P.V., Abib, P.H.N., Abreu, L.M.S., Silva, G.A. (2019) Tempo de penetração de larvas de *Conotrachelus psidii* Marshal (1922) em diferentes substratos. *Anais do VI Simpósio Internacional de Entomologia*, Viçosa, MG.
- Barreto, M.R., Anjos, N. (1999) *Spermologus rufus* Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotécnica*. 23: 358-364.
- Barriga-Tuñón, J.E. (2019) Coleoptera Neotropical: *Conotrachelus psidii* Marshall, 1922. Acesso em 28 de outubro de 2019. Disponível em <[http://coleoptera-neotropical.org/paginas/3ac\\_familias/CURCULIONOIDEA/2sp/Molytinae/Conotrachelini/Conotrachelus-psidii.html](http://coleoptera-neotropical.org/paginas/3ac_familias/CURCULIONOIDEA/2sp/Molytinae/Conotrachelini/Conotrachelus-psidii.html)>.
- Bodenham, J., Stevens, R.E., Tatcher, T.O. (1976) A cone Weevil, *Conotrachelus neomexicanus*, on ponderosa pine in Colorado: Life history, habitats and relationships (Coleoptera: Curculionidae). *Canadian Entomologist*, Ottawa. 108: 639-699.

- Bondar, G. (1924) Bicho das goiabas *Conotrachelus psidii* Marshall. *Boletim Laboratório Patologia Vegetal (Brasil)*. (1): 17.
- Bondar, G. (1944) Notas Entomológicas da Bahia. XIV. *Rev. de Entomol.* 15 (2): 91-204.
- Botton, M., Kulcheski, F., Colletta, V.D., Arioli, C.J., Pastori, P.L. (2005) *Avaliação do uso do feromônio de confundimento no controle de Grapholita molesta (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro*. In: Embrapa Uva e Vinho-Resumo em anais de congresso (ALICE). Idesia, Arica, 23 (1): 43-50.
- Briscoe, A.D., Chittka, L. (2001) The evolution of color vision in insects. *Annual Review of entomology*, 46 (1): 471-510.
- Brito, E.S., Paula, A.R., Vieira, L.P., Dolinski, C., Samuels, R.I. (2008) Combining vegetable oil and sub-lethal concentrations of Imidacloprid with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against adult guava weevil *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Biocontrol science and technology*. 18 (7): 665-673.
- Burbano, O.I.I., Monroy, R.R., Fonseca, A.D., Díaz, J.B. (2007) *Manejo integrado del picudo de la guayaba (Conotrachelus psidii Marshall) en Santander*. No. Doc. 22172. CO-BAC, Bogotá.
- Butkewich, S.L., Prokopy, R.J. (1997) Attraction of adult plum curculios (Coleoptera: Curculionidae) to host-tree odor and visual stimuli in the field. *J. Entomol. Sci.* 32: 1-6.
- Campos, W.G., Schoereder, J.H., Souza, O. (2006) Seasonality in neotropical populations of *Plutella xylostella* (Lepidoptera): resource availability and migration. *Population Ecology*. 48: 151-158.
- Centre of Agriculture Bioscience International (2019) Pest Risk (PRA) Tool. Disponível em <<https://www.cabi.org/publishing-products/pest-risk-analysis-tool/>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.
- Chouinard, G., Hill, S.B., Vincent, C. (1994) Spatial distribution and movements of plum curculio adults within caged apple trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 70:129-142.
- Coria-Avalos, V.M. (1999) Ciclo de vida, Fluctuación Poblacional y Control Del Barrenador de la Semilla Del Aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, C. *aguacatae* B.) (Coleoptera: Curculionidae) En Ziracuaretiro, Michoacán, México. *Revista Chapingo Série Horticultura*. 5: 313-318.
- Costa, E.C., Davila, M.; Cantarelli, E.B.; Murari, A.B.; Manzon, C. (2008) *Entomologia florestal*. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 256 p.
- Delgado, C., Sáenz-Aponte, A. (2016) Control of the Guava Weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) with Entomopathogenic Nemaodes under Greenhouse and Field Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 26 (3): 463.
- Dias, N.P., Garcia, F.R.M. (2014) Fundamentos da Técnica do Inseto Estéril (TIE) para o controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). *Biológico*. 76: 58-62.
- Dolinski, C. (2016) Entomopathogenic nematodes against the main guava insect pests. *BioControl*. 61 (3): 325-335.
- Dória, H.O.S., Bortoli, S.A., Albergaria, N.M.M.S. (2004) Influência de tratamentos térmicos na eliminação de *Ceratitidis capitata* em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*. 26 (1): 107-111.
- Flora do Brasil (2020) *Psidium* (em construção). Flora do Brasil – Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

- <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10853>>. Acesso em 24 de setembro 2019.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, R.A., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. (2002) *Entomologia agrícola*. v. 10. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- Gotelli, N.J., Ellison, A.M. (2013) *A Primer of Ecological Statistics*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 638p.
- Gullan, P.J., Cranston, P.S. (2014). *The insects: an outline of entomology*. 5. ed. West Sussex: John Wiley & Sons. 632p.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2009) *Fundamentos de Física, vol. 4: óptica e física moderna*. 8. ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, 438p.
- Hausmann, C., Samietz, J., Dorn, S. (2004) Visual orientation of overwintered *Anthonomus pomorum* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 33 (5): 1410-1415.
- Hickel, E.R., Milanez, J.M., Hinz, R.H. (2015). Infecção artificial de adultos da bicheira-da-raiz com *Beauveria bassiana* em armadilha luminosa. *Agropecuária Catarinense*, 28 (1): 74-77.
- Jeon, J.H., Oh, M.S., Cho, K.S., Lee, H.S. (2012). Phototactic response of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), to light-emitting diodes. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 55 (1): 35-39.
- Kamath, J.V., Rahul, N., Kumar, C.A., Lakshmi, S.M. (2008) *Psidium guajava* L: A review. *International Journal of Green Pharmacy*, 2 (1).
- Katsuki, M., Omae, Y., Okada, K., Kamura, T., Matsuyama, T., Haraguchi, D., Kohama, T., Miyatake, T. (2012) Ultraviolet light-emitting diode (UV LED) trap the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and zoology*. 47 (3): 285-290.
- Kim, K.N., Huang, Q.Y., Lei, C.L. (2019). Advances in insect phototaxis and application to pest management: a review. *Pest management science*, 75 (12): 3135-3143.
- Leskey, T.C. (2006). Visual cues and capture mechanisms associated with traps for plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 41: 97–106.
- Loja, P.E.C. (2011) *Biologia e manejo de Chalcodermus bicolor Fiedler (Col.: Curculionidae: Molytinae), em plantios de eucalipto*. Tese (Mestrado em Entomologia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 99p.
- Martínez, N.B.; Cásares, R. (1981) Distribución en el tiempo de las fases del gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en el campo. *Agronomía Tropical*. 31 (6): 23-130.
- Matthews, R.W., Matthews, J.R. (2010) *Insect behavior*. Londres: Springer Science & Business Media. 519p.
- Mehmood, A., Jaskani, M.J., Khan, I.A., Ahmad, S., Ahmad, R., Luo, S., Ahmad, N.M. (2014) Genetic diversity of Pakistani guava (*Psidium guajava* L.) germplasm and its implications for conservation and breeding. *Scientia Horticulturae*. 172: 221-232.
- Mendes, A.C.B., Garcia, J.J.S., Ribeiro, N.C.A., Trevisan, O. (1988) Danos de *Conotrachelus humeripictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae): Nova Praga do Cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) na Amazônia Brasileira. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 17(supl.)

- Meuti, M.E., Denlinger, D.L. (2013) Evolutionary links between circadian clocks and photoperiodic diapause in insects. *Integr. Comp. Biol.* 53: 131–143. <https://doi.org/10.1093/icb/ict023>
- Monroy, R.A., Insuasty, O.I. (2006) Biología del Picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* (Marshall) (Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 7 (2): 73-79.
- Moreira, M.A.B., Zarbin, P.H.G., Coracini, M.D.A. (2005) Feromônios associados aos coleópteros-praga de produtos armazenados. *Química nova*. 28 (3): 472-477.
- Morton, J.F. (1987) Guava. In: *Fruits of warm climates*. Miami: Creative Resource Systems, p. 356–363.
- Moura, J.I., Bento, J.M., Souza, J., Vilela, E.F., Viçosa, M.G. (1997). Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) pelo uso de feromônio de agregação associado a árvore-armadilha e inseticida. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 26: 69-73.
- Muñiz-Vélez, R., González, R.E. (1982) *Conotrachelus dimidiatus* Champ, “El picudo de la guayaba” en Morelos, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 26: 9-3.
- Nuclear Applications for Insect Pest Control (2019) International Atomic Energy Agency. Disponível em <<https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/ididas/Lists/Entity%20Database/AllItems.aspx?View=%7BC5BBF10D%2D8544%2D4490%2D8206%2D3619FC961115%7D>>. Acesso em 05 de dezembro de 2019.
- O'Brien, C.W., Couturier, G. (1995) Two New Agricultural Pest Species of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae: Molytinae) In South America. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 31 (3):227-235.
- Oh, M.S., Lee, H.S. (2010) Development of phototactic test apparatus equipped with light source for monitoring pests. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 53: 248–252.
- Otálora-Luna, F., Dickens, J.C. (2011) Spectral preference and temporal modulation of photic orientation by Colorado potato beetle on a servosphere. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 138 (2): 93-103.
- Palacio-Cortés, A.M., Valente, F., Saad, E.B., Tröger, A., Francke, W., Zarbin, P.H. (2015) (1R, 2S, 6R)-Papayanol, aggregation pheromone of the guava weevil, *Conotrachelus psidii*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 26 (4): 784-789.
- Park, J.H., Lee, H.S. (2017) Phototactic behavioral response of agricultural insects and stored-product insects to light-emitting diodes (LEDs). *Applied Biological Chemistry*, 60 (2): 137-144.
- Payne, J.A., Blythe, J.L., Lowman, H., Yonce, C.E. (1973) Response of laboratory-reared adult plum curculios to ultraviolet radiation. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 66: 1007–1009.
- Pereira, F.M., Carvalho, C.A., Nachtigal, J.C. (2003) Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25 (3): 498-500.
- Pereira, F.M., Martinez Jr., M. (1986) *Goiabas para a industrialização*. Jaboticabal: UNESP, p.13-22.
- Pereira, F.M.P., Usman, M., Mayer, N.A., Nachtigal, J.C., Maphanga, O.R., Willemse, S. (2017) Advances in guava propagation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39 (4).
- Perez, D., Iannaccone, J. (2008) Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del camu camu, *Conotrachelus dubiae* O'Brien 1995 (Coleoptera: Curculionidae) en Pucallpa, Perú. *Acta amazonica*, 38 (1): 145-152.

- Piccinin, E., Pascholati, S.F., Di Piero, R.M. (2005) Doenças da Goiabeira (*Psidium guajava*). In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds). *Manual de Fitopatologia*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 2: 422-427.
- Pinchao, E.C., Muñoz, A.C. (2019) Mapping the Spatial Distribution of *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae): Factors Associated with the Aggregation of Damage. *Neotropical entomology*. 48 (4): 678-691.
- Pires, C.S., Sujii, E.R., Schmidt, F.G., Zarbin, P.H., Almeida, J.R., Borges, M. (2006) Potencial de uso de armadilhas iscadas com o feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), para o monitoramento populacional de percevejos praga da soja. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 77: 70-77.
- Pommer, C.V., Murakami, K.R.N. (2009) Breeding Guava (*Psidium guajava* L.). In: Jain, S.M., Priyadarshan, P.M., *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. v.1. New York: Springer, p. 83-120.
- Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L., Kaplan, I. (2011) *Insect ecology: behavior, populations and communities*. New York: Cambridge University Press. 829p.
- Radcliffe, E.B., Hutchison, W.D., Cancelado, R.E. (Eds.) (2009) *Integrated pest management: concepts, tactics, strategies and case studies*. New York: Cambridge University Press. 549p
- Ramos, D.P., Leonel, S., Silva, A.C., Souza, M.E., Souza, A.P., Fragoso, A.M. (2011) Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma'. *Semina: Ciências Agrárias*. p. 909-918.
- Rodrigues, S.M., Bueno, V.H., Sampaio, M.V., Soglia, M.C.D.M. (2004) Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)(Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*. 33 (3): 341-346.
- Rodríguez, G., Cásares, R. (2003) Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del níspero, *Conotrachelus* sp.(Coleoptera: Curculionidae). *Entomotropica*, 18(1), 57-61.
- Romero-Frías, A., Murata, Y., Simoes Bento, J.M., Osorio, C. (2016) (1 R, 2 S, 6 R)-Papayanal: a new male-specific volatile compound released by the guava weevil *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 80 (5): 848-855.
- Rosa, J.M., Boff, M.I. C., Nunes, M.Z., Agostinetto, L., Boff, P. (2015) Damage caused by *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) to the fruits of feijoa (*Acca sellowiana*). *Revista Colombiana de Entomología*. 41 (1): 12-17.
- Selby, R.D., Whalon, M.E., Iamurri, J.L. (2015). Response of Adult Plum Curculios (Coleoptera: Curculionidae) to Contrasting Shades in Field and Laboratory Experiments. *Environmental entomology*, 44 (2): 338-348.
- SIDRA (2019) Sistema IBGE de Recuperação Automática:Produção Agrícola Municipal 2018. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 25 de setembro de 2019.
- Silva-Filho, G. (2005). *Semioquímicos envolvidos na interação gorgulho da goiaba (Conotrachelus psidii Marshall)-goiabeira (Psidium guajava L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Univerdidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 96p.

- Silva-Filho, G., Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M. (2007) Dimorfismo sexual do gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*. 36 (4): 520-524.
- Silva-Filho, G., Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M. (2012) Olfactory responses of *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) to hosts and conspecific odors. *Revista Colombiana de Entomología*. 38 (2): 196-199.
- Singh, S.P. (2011) Guava (*Psidium guajava* L.). In: Yahia, E.M. (Ed.) *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: Cocona to mango*. 1. ed. 3. vol. Cambridge: Elsevier. p. 213-244.
- Smith, C.M. (2005) *Plant Resistance to Arthropods – Molecular and Conventional Approaches*. Berlin: Springer, 423p.
- Souza Filho, M.F., Costa, V.A. (2003) Manejo integrado de pragas da goiabeira. Cultura de goiabeira: tecnologia e mercado. *Empresa Júnior de Agronomia*. Viçosa: UFV, 177-206.
- Spiegel, L.H., Price, P.W. (1996) Plant aging the distribution of *Rhyacionia neomexicana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*. 25: 359-365.
- Tauber, M.J., Tauber, C.A., Masaki, S. (1986). *Seasonal Adaptations of Insects*. Oxford University Press, Orford.
- Tedders, W.L., Payne, J.A. (1986) Biology, life history, and control of *Conotrachelus schoofi* (Coleoptera: Curculionidae) on pecans. *Journal of Economic Entomology*. 79: 490-496.
- Valente, F. I., Benassi, V.L.R.M. (2014) Aspectos biológicos e técnica de criação do gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 36 (2): 339-345.
- Valente, F.I. (2014) *Distribuição intra-planta de frutos atacados de goiaba por Conotrachelus psidii Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivo orgânico*. Tese (Mestrado) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 49p.
- Valente, F.I. (2018) *Distribuição espacial e plano de amostragem sequencial de Conotrachelus psidii (Marshall, 1922) (Coleoptera: Curculionidae) na cultura da goiabeira*. Tese de Doutorado, Dourados – MS, Universidade Federal da Grande Dourados, 111p.
- Vargas-Madriz, H., Martínez-Damian, M.T., Lázaro-Dzul, M.O., Terán-Vargas, A.P., Azuara-Domínguez, A. (2016) New Distribution Registry of Guava Weevil, *Conotrachelus dimidiatus* Champion, in Guava (*Psidium guajava* L.) in Mexico. *Southwestern Entomologist*. 41 (3): 883-886.
- Vilela, E.F. (1992) Adoção de feromônios no manejo integrado de pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 27 (13): 313-318.
- Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B., Fleurat-Lessard, F. (2003) Management of agricultural insects with physical control methods. *Annual review of entomology*. 48 (1): 261-281.
- Waltz, A.M., Whitham, T.G. (1997) Plant development affects arthropod communities opposing impacts of species removal. *Ecology*. 78: 2133-2144.
- Wen, C., Ji, Y.C., Zhang, G.Y., Tan, S.B., Wen, J. B. (2018) Phototactic behaviour of *Eucryptorrhynchus scrobiculatus* and *E. brandti* (Coleoptera: Curculionidae) adults. *Biocontrol Science and Technology*, 28 (6): 544-561.
- Wilke, A.B.B., Gomes, A.D.C., Natal, D., Marrelli, M.T. (2009). Controle de vetores utilizando mosquitos geneticamente modificados. *Revista de Saúde Pública*. 43: 869-874.

- Wilson, P.G., O'Brien, M.M., Gadek, P.A., Quinn, C.J. (2001) Myrtaceae revisited: A reassessment of infra familial groups. *American Journal of Botany*. 88 (11): 2013 – 2025.
- Yamaguchi, S., Heisenberg, M. (2011) Photoreceptors and neural circuitry underlying phototaxis in insects. *Fly(Austin)*, 5 (4): 333-336.