

SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA INTERAÇÃO GORGULHO-  
DA-GOIABA (*Conotrachelus psidii* MARSHALL)- GOIABEIRA  
(*Psidium guajava* L.).

GILSON SILVA FILHO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
Maio - 2005

SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA INTERAÇÃO GORGULHO-  
DA-GOIABA (*Conotrachelus psidii* MARSHALL)- GOIABEIRA  
(*Psidium guajava* L.).

GILSON SILVA FILHO

“Tese 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. D.Sc. Omar Eduardo Bailez

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
Maio – 2005

SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA INTERAÇÃO GORGULHO-  
DA-GOIABA (*Conotrachelus psidii* MARSHALL)- GOIABEIRA  
(*Psidium guajava* L.).

GILSON SILVA FILHO

“Tese 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 25 de maio de 2005

Comissão Examinadora

---

Dr. Mauri Lima Filho (D.Sc. - UFRRJ)

---

Prof. José Oscar Gomes de Lima (Ph.D. – UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Ana Maria Matoso Viana-Bailez (D.Sc. – UENF)

---

Prof. Omar Eduardo Bailez (D.Sc. – UENF)  
Orientador

Ao meu pai, Manoel Gilson de Jesus Silva, à minha mãe, Raimunda Dias da Luz, aos meus irmãos, Gilcélvio Augusto da Luz Silva e Gilzelle Maria da Luz Silva, por todos os ensinamentos, apoio, amor e carinho em toda a minha vida.

“Um Objetivo,  
nada mais é do que  
um sonho com limite de tempo”  
(Joe L. Griffith)

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade da realização do mestrado.

À UENF pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Professor Omar Eduardo Bailez, pela incessante orientação, apoio, amizade e pela grande contribuição na minha especialização profissional.

À professora, Ana Maria Matoso Viana Bailez, pela co-orientação, amizade, incentivo, sugestões e discussões durante a realização deste trabalho.

Aos professores José Oscar Gomes de Lima, Mauri Lima Filho e Cláudio Luiz Melo de Souza, por aceitarem participar da banca examinadora da minha defesa de tese.

Ao professor Gilberto Soares Albuquerque, pela amizade e principalmente pela ajuda na obtenção de alguns trabalhos.

À professora Magali Hoffmann e seu esposo, Carlos Günther Wiedmaier B., pela sincera amizade, momentos de alegria e pela inesquecível viagem à cidade de Canela, Rio Grande do Sul.

Ao professor Ricardo Moreira de Sousa, pela participação do comitê de acompanhamento individual.

Aos demais professores do Laboratório de proteção de plantas, pela amizade conquistada.

À minha namorada, Cíntia Cristina Lima Teixeira, pelo apoio, incentivo, amor e convivência ao longo desta jornada e a sua família pelas incessantes orações que me fortaleceram para completar este trabalho.

À família Lima Teixeira, Sr. Clélio Teixeira, Derly Lima, Cátia Teixeira, Cleiton Teixeira, Celso Vargas e a todos os membros da Igreja Batista Memorial de Cachoeiro de Itapemirim, pelo carinho e orações oferecidos a mim.

À Euzileni mantoanelli, pelo apoio, amizade e pelos desenhos maravilhosos do inseto.

Às técnicas Arli de Fátima e Denise Moreira, pela amizade e auxílio durante os trabalhos.

Ao professor Eurípedes Barsanulfo Menezes e a pesquisadora Ellen Aguiar Meneses, pela amizade, incentivo e por todas as oportunidades a mim concedidas.

À professora da UFRuralRJ, Mariângela Guajará, pela amizade, incentivo e na decisão de que área me especializar no mestrado.

Ao professor da UFRuralRJ, Francisco Racca Filho, pelos ensinamentos sobre entomologia e a grandiosa amizade.

Ao Senhor Cláudio, pelo fornecimento do material biológico para a pesquisa.

Aos alunos de graduação, Drieli Aparecida Rossi, Danilo e Thiago Ribeiro, pelo apoio durante algumas fases do trabalho.

Aos técnicos, Ederaldo e Antônio, pelo apoio durante os trabalhos no campo.

Aos meus antigos colegas de residência pelo incentivo e amizade.

Aos meus amigos, Alexandre, Leonardo, Anderson, Vinícius, Jatinder, Carol, Rodolfo, Marlon, Patrícia e Gustavo, pela sincera amizade, incentivo, e ajuda.

À todos os colegas de pós-graduação do LEF.

As amigas da xerox, Renata e Danila, pela paciência e presteza nos serviços.

As amigas da Biblioteca do CCTA, pela ajuda e presteza durante este período.

Aos funcionários da secretaria, pela amizade, compreensão e colaboração para o desenvolver dos trabalhos.

Aos seguranças do CCTA, pela amizade durante este período de trabalho.

Aos motoristas, Vilarinho, Samuel, Belido, João e Galba por serem amigos e estarem sempre disponíveis quando preciso.

Aos meus amigos da Universidade Rural, José Wilson, Valdeídes, João Pedro e Ana Paula Gomes de Castro, pela ajuda e amizade.

À secretária do LPP, Rita, pela presteza nos seus serviços.

À Graça, por manter sempre as salas limpas para a realização dos trabalhos.

## SUMÁRIO

Resumo.....	viii
Abstract.....	x
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	3
2.1. A goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> ).....	3
2.1.1. Taxonomia e Distribuição geográfica.....	3
2.2.1. Características botânicas.....	4
2.2.2. Importância Econômica.....	4
2.2. O gorgulho-da-goiaba <i>Conotrachelus psidii</i> .....	5
2.2.1. Danos à goiabeira.....	9
2.2.2 Controle.....	10
2.2.3. Comportamento Reprodutivo.....	11
2.2.4. Ritmo de atividade.....	12
2.2.5. Dimorfismo Sexual.....	12
2.3. Semioquímicos.....	13
2.4. Dispositivos Olfatométricos.....	15
3. Trabalhos.....	17
3.1. Técnica de Sexagem do Gorgulho-da-Goiaba, <i>Conotrachelus psidii</i> Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae).....	17
3.1.1. Resumo.....	17
3.1.2. Abstract.....	18



3.1.3. Introdução.....	18
3.1.4. Material e métodos.....	19
3.1.5. Resultados.....	20
3.1.6. Discussão.....	24
3.1.7. Resumo e Conclusões.....	25
3.1.8. Referências Bibliográficas.....	26
3.2. Ritmo de Atividade e Comportamento de Acasalamento do Gorgulho-da-Goiaba, <i>Conotrachelus psidii</i> , (Coleoptera: Curculionidae).....	29
3.2.1. Resumo.....	29
3.2.2. Abstract.....	30
3.2.3. Introdução.....	31
3.2.4. Material e métodos.....	32
3.2.5. Resultados.....	37
3.2.6. Discussão.....	41
3.2.7. Resumo e Conclusões.....	43
3.2.8. Referências Bibliográficas.....	43
3.3. Semioquímicos Envolvidos na Interação Gorgulho-da-Goiaba ( <i>Conotrachelus psidii</i> , Marshall) e a Goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> , L.).....	47
3.3.1. Resumo.....	47
3.3.2. Abstract.....	48
3.3.3. Introdução.....	48
3.3.4. Material e métodos.....	50
3.3.5. Resultados.....	54
3.3.6. Discussão.....	58
3.3.7. Resumo e Conclusões.....	60
3.3.8. Referências Bibliográficas.....	61
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

## RESUMO

SILVA FILHO, G.; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Maio, 2005; Semioquímicos envolvidos na interação gorgulho-da-goiaba (*Conotrachelus psidii* Marshall) - goiabeira (*Psidium guajava* L.). Orientador: Omar Eduardo Bailez. Conselheiros: Ana Maria Matoso Viana -Bailez, José Oscar Gomes de Lima, Mauri Lima Filho.

Este trabalho teve como objetivo verificar a existência de semioquímicos da planta hospedeira ou do próprio inseto, susceptíveis de serem utilizados como iscas em tecnologias de armadilhamento para monitoramento ou controle de *C. psidii*. Nos distintos experimentos foram utilizados insetos coletados num pomar de goiabas e posteriormente mantidos em laboratório, individualmente, em salas climatizadas. Foram realizados três experimentos: 1º- Método de sexagem para estabelecer uma técnica rápida e fácil de diferenciação de machos e fêmeas. Neste experimento gorgulhos foram agrupados e, na ocorrência de acasalamentos, os insetos foram observados e as fêmeas e os machos identificados. Posteriormente, os insetos foram sacrificados e a morfologia destes foi observada sob microscópio estereoscópico. 2º- Estudo do ritmo de atividade e comportamento de acasalamento para determinar o melhor momento para realização de testes em olfatômetro e a diversidade de sinais envolvidos no acasalamento. Para determinar o ritmo de atividade, quatro grupos de três casais foram filmados

durante 120 horas e as principais atividades foram analisadas com ajuda do programa "The Observer". O comportamento de acasalamento foi analisado através da observação de machos e fêmeas de *C. psidii* em duas situações: a) sem competição por parceiro sexual: uma fêmea + 1 macho e b) com competição por fêmeas: uma fêmea + 2 machos. 3º- Estudo de resposta olfativa para detectar atraentes susceptíveis de serem utilizados como iscas para captura de *C. psidii*. Este experimento foi realizado utilizando um olfatômetro em "Y". Utilizou-se as seguintes fontes de odor: folhas, botão floral, frutos jovens, goiaba madura, machos, fêmeas e fezes de *C. psidii*. Foram realizados testes com distintos insetos até obter 50 respostas (escolha do estímulo ou do controle) para cada fonte de odor. No primeiro experimento foram estabelecidas três diferenças morfológicas e uma do ponto de vista comportamental: i) As fêmeas apresentam o pronoto com pilosidade reduzida ou ausente e os machos densa pilosidade; ii) Os machos apresentam o último tergito abdominal (pigídio) parcialmente coberto pelo penúltimo e na fêmea este está totalmente coberto; iii) Nas fêmeas o primeiro esternito abdominal é fortemente convexo e com pilosidade reduzida. Nos machos este é ligeiramente côncavo e com abundante pilosidade; iv) Do ponto de vista comportamental foi constatado que os machos estridulam o abdome quando perturbados e as fêmeas não. No segundo experimento foi observada uma maior atividade dos insetos durante a escotofase. Nesta fase os insetos apresentaram principalmente atividade exploratória e reprodutiva. Em fotofase os insetos permaneceram mais tempo se alimentando ou em repouso. No acasalamento geralmente as fêmeas montam primeiro os machos. Durante a monta os machos palpam o abdome das fêmeas e podem emitir som através da estridulação do abdome. As fêmeas durante a cópula podem permanecer estáticas ou se locomoverem apresentando um balanço látero-lateral. No terceiro experimento os machos de *C. psidii* foram atraídos por odores emitidos do botão floral ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ) e ambos os sexos por odores das fezes dos próprios insetos ( $\chi^2=7,25$ ;  $p<0,01$ ). As fêmeas foram atraídas pelos extratos de fezes ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ) realizados com água e pentano. A atratividade observada em ambos os sexos por

odores das fezes sugere a existência de um feromônio de agregação produzido pelos machos e fêmeas de *C. psidii*.

### ABSTRACT

SILVA FILHO, G.; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; May, 2005; Semiochemicals involved in the interaction between the guava weevil (*Conotrachelus psidii*, Marshall) and its host plant (*Psidium guajava*, L.). Advisor: Omar Eduardo Bailez. Committee members: Ana Maria Matoso Viana - Bailez, José Oscar Gomes de Lima, Mauri Lima Filho.

The aim of this work was to detect host-plant or insect attractants that may be used in odor-baited traps for monitoring and/or controlling *Conotrachelus psidii*. The weevils used in the different experiments were collected in a guava orchard and maintained individually under laboratory conditions. The first experiment dealt with a sex differentiation method to facilitate the separation of males and females. In this experiment, weevils were grouped and, when mating occurred, insects were observed and females and males identified. Then these insects were killed and their morphology was observed and described under a stereoscopic microscope. In the second experiment, we studied the activity rhythm and mating behavior to establish the time of the day that weevils are more responsive to odors and to determine the diversity of *C. psidii* cues implicated in mating behavior. To study the activity rhythm, four groups of three pairs were filmed during 120 hours and their behavior was analyzed using the program "The Observer". The mating behavior was analyzed in two situations: a) without competition for sexual partners, i.e. one female + one male, and b) with competition for females, i.e. one female + two males. In the third experiment, we tested the olfactory responses of *C. psidii* using a "Y" olfactometer in order to detect attractants that may be used as bait in odor baited-traps. The sources of odor tested were leaves, floral buds, and ripe and unripe fruits of guava, as well as males, females and feces of *C. psidii*. Weevils were tested until responses (choice of stimulus odor or control) from fifty

individuals were obtained for each stimulus. In the first experiment, three morphological and one behavioral difference between males and females were detected: i) Males have the pronotum covered with hairs, whereas females have few or no hairs on the pronotum, ii) Males have the last abdominal tergite (pygidium) only partially covered by the penultimate, whereas in the female it is totally covered, iii) In the females, the first abdominal sternite is much more developed, convex, and with few hairs, whereas in the males this sternite is concave and with many hairs, iv) Males stridulate their abdomen when they were disturbed, a behavior not observed in females. In the second experiment, we observed that weevils were more active during the scotophase. In the dark, weevils showed mainly exploratory and mating behaviors, whereas during the light phase the weevils remained more time feeding and resting. During mating, females mount the males first. When males mount the females, they touch the tip of the female's abdomen with their legs and may stridulate their abdomen during this process. During copulation, females may stay put or walk swinging their body. The third experiment showed that males were attracted by floral bud odors ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ) and both sexes by odors from the feces of males and females ( $\chi^2=7,25$ ;  $p<0,01$ ). Water and pentane extracts of females and males feces were attractive to females ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ). The attractiveness by the feces odor suggests the existence of an aggregation pheromone produced by males and females of *C. psidii*.

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta originária da América Tropical, pertencente à família das Mirtáceas, que foi difundida por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pereira e Martinez Jr., 1986). No Brasil, a goiaba é uma das frutas tropicais mais conhecidas, principalmente, pelo seu ótimo paladar, elevado teor nutritivo e qualidade como matéria prima para indústria.

Os principais Estados responsáveis pela produção brasileira de goiabas são: São Paulo e Pernambuco que representam 70% do total produzido no Brasil, seguidos da Bahia, Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo (IBGE, 2002). A região Norte Fluminense no Estado do Rio de Janeiro, considerada historicamente como canavieira, apresentou nos últimos anos importantes projetos para aumentar a área cultivada da cultura da goiaba (SEBRAE RJ, 2003).

Uma das principais limitações na produção de goiabas são os danos ocasionados por pragas e doenças. As pragas, além de ocasionar danos diretos à planta, podem atuar como um veículo para entrada de patógenos. Dentre as principais pragas destaca-se o gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall. Esta praga foi descrita no início do século vinte, quando raras eram as goiabas que não apresentavam sinais de ataque deste inseto (Bondar, 1924). Desde então, vêm sendo constatados as conseqüências desta praga nos Estados de São Paulo, Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro (Sampaio, 1977; Medina, 1991).

Atualmente, o controle de *C. psidii* é realizado com aplicações freqüentes de inseticidas. Porém, essa forma de controle apresenta baixa eficiência e, além

disso, pode promover biótipos resistentes, morte de possíveis inimigos naturais, aumento da poluição ambiental e riscos de contaminação alimentar (Innocenzi et al., 2001; Hoffmann et al., 2004). Uma das formas de reduzir esses riscos seria a utilização do manejo integrado de pragas (MIP). O MIP é uma estratégia utilizada no controle de pragas, mediante a integração de técnicas selecionadas com base em parâmetros ecológicos e econômicos, interferindo o mínimo possível no agroecossistema (Kogan, 1998 *apud* Gallo et al., 2002).

Uma das ferramentas empregadas no MIP é a utilização de armadilhas iscadas com substâncias desencadeadoras de comportamentos, denominadas semioquímicos (Vilela e Della Lucia, 2001). Os semioquímicos estão sendo utilizados no monitoramento e controle de diversas pragas. Assim, feromônios dos insetos, aleloquímicos da planta hospedeira, ou ambos combinados, foram utilizados com sucesso no monitoramento de alguns curculionídeos. (Dickens, 1989; Rochat et al., 1991; Prokopy et al., 2003).

Semioquímicos que participam das interações inseto-inseto e inseto-planta podem ser constatados a partir de estudos comportamentais fundamentados em estímulos olfativos (Nordlund e Lewis, 1976; Vilela e Della Lucia, 2001). Estudos com essa finalidade têm sido realizados em coleópteros com a utilização de dispositivos olfatométricos. Estes dispositivos possibilitam aos insetos a escolha frente às distintas opções de odor (Rochat et al., 1991; Vilela e Della Lucia, 2001; Louzada, 2003).

Numerosos semioquímicos têm sido usados com sucesso no controle de curculionídeos, inclusive em espécies do gênero *Conotrachelus* (Prokopy et al., 2004; Leskey e Wright, 2004a,b). Na procura de tecnologias alternativas ao controle químico este trabalho teve por objetivo verificar, com base em estudos comportamentais, a existência de semioquímicos da planta hospedeira ou do próprio inseto susceptíveis de serem utilizados como iscas em tecnologias de armadilhamento destinadas ao monitoramento ou controle de *C. psidii*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A goiabeira (*Psidium guajava* L.)

#### 2.1.1. Taxonomia e Distribuição geográfica

O nome comum da goiaba em alguns países é semelhante ao do Brasil, por exemplo, na língua espanhola denomina-se *guayaba*, *goyave* em Francês, *guajava* em alemão e *guava* em inglês (Popenoe, 1934). Segundo Joly (1977), a goiabeira pertence à divisão Spermatophyta, subdivisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Myrtiflorae (Myrtales), subordem Myrtineae, família Myrtaceae, gênero *Psidium*.

O centro de origem da goiabeira encontra-se entre México e Peru e estende-se até o Brasil (Popenoe, 1934). Atualmente, esta espécie é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pereira e Martinez Jr., 1986). Nos outros continentes é cultivada principalmente no Norte e Sul da África, no Sudeste Asiático, Nova Zelândia e Austrália (Manica et al., 2000). A planta se desenvolve melhor em temperaturas em torno de 21°C sobre solos arenosos. Pode até prosperar em solos argilosos pesados, porém não se desenvolve em terras pantanosas ou encharcadas (Junqueira e Franco, 1975).



### 2.1.2. Características botânicas

A goiabeira quando plantada por sementes, apresenta um sistema radicular axial pivotante característico das dicotiledôneas, onde prevalece uma raiz principal com raízes laterais ou secundárias. Porém, quando plantada por estacas não apresenta uma raiz principal e o sistema radicular se ramifica de modo exuberante numa camada de 0-30 cm de profundidade (Manica et al., 2000).

O caule é do tipo tronco, lenhoso bastante ramificado, glabroso e sinuoso, com desenvolvimento em torno de 3,0 a 7,0 metros de altura. Contudo, devido às podas, são mantidos com 2,5 a 4,0 metros de altura (Manica et al., 1981). Quando estes envelhecem desprendem-se lâminas de casca, contendo taxas razoáveis de tanino (Pereira e Martinez Jr., 1986).

A floração acontece de setembro a novembro (em condições naturais) no início do período chuvoso, nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, que apresentam características climáticas semelhantes. O fruto da goiabeira é uma baga com um mesocarpo de espessura variável, textura firme e numerosas sementes. A maturação dos frutos acontece de janeiro a março (Pereira e Martinez Jr., 1986; Manica et al., 2000).

### 2.1.3. Importância Econômica

Os frutos de goiaba possuem grande aceitação pelo paladar e odor agradável, além do elevado teor em vitamina "C" (Medina, 1991), "A", tiamina, fósforo e ferro (Castro e Sigrist, 1991). Segundo Manica et al. (2000). Em algumas variedades se registra de 240–300 mg de ácido ascórbico/100g de frutas. Este valor supera em cerca de seis vezes o encontrado em cítricos, e perde apenas para acerola e caju.

Segundo Balbach e Boarim (1992), partes da goiabeira possuem propriedades terapêuticas. Os frutos contêm alguns princípios ativos tais como taninos, guavina, piridoxina, niacina, mirceno, borneol e  $\alpha$ -pineno. Algumas dessas substâncias estão sendo utilizados na prevenção de certos tipos de câncer (Agriannual, 2002).

Para o consumo *in natura* ou para industrialização a preferência no mercado interno é por frutos grandes e sem defeitos, de variedades de polpa

vermelha (Pereira e Martinez Jr., 1986; Zambão e Bellintani Neto, 1998). Entretanto, no mercado externo são valorizados os frutos de polpa branca ou amarelada (Manica et al., 2000).

A produção de goiaba no Brasil em escala industrial iniciou-se na década de 70 (Amaro, 1979). Esta produção foi direcionada para o mercado interno e externo na forma de fruta *in natura*, industrializada e desidratada (Choudhury, 2001). Na década de 90, o Brasil alcançou o terceiro lugar como produtor mundial de goiabas (Carraro e Cunha, 1997). No ano de 2000 com 14.000 ha plantados, liderava a produção mundial com 260.000 toneladas (AGRIANUAL, 2000). Em 2002 a produção brasileira teve um aumento considerável na área cultivada, de 2.000 ha, o que permitiu produzir cerca das 322.000 toneladas (IBGE, 2002). Os principais Estados produtores no Brasil são: São Paulo, Pernambuco (respondem juntos por mais de 70% da produção nacional), Bahia, Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo (IBGE, 2002).

A venda para o consumo *in natura* ocorre durante todo ano. Porém, com maior oferta no período de janeiro a março (Zambão e Bellintani Neto, 1998). No Norte do Estado do Rio de Janeiro, pouca quantidade da goiaba produzida destina-se ao consumo de mesa, pois a maior parte da produção é utilizada como matéria-prima em pequenas fábricas artesanais de doces. Embora exista uma expansão significativa do consumo de goiaba *in natura*, a maior parcela da produção é destinada à indústria de elaboração de doces, sucos e sorvetes (Pereira e Martinez Jr., 1986) e recentemente guatchup (ketchup de goiaba) (AGRIANUAL, 2002). Além das frutas frescas, quantidades importantes destes produtos industrializados são exportados (Manica et al., 2000).

## 2.2. Gorgulho-da-goiaba (*Conotrachelus psidii*)

A ordem Coleoptera com 350.000 espécies descritas é uma das mais importantes, devido ao grande número de espécies consideradas pragas agrícolas (Romoser e Stofollano, 1998). Dentre as famílias da ordem Coleoptera, Curculionidae é uma das famílias que apresentam o maior número de espécies descritas (Marinoni et al., 2001; Gallo et al., 2002).

Os insetos da família Curculionidae caracterizam-se por apresentar a cabeça prolongada em um rostro. O rostro é cilíndrico, um pouco alongado, podendo ser reto ou curvo, voltado sempre para baixo. O rostro possui sulcos

onde se alojam os escapos das antenas, as que se articulam no meio do rostro e são geralmente genículo-capitadas ou genículo-clavadas. No extremo do rostro encontra-se o aparelho bucal mastigador.

Os Curculionidae são essencialmente herbívoros tanto na forma jovem quanto na adulta, raras são as espécies fungívoras e detritivas (Marinoni et al., 2001). Realizam postura endofítica (Gallo et al., 2002) e atacam distintos órgãos das espécies hospedeiras (Bondar, 1925; Silva e Bastos, 1976).

Dentro da família Curculionidae, o gênero *Conotrachelus* Dejean, 1835 consta de, aproximadamente, 1000 espécies. Algumas destas espécies são exclusivamente neotropicais, que se distribuem desde a América Central à América do Sul (Bondar, 1941; O'Brien e Couturier, 1995; Rodríguez e Cásares, 2003). Segundo Fiedler (1940) *apud* Mendes et al., (1988), 600 espécies são descritas na América do Sul, as quais se desenvolvem em frutos de diversas plantas silvestres e cultivadas.

Os insetos adultos do gênero *Conotrachelus* emergem do solo à procura do hospedeiro, acasalam-se e ovipositam, segundo a espécie, em raízes, caules, brotações ou frutos, (Bodenham et al., 1976; Tedders e Payne, 1986; Rodríguez e Cásares, 2003). Depois da eclosão, as larvas alimentam-se de partes específicas da planta e quando completam o seu desenvolvimento, abandonam os frutos e se enterram-se no solo onde se transformam em pupas e posteriormente em adultos (Bondar, 1945).

Algumas espécies possuem a particularidade de utilizar, como hospedeiras, plantas de um só gênero botânico e às vezes de uma só espécie. Desta forma, com base na planta hospedeira, pode-se em ocasiões prever qual a espécie de *Conotrachelus* que se hospeda nela (Bondar, 1945; Rodríguez e Cásares, 2003).

Os gorgulhos do gênero *Conotrachelus* podem atacar sementes como, por exemplo, *C. neomexicanus* Fall em pinheiro (Bodenham et al., 1976) ou *C. aguacatae* Barber em abacate (Coria-Ávalos, 1999). Também podem atacar as raízes como, por exemplo, *C. glaber* Hustache e *C. phaseoli* Marshall em feijão (Rodríguez, 1988). Outras espécies atacam os caules como, por exemplo, *C. schoofi* Papp em pecan (Tedders e Payne, 1986) ou os galhos e brotos, *C. bondari* Marshall em pinha (Bondar, 1944), *C. denieri* em algodoeiro (Ávila e Degrande, 2001). No entanto, o estágio larval na maioria das espécies é

completado nos frutos do hospedeiro, tanto em regiões de clima temperado quanto de clima tropical.

Entre os gorgulhos do gênero *Conotrachelus* que atacam frutos em regiões de clima temperado destaca-se *C. nenuphar* Herbst. Esta espécie ataca ameixa (Jacklin e Yonce, 1970; Racette et al., 1991), maçã, pêra, cereja, marmelo, nectarina, damasco e pêssago (O'Brien e Couturier, 1995; Hoffmann et al., 2004). Outras espécies de importância econômica são *C. mamillatus* Boheman, que ataca níspero (Da Costa Lima, 1956), *C. retentus* Say, *C. fielderi* Bondar, *C. aequalis* Fiedler atacam noz preta (Couturier et al., 1992; Stamps e Linit, 2002) e *C. naso*, que ocasiona danos ao carvalho europeu e *C. posticatus* em noz (Gibson, 1964).

Nas regiões de clima tropical, além de algumas espécies de clima temperado como *C. nenuphar*, os principais representantes deste gênero são *C. humeropictus* Fiedler em cupuaçu (Mendes et al., 1988; D'Ávila Lopes, 2000; Thomazini, 2000), *C. eugeniae* em araçá (Cavalcante, 1976), *C. dubiae* O'Brien em camu-camu (O'Brien e Couturier, 1995) e *C. psidii* Marshall em goiabeira e araçazeiro (Silva et al., 1968; Orlando et al., 1974; Sampaio, 1975; Boscán de Martinez e Cásares, 1980).

O gorgulho-da-goiaba pertence à classe Insecta, subclasse Pterygota, ordem Coleoptera, subordem Polyphaga, superfamília Curculionioidea, família Curculionidae, subfamília Cryptorhynchinae, tribo Conotrachelini, subtribo Conotrachelina, gênero *Conotrachelus* (Silva et al., 1968; Gallo et al., 2002).

O inseto adulto é um besouro de, aproximadamente, 6 mm de comprimento por 4 mm de largura (Fig. 1), de coloração pardo escura. A longevidade do inseto adulto em condições de laboratório pode superar os 7 meses (Bailez et al., 2003). Depois de acasaladas as fêmeas realizam perfurações com o rostro nos frutos de goiabas ainda verdes (Fig. 1) e podem depositar até 15 ovos por dia. O ovo de *C. psidii* é de coloração branca leitosa e mede de 0,1-0,2 mm. Após a oviposição, a fêmea cobre os orifícios com restos provenientes da escavação do fruto e com suas fezes (Fig.2) (Sobrinho et al., 1998; Bailez e Viana, 2001; Gallo et al., 2002).

A larva eclode cerca de 4 dias após a postura e migra para o interior do fruto, alimentando-se da polpa e depois do arilo das sementes. As larvas podem alcançar seu máximo desenvolvimento (10 mm de comprimento, Figura 3) em apenas 16 dias. Após quatro instares, a larva abandona o fruto e penetra no solo,

onde permanece por um tempo variável de até 140 dias como pré-pupa até transformação em pupa. A pupa mede cerca de 6 mm de comprimento por 4 mm de largura (Fig. 3). A fase de pupa é relativamente curta, com 16 dias de duração em média. Posteriormente, o inseto adulto pode permanecer enterrado por várias semanas antes de abandonar o solo e reiniciar o ciclo (Orlando et al., 1974; Boscán de Martinez e Cásares, 1983; Bailez et al., 2003)

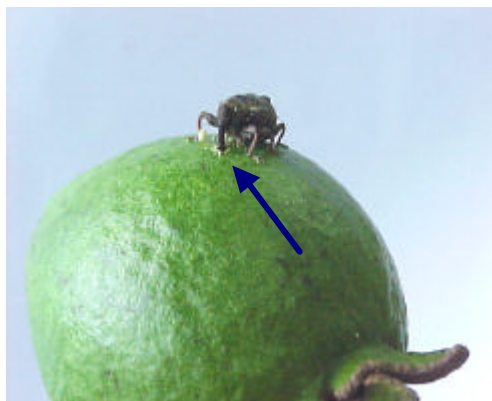


Figura 1. Fêmea escavando com seu aparelho bucal o orifício onde será depositado um único ovo.

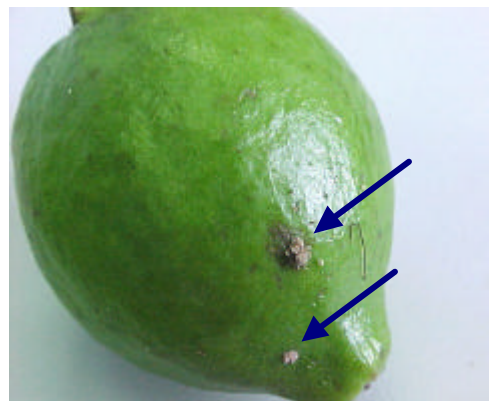


Figura 2. Cicatriz que apresenta um fruto novo 24 horas depois da oviposição.



Figura 3. Estágios de desenvolvimento de *C. psidii*. A - larva, B - pupa e C - adulto.

### 2.2.1. Danos à goiabeira

Os primeiros danos ocorrem quando os adultos do gorgulho-da-goiaba, recém emergidos do solo, alimentam-se dos botões florais ocasionando perfurações que podem prejudicar o desenvolvimento dos frutos ainda pequenos e diminuir a qualidade comercial do fruto maduro. Também atacam frutos jovens, maduros, pecíolos e pedúnculos. (Orlando et al., 1974; Sampaio, 1977; Boscán de Martínez e Cásares, 1980).

O principal dano ocorre quando as fêmeas de *C. psidii* ovipositam sobre frutos jovens. Neste caso, os frutos amadurecem precocemente ou podem cair sem completar o seu desenvolvimento (Pereira e Martinez Jr., 1986). Quando os frutos se aproximam do ponto de maturação, as larvas do gorgulho-da-goiaba alimentam-se apenas do aglomerado das sementes ou “arilo” desqualificando o fruto para consumo *in natura* e prejudicando o seu aproveitamento industrial. Os frutos maduros atacados apresentam externamente uma depressão endurecida com um ponto negro em cada local de oviposição e internamente a polpa e as sementes ficam enegrecidas na forma de uma podridão seca (Fig. 4) (Orlando et al., 1974; Sampaio, 1975; Boscán de Martínez e Cásares, 1983; Gallo et al., 2002).

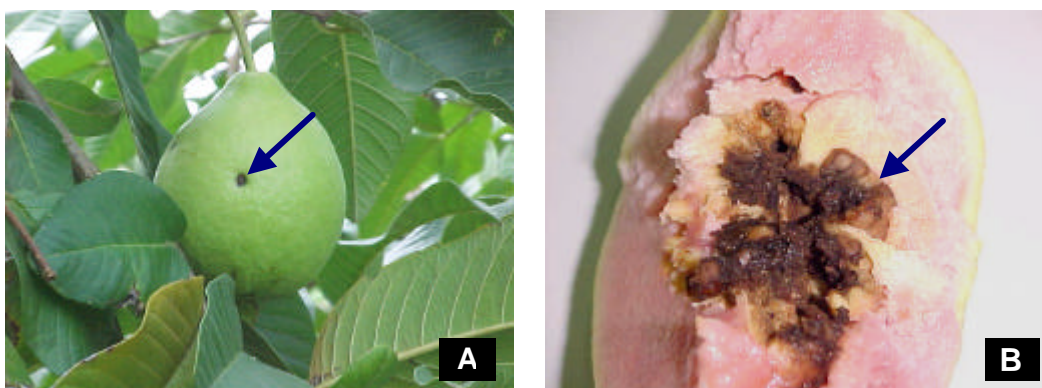


Figura 4. A – Cicatriz externa de oviposição (Ponto negro necrosado) de *C. psidii*, que com o crescimento do fruto gera uma grande depressão em torno do local de oviposição. B – Podridão seca da parte interna do fruto.

### 2.2.2. Controle

O controle do gorgulho-da-goiaba baseia-se em freqüentes aplicações de inseticidas. Os produtos recomendados nas aplicações são à base de paration metílico (Arruda Neto, 1972; Orlando et al., 1974; Lima e Racca Filho, 1996; Pereira e De Bortoli, 1997) e piretróides (Gallo et al., 2002).

No controle de outras pragas da família Curculionidae, são utilizados métodos alternativos ou complementares ao controle químico. Um dos métodos complementares é a utilização de inimigos naturais. Experimentos foram realizados para estabelecer a viabilidade deste método de controle com o parasitóide *Nealiohus curculionis*, sobre *C. nenuphar*. No entanto, a eficiência alcançada através deste método em condições de campo foi de apenas 5% (Laurence, 1994).

Outro método complementar ao uso de inseticidas é a catação e destruição dos frutos brocados sob a copa das goiabeiras e o ensacamento dos frutos em estágio inicial de desenvolvimento. Este método é utilizado com relativo sucesso para reduzir os efeitos dos ataques e a população do gorgulho-da-goiaba, entretanto, exigem um aumento na mão-de-obra e no gasto com materiais, o que pode aumentar o custo de produção da fruta (Gallo et al., 2002).

O controle comportamental, com a utilização de semioquímicos tem sido utilizado no monitoramento e na coleta massal. Armadilhas iscadas com semioquímicos foram utilizadas com sucesso na coleta do gorgulho-da-cana-de-açúcar, *Metamasius hemipterus* Linnaeus (Cerdeira et al., 1999), no controle da broca-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* (Jaffé et al., 1993; Gilblin-Davis et al., 1994, 1996), do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Dickens, 1989; Rochat et al., 1991), do gorgulho-da-pimenta, *Anthonomus eugenii* (Eller et al., 1994), do gorgulho-do-arroz, *Sitophilus oryzae* (Phillips et al., 1993; Tiglia et al., 1995), do gorgulho-da-batata-doce, *Cylas formicarius* (Jansson et al., 1992) e dos gorgulhos-dos-pinheiros, *Hylobius radicis* e *Pachylobius picivorus* (Hunt e Raffa, 1989), entre outros.

Em relação ao gênero *Conotrachelus*, Leskey e Prokopy (2000) utilizaram aleloquímicos do hospedeiro e feromônios do inseto com o objetivo de desenvolver um método de controle e/ou monitoramento do gorgulho-da-ameixa, *C. nenuphar*, obtendo respostas significativas no número de insetos coletados.

### 2.2.3. Comportamento Reprodutivo

O comportamento reprodutivo dos insetos pode ser caracterizado de forma geral em três seqüências básicas: o encontro do macho com a fêmea, a corte e o acasalamento (Atkins, 1980).

A atração entre o macho e a fêmea pode ser desencadeada por estímulos visuais, auditivos e/ou químicos (Alcock, 1998; Tronson, 2001).

A corte consiste basicamente em uma sucessão de atos comportamentais prévios ao acasalamento, efetuados na maioria dos casos pelos machos. Estes atos resumem-se em posturas e movimentos estereotipados do corpo, envolvendo estímulos visuais, químicos, acústicos e/ou táteis (Richard, 1974; Vanderbilt et al., 1998).

O acasalamento consiste basicamente na aceitação do macho pela fêmea, culminando na cópula (Richard, 1974; Matthews, 1982). A seqüência dos atos envolvidos neste comportamento, assim como o papel dos machos e fêmeas pode variar entre espécies.

Nos machos, o comportamento de corte e de acasalamento está direcionado basicamente à competição e exploração do investimento da fêmea. Um macho pode aumentar seu sucesso reprodutivo encontrando, copulando e fertilizando muitas fêmeas. O lucro potencial com o sucesso no acasalamento “seleção sexual” é alto, pois, a capacidade de os machos encontrarem parceiras encontra-se sob forte pressão seletiva. Assim, os machos podem entrar em disputas pelo acesso direto às fêmeas ou pelos locais por onde as fêmeas se deslocam (Krebs e Davies, 1996).

Alguns trabalhos para descrever o comportamento sexual de coleópteros foram realizados com Anobiidae (Coffelt e Burkholder, 1972), Scolytidae (Bartels e Lanier, 1974; Barr, 1969 *apud* Borden, 1976), Meloidae (Pinto, 1975), Chrysomelidae (Ward, 1981), Scarabaeidae (Otronen, 1988), Curculionidae (Louzada, 2003), Bruchidae (Silva et al., 2004), Cerambycidae (Crook et al., 2004). Em Curculionidae foram realizados com *A. grandis* (Cross e Michael, 1966), *Cosmopolites sordidus* (Viana e Vilela, 1996), *Rhynchophorus cruneatus* (Vanderbilt et al., 1998) e *Homalinotus coriaceus* (Sarro, 2002; Louzada, 2003).



No gênero *Conotrachelus* foi observado o comportamento sexual de *C. nenuphar*, por Johnson e Hays (1969). Em *C. psidii* este aspecto ainda não foi abordado na literatura.

#### 2.2.4. Ritmo de atividade

Os seres vivos, desde o aparecimento do planeta, estão sujeitos diariamente a ciclos de luz e escuro (dia e noite) e mudanças climáticas sazonais. Os insetos em sua maioria apresentam ciclos de atividade diária sazonais (Saunders, 1982).

O ritmo de atividade (ato executado por insetos perceptível ao universo sensorial humano) tem sido estudado em numerosos insetos. Por exemplo: o ritmo de atividade locomotora foi estudado em baratas (Harker, 1956; Roberts, 1960), grilos (Nowosielski e Patton, 1963), besouros (Lohmann, 1964 *apud* Beck, 1980), mosquitos (Taylor e Jones, 1969) e outros dípteros (Roberts 1956 *apud* Saunders, 1982).

Em curculionídeos são poucos os estudos que evidenciam ritmos circadianos. Comportamentos cíclicos são descritos por RoCHAT (1987) e Hernandez et al. (1992) em *Rhynchophorus palmarum*, Ferreira (1998) e Louzada (2003) em *Homalinotus coriaceus*.

No gênero *Conotrachelus* foi evidenciada a existência de ritmo circadiano no comportamento de *C. nenuphar* (Owens et al., 1982; Racette et al., 1991; Chouinard et al., 1991). Este aspecto não foi estudado em *C. psidii*.

#### 2.2.5. Dimorfismo Sexual

Um dos problemas freqüentemente enfrentados na realização do estudo da biologia, comportamento e ecologia de insetos é a diferenciação de machos e fêmeas. A maioria dos seres vivos apresenta diferenças morfológicas claras entre os sexos. Porém, em insetos às vezes deve-se recorrer à dissecação dos indivíduos, pois, morfológicamente, machos e fêmeas são iguais.

Alguns trabalhos sobre a morfologia externa têm sido realizados para sexagem em adultos de curculionídeos. Caracteres confiáveis para diferenciação de machos e fêmeas foram encontrados em *Anthonomus pomorum* (Duan et al., 1999), *A. rubi* (Innocenzi et al., 2002), *A. eugenii* (Eller, 1995), *Amerrhinus ynca* (Ribeiro et al., 2004), *C. sordidus* (Roth e Willis, 1963; Longoria, 1968), *H. coriaceus* (Sarro et al., 2004), *Spermologus rufus* (Barreto e dos Anjos, 1999) e *Sternechus subsignatus* (Rosado-Neto, 1987).

No gênero *Conotrachelus* foram estabelecidas diferenças sexuais para discriminar os sexos em adultos de *C. nenuphar* (Thomson, 1932), *C. neomexicanus* (Bodenham et al., 1976), *C. schoofi* (Teddens e Payne, 1986), porém ainda não foram determinadas características distintivas dos sexos em *C. psidii*.

### 2.3. Semioquímicos

As interações entre os seres vivos são basicamente mediadas por sinais químicos denominados semioquímicos (Nordlund e Lewis, 1976). Dicke e Sabelis (1988) utilizaram o termo infoquímico, enfatizando a diferença entre as substâncias que transportam informações e as toxinas e nutrientes. Os infoquímicos em seu contexto natural fornecem informações que possibilitam a comunicação entre indivíduos. Entretanto, as toxinas e os nutrientes podem carregar informações passivamente.

Os insetos são os organismos que mais utilizam substâncias químicas do meio ambiente para sobreviverem (Vilela e Della Lucia, 2001). O olfato é fundamental na defesa, na seleção de hospedeiros, na corte e no acasalamento, assim como na organização de atividades sociais (Dicke e Sabelis, 1988; Vilela e Della Lúcia, 2001). O conhecimento sobre o papel dos odores na interação entre insetos avançou a partir da década de 60, principalmente pelos trabalhos com semioquímicos em lepidópteros (Rochat, 1987).

Os infoquímicos, quando transportam informações entre indivíduos da mesma espécie, são denominados feromônios. Quando essa informação é utilizada por outra espécie os mediadores são denominados aleloquímicos. Em todas as interações mediadas por essas substâncias, pelo menos um dos organismos que interage é beneficiado (Dicke e Sabelis, 1988).

Segundo Karlson e Lüscher (1959), os feromônios são substâncias que quando liberadas por um indivíduo desencadeiam um comportamento no inseto receptor da mesma espécie. Desde a produção do Bombicol<sup>®</sup>, proveniente do bicho da seda *Bombix mori* (Butenandt, 1961 *apud* Passera, 1984), diversos feromônios têm sido produzidos em laboratório e estão sendo comercializados em praticamente todas as regiões do mundo para uso no controle e/ou monitoramento de pragas (Vilela e Della Lucia, 2001).

Muitos insetos utilizam compostos aromáticos das plantas hospedeiras como indicadores de locais de agregação (Bell, 1991, Lanier, 1983). Estes aromas além de atuar como aleloquímicos, podem sinergicamente aumentar a

ação de feromônios (Jaffé et al., 1993). Os insetos geralmente usam o artifício da agregação para garantir a alimentação, encontrar abrigo e favorecer a reprodução.

Quando os voláteis liberados pelos insetos provocam a concentração de ambos os sexos dos insetos, pode-se favorecer o aumento no número de acasalamentos. Estes voláteis denominam-se feromônios de agregação e podem ser produzidos por um ou ambos os sexos da espécie (Borden, 1984).

Na família Curculionidae foi verificada a existência de semioquímicos em distintas espécies. Assim, em *A. eugenii*, gorgulho-da-pimenta, foi constatado um feromônio sexual produzido pelos machos (Coudriet e Kishaba, 1988) e Hardee et al. (1967) verificaram a presença de feromônio sexual em *A. grandis*. Todavia, em foi comprovado o feromônio de agregação em *Pseudopiazurus papayanus*, broca-do-mamoeiro (Moreira et al., 2002) e em *H. coriaceus* (Lousada et al., 2002). Neste último caso o feromônio foi produzido tanto pelos machos quanto pelas fêmeas.

Feromônios de agregação produzidos pelos machos são utilizados com sucesso no monitoramento de espécies do gênero *Sitophilus*, tais como *S. oryzae*, *S. granarius* Linnaeus e *S. zeamais* Motschulsky (Phillips e Burkholder, 1981; Phillips et al., 1985).

Da mesma forma, armadilhas iscadas com feromônios de agregação são utilizadas no monitoramento e controle de algumas espécies pragas de palmeiras, pertencentes à família Curculionidae, tais como *Rynchophorus palmarum* Linnaeus em coco, *R. vulneratus* Panzer, *R. bilineatus* Montrouzier, *R. ferrugineus* Olivier, *R. cruentatus* Fabricius, *R. phoenicis* Fabricius, *Dynamis borassi* Fabricius, *M. hemipterus*, *Rhabdoscelus obscurus* Boisduval e *Paramasius distortu* Gemminger e Harold (Gilblin-Davis et al., 1996).

Em algumas ocasiões a resposta aos feromônios é mais acentuada quando estes são associados com caimônios vegetais (Gilblin-Davis et al., 1996). Em *Cosmopolites sordidus*, os adultos são atraídos com maior eficácia por voláteis liberados por machos, fêmeas e rizomas da bananeira (Viana, 1992).

Com relação ao gênero *Conotrachelus*, foram descritos semioquímicos em *C. nenuphar* (Leskey e Prokopy, 2000; Leskey et al., 2001; Prokopy et al., 2003, 2004). Segundo Butkewich e Prokopy (1993), esses gorgulhos são orientados por odores de folhas e do pedúnculo dos frutos da ameixa. Prokopy et al. (1995)

comprovaram a atração que exercem sobre este inseto os odores de ameixa selvagem e de maçã. Voláteis da ameixa como etil isovalerato e limoneno isoladamente tiveram também efeito atraente sobre eles (Leskey e Prokopy, 2000; Leskey et al., 2001). Armadilhas desenvolvidas para o monitoramento de *C. nenuphar* iscadas com semioquímicos têm apresentado boa eficiência na coleta deste gorgulho em pomares de ameixa (Prokopy et al., 1997), maçã (Prokopy et al., 2003, 2004) e pêra (Leskey e Wright, 2004a,b). Em pêra e maçã foi utilizado o ácido grandisóico (feromônio sexual sintético de machos de curculionídeos) combinado com limoneno e etil isovalerato ou benzaldeído (odores sintéticos do fruto do hospedeiro). O benzaldeído utilizado isoladamente em armadilha mostrou-se eficaz para capturar fêmeas do gorgulho-da-ameixa (Leskey e Wright, 2004b).

#### 2.4. Dispositivos Olfatométricos

Os dispositivos olfatométricos permitem medir a resposta de um indivíduo a uma ou várias fontes de odor. Bioensaios com estes dispositivos são essenciais para a determinar a eficiência de semioquímicos que atraem insetos. Existem diferentes tipos de dispositivos (túneis de vento, arenas e olfatômetros) que se adaptam aos hábitos de cada espécie estudada. O formato pode variar dentro de cada categoria. Os túneis de vento podem ser grandes ou pequenos, horizontais ou verticais dependendo das características do inseto testado. Assim também, uma arena pode conter uma ou quatro fontes de odor e variar na forma e no tamanho. O mesmo é observado nos olfatômetros (Cerde et al., 1996).

As arenas e os olfatômetros são dispositivos simples, que podem ou não possuir fluxo de ar e, geralmente, são utilizados para testes com insetos que caminham (Viana, 1992). Podem ser olfatômetros em “Y”, de quatro braços, vertical, de dupla e de múltipla escolha.

Olfatômetro “Y”, consiste em um tubo de vidro em formato de “Y”. Cada braço lateral do tubo é conectado a uma câmara que pode conter a fonte de estímulo ou o controle. O odor é arrastado desde estas câmaras até o braço principal por uma bomba a vácuo conectada ao braço principal. Este tipo de olfatômetro tem sido utilizado principalmente para estudar insetos caminhadores, mas também foi utilizado em ácaros e larvas de lepidópteros (Dicke et al., 1990, Collier, 1998; Moura et al., 1991). O princípio básico foi desenvolvido por Barrows (Vilela e Della Lúcia, 2001). O estímulo olfativo é

colocado no final de um dos braços menores e o controle no outro. O inseto é liberado no braço principal e a resposta ocorre quando o inseto desloca-se até o final de um dos braços secundários.

O olfatômetro de quatro braços é adequado para insetos pequenos, como parasitóides e afídeos (Noldus, 1988; Petterson, 1993). O olfatômetro funciona com vácuo, onde o ar é sugado pelo centro da arena. O estímulo é liberado por um dos braços e o controle no outro braço, mas, pode-se avaliar diferentes fontes de estímulos olfativos e combinações simultaneamente. O fluxo de ar deve ser igual para todos os braços do olfatômetro e o volume do ar depende de suas dimensões. Os insetos podem ser testados individualmente ou em grupo. As respostas são computadas pelo número de visita ou tempo gasto dos insetos em cada braço do olfatômetro.

O olfatômetro vertical opera na posição vertical. Pode ter fluxo de ar ou não. Quando não tem fluxo de ar o estímulo olfativo é difundido passivamente (Eiras et al., 1995). Este modelo de olfatômetro é mais apropriado para medir respostas olfativas à curta distância, na ausência de estímulos visuais.

Olfatômetro de dupla ou múltipla escolha consiste numa câmara de vôo, onde um grupo de insetos-teste é liberado. O estímulo é liberado num fluxo de ar horizontal ou vertical. Os insetos são capturados durante o vôo dentro de compartimentos na forma de funil colocados na trajetória da pluma de odor. É usado freqüentemente para avaliar a atratividade de semioquímicos a insetos voadores como mosquitos, mosca-das-frutas e caminhadores, como o percevejo, *Nezara viridula* (Lima et al., 1996; Borges, 1995).

Outros dispositivos olfatométricos desenvolvidos para medir resposta olfativa de insetos a odores foram desenvolvidos de acordo com a exigência do inseto em estudo (Hardee et al., 1967; Meer et al., 1979; Coudriet e Kishaba, 1988; Viana, 1992; Jaffé et al., 1993; Cerda et al., 1994; Cerda et al., 1999; Mathieu et al., 2001; Kramer, 1976).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. TÉCNICA DE SEXAGEM DO GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii* MARSHALL, 1922 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

##### RESUMO

Adultos de *Conotrachelus psidii* Marshall, gorgulho-da-goiaba, coletados num pomar comercial de goiaba em Praça João Pessoa no município de São Francisco do Itabapoana, RJ, foram individualizados e mantidos em laboratório com alimento. Diariamente foram formados grupos de 10 indivíduos e o comportamento dos insetos foi observado. Na ocorrência de acasalamentos, machos e fêmeas foram identificados. Gorgulhos de ambos os sexos (n=50) foram sacrificados e observados sob microscópio estereoscópico a 40x. Distintas partes da anatomia externa do gorgulho foram observadas: forma da cabeça, ponto de inserção da antena no rostro, comprimento do corpo, conformação dos térgos (tergitos) e esternos (esternitos) e coloração, comprimento e diâmetro do rostro. Foram encontradas três diferenças morfológicas entre machos e fêmeas de *C. psidii*. 1) As fêmeas apresentam a região anterior do pronoto com pilosidade reduzida ou ausente; 2) Os machos apresentam último tergito (pigídio) parcialmente coberto pelo penúltimo. Na fêmea este está totalmente coberto; 3) Nas fêmeas o primeiro esternito abdominal é bem mais desenvolvido, fortemente convexo e com pilosidade reduzida ou ausente. Do ponto de vista comportamental foi constatado que os machos estridularam o abdome e as fêmeas não.

##### ABSTRACT

## **SEX DIFFERENTIATION METHOD FOR THE GUAVA WEEVIL, *Conotrachelus psidii*, MARSHALL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

Adults of the guava weevil, *Conotrachelus psidii*, collected in a commercial orchard of guava in São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro, were individually caged and maintained in the laboratory with food and water. Every day, ten individuals were grouped in a box and their behavior was observed. When mating occurred, males and females were identified and killed to study their morphology under a stereoscopic microscope at 40x magnification. We observed the head shape, antenna insertion in the rostrum, body size, shape of the abdominal tergites and sternites and color, size and diameter of the rostrum. Three morphological differences between males and females were observed: 1) Females have hairs reduced number or no hairs in the anterior part of the pronotum, 2) The last tergite (pygidium) in males is only partially covered by the penultimate tergite, whereas in the females it is totally covered, 3) In the females, the first abdominal sternite is much more developed, convex, and with few or no hairs. We also observed that only males stridulate their abdomen when they are disturbed.

### **INTRODUÇÃO**

O gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall, é considerado uma das principais pragas da goiabeira pelos danos ocasionados principalmente nos frutos, mas também em outros órgãos da planta, como pecíolos, botões florais e pedúnculos (Orlando *et al.*, 1974; Sampaio, 1975; Medina, 1991).

O conhecimento da ecologia e do comportamento do gorgulho-da-goiaba é essencial para o melhoramento das técnicas de controle existentes ou para desenvolver técnicas de controle alternativo. Neste sentido, a detecção de caracteres morfológicos ou comportamentais que permitam a identificação do sexo dos insetos, evitando a perturbação destes durante os experimentos, o que aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos.

Na ordem Coleoptera existem numerosos exemplos de dimorfismo sexual. Na maioria das vezes as diferenças são válidas para todo o gênero, porém, às vezes o dimorfismo pode ser restrito a espécie (Moura, 2004).

Em curculionídeos, distintos caracteres morfológicos são utilizados para a identificação dos sexos. A inclinação do último esternito abdominal e o padrão de distribuição das pontuações no rostro são caracteres utilizados para sexagem de adultos de *Cosmopolites sordidus* (Roth e Willis, 1963; Longoria, 1968). A morfologia do penúltimo tergito é utilizada na distinção dos sexos de adultos de *Homalinotus coriaceus* (Sarro *et al.*, 2004), *Amerrhinus ynca* (Ribeiro *et al.*, 2004), *Conotrachelus nenuphar* (Thomson, 1932), *Conotrachelus schoofi* (Teddere e Payne, 1986), *Conotrachelus neomexicanus* (Bodenham *et al.*, 1976) e *Anthonomus pomorum* (Duan *et al.*, 1999). Em *Spermologus rufus* é utilizado o tamanho do corpo e comprimento do rostro (Barreto e dos Anjos, 1999); em *A. rubi* o espinho mesocoxal (Innocenzi *et al.*, 2002); o mucrone metatibial em *A. eugenii* (Eller, 1995) e a forma e estrutura das tíbias em *Sternechus subsignatus* (Rosado-Neto, 1987).

Este trabalho teve por objetivo detectar caracteres morfológicos externos ou comportamentais de fácil e rápida visualização, para serem utilizados na diferenciação sexual de adultos de *C. psidii*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de *C. psidii*, coletados num pomar comercial de goiabas em Praça João Pessoa no município de São Francisco do Itabapoana, RJ, foram mantidos em laboratório individualmente em caixas Gerbox<sup>®</sup> com alimento (10 x 10 x 5 cm). Diariamente foram formados grupos de 10 indivíduos e o comportamento dos machos e das fêmeas foi observado, para procurar atos comportamentais indicativos do sexo. Na ocorrência de acasalamentos, machos e fêmeas foram identificados. Após 50 gorgulhos de ambos sexos foram sacrificados por congelamento e distintas partes da anatomia externa destes foram observadas sob microscópio estereoscópico (*Nikon SMZ 800*) com um aumento de 40x.



Os aspectos morfológicos observados foram: forma da cabeça, ponto de inserção da antena no rosto; a forma, coloração, comprimento e diâmetro do rosto; o comprimento do corpo; conformação do tórax; térgos (tergitos) e esternos (esternitos) abdominais.

## RESULTADOS

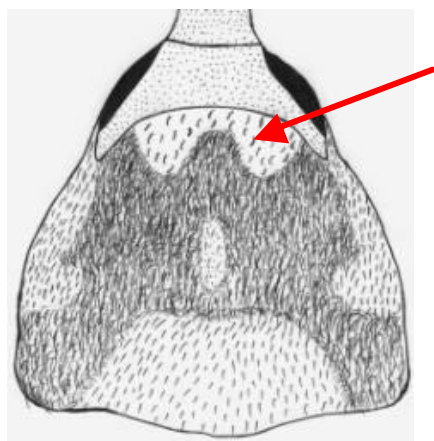
Evidenciaram-se em todos os insetos três características morfológicas que permitiram a diferenciação de sexos:

1) Na região superior do primeiro segmento torácico, próximo à cabeça (pronoto), os machos apresentam densa pilosidade. Nas fêmeas a pilosidade é reduzida ou ausente (Fig. 1).

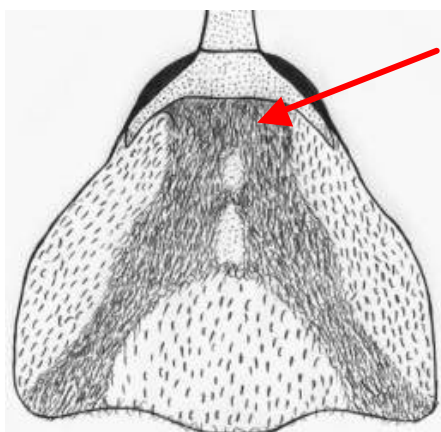
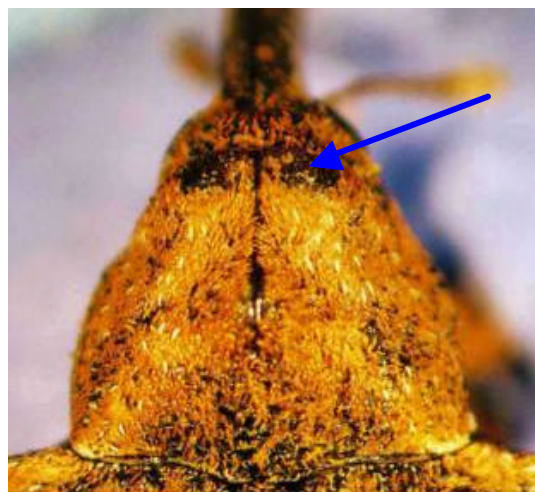
2) Na região superior abdominal debaixo do élitro, as fêmeas a apresentam o último segmento do abdome (pigídio) totalmente coberto pelo penúltimo, enquanto que nos machos o pigídio é parcialmente visível (Fig. 2).

3) O primeiro segmento do abdome da região ventral (esternito) das fêmeas é mais protuberante que o segundo, fortemente convexo e carece de pilosidade ou esta, se presente, é reduzida. Entretanto, nos machos este segmento é ligeiramente côncavo e com densa pilosidade (Fig. 3).

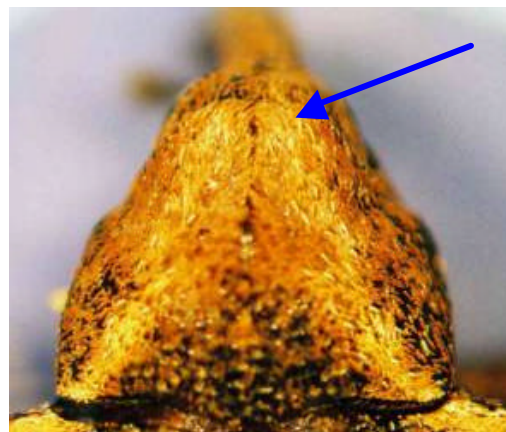
Pela observação do comportamento dos insetos todos os machos observados emitiram som por estridulação do abdome com o élitro. Esta emissão sonora foi audível sem necessidade de aparelhos de amplificação de som. A estridulação foi observada quando os machos se agrupavam durante os acasalamentos e, ainda, quando manipulados pelo experimntador sofreram leve pressão dorsal ou lateral no abdômen. As fêmeas não estridularam.



?

**A**

?

**B**

Desenho esquemático

Fotografia

Figura 1. Vista superior do pronoto de *C. psidii*. A) Pronoto da fêmea (?) apresenta redução ou ausência de pilosidade na região anterior próxima a cabeça (região clara no desenho e obscura na foto). B) Pronoto do macho (?) apresenta densa pilosidade (região obscura no desenho e amarela intensa na foto) .

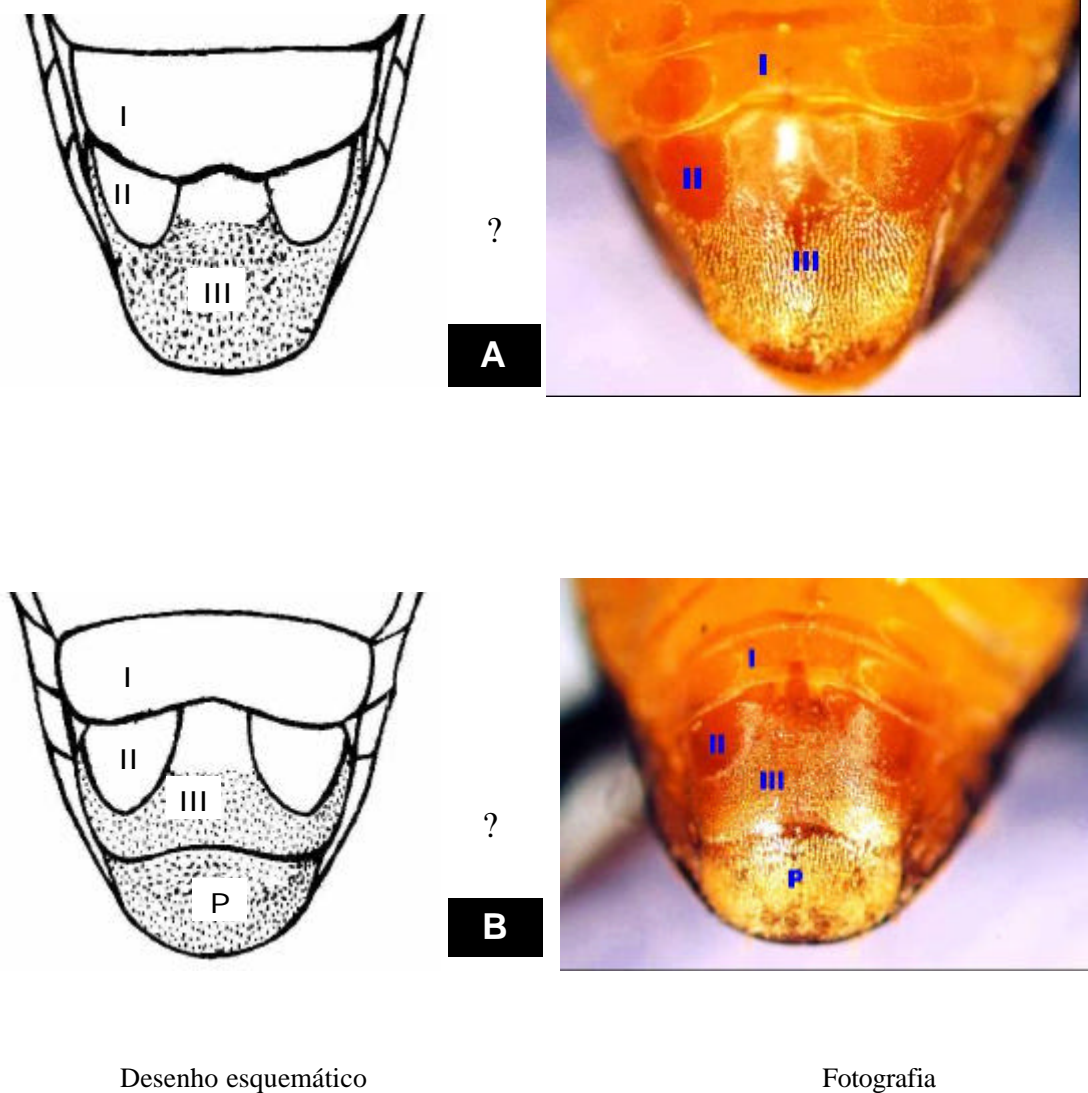
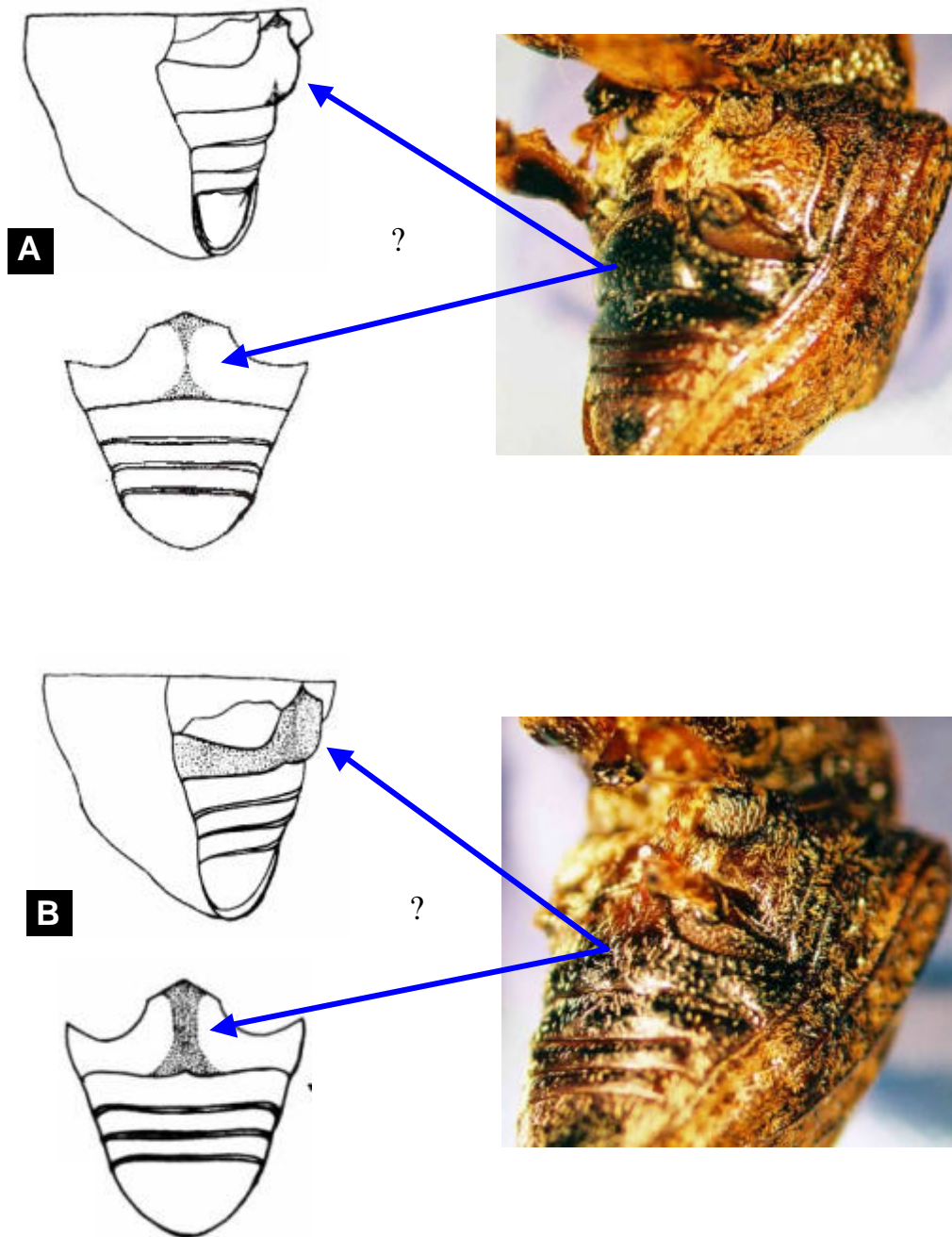


Figura 2. Vista superior dos tergitos abdominais localizados sob o élitro de *C. psidii*. I) Sexto tergito II) membrana do sétimo ou penúltimo tergito III) penúltimo tergito P) último tergito ou pigídio. A – penúltimo tergito da fêmea (?) cobre completamente o pigídio. B – penúltimo tergito do macho (?) cobre parcialmente o pigídio.



Desenho esquemático

Fotografia

Figura 3. Vista do primeiro esternito abdominal de *C. psidii*. A – Esternito da fêmea (?) convexo e com pilosidade reduzida. B – Esternito do macho (?) ligeiramente côncavo e com densa pilosidade.

## DISCUSSÃO

Dentre as características morfológicas constatadas, aquelas que permitiram a mais rápida e fácil identificação do sexo do gorgulho -da-goiaba, sem perturbar os insetos durante sua manipulação foram a diferença morfológica observada no primeiro esternito e a diferença de pilosidade presente na parte anterior do pronoto. A diferença de pilosidade entre sexos constatada no pronoto não foi descrita como característica distintiva de sexos em outros curculionídeos.

O dimorfismo constatado no primeiro esternito abdominal do gorgulho foi observado por Thomson (1932) em *C. nenuphar*, Bodenham et al. (1976) em *C. neomexicanus* e Tedders e Payne (1986) em *C. schoofi*. Uma característica similar foi observada por Ribeiro et al. (2004) numa praga do coqueiro, *Amerrhinus ynca*, pertencente a outro gênero da família Curculionidae. As fêmeas desta espécie apresentam os dois primeiros segmentos abdominais convexos.

A diferença morfológica entre machos e fêmeas observada no penúltimo tergito abdominal, também se mostrou eficaz na diferenciação dos sexos. Porém, esta característica, que é de fácil visualização, requer o deslocamento dos élitros para visualizar o abdome. Esta operação, mesmo que realizada cuidadosamente, pode ocasionar lesões ou alterações comportamentais nos insetos. Em outros curculionídeos, esta característica também é utilizada para diferenciação dos sexos como acontece em *Conotrachelus nenuphar* (Thomson, 1932), *C. neomexicanus* (Bodenham et al., 1976), *C. schoofi* (Tedders e Payne, 1986), *Anthonomus grandis* (Agee, 1964), *A. pomorum* (Duan et al., 1999), *A. ynca* (Ribeiro et al., 2004) e *Homalinotus corlaceus* (Sarro et al., 2004). Segundo Kashefi (1993), esse dimorfismo pode ocorrer em outras espécies de curculionídeos.

A emissão de som pela estridulação do abdome é também uma boa característica de diferenciação de sexos, pois é facilmente induzida mediante uma leve pressão dorsal ou lateral do abdome. Em outras espécies do gênero *Conotrachelus* como *C. nenuphar* a estridulação também pode ser observada após um leve toque no dorso do inseto (Gibson, 1967). Provavelmente este estímulo de contato acontece durante a corte ou nas disputas parceiro sexual.

A estridulação do abdome é uma característica observada em outros curculionídeos como, *Pissodes strobi* (Harman e Harman, 1972), *Smicronix fulvus*, *Smicronix sordidus*, (Hyder e Oseto, 1989) ou *Phrydiuchus tau* (Wilson et al.,

1993). Em algumas destas espécies a emissão sonora é produzida durante a monta e a cópula e por ambos os sexos. No nosso trabalho não foi observado estridulação nas fêmeas de *C. psidii*.

No gênero *Conotrachelus* foi registrada a emissão de som por estridulação em *C. naso*, *C. posticatus* e *C. carinifer* (Gibson, 1967). Em *C. nenuphar* foi constatado que os estímulos sonoros emitidos pelos machos atraem as fêmeas durante o comportamento de acasalamento. A emissão de som em Curculionidae é um sinal específico e pode atuar como sinal para a agregação de indivíduos da mesma espécie (Mampe e Neunzig, 1966; Gibson, 1967).

Na maioria dos insetos que apresentam emissão sonora os machos são dominantes na produção deste tipo de sinal. Para produzi-los há necessidade de alto consumo de energia, além do risco de predação (Bailey, 1991 apud Hirschberger, 2000). As fêmeas só emitem sons em resposta a um estímulo sonoro do macho ou no dueto como no comportamento de chamamento e resposta (Claridge, 1968).

Características morfológicas utilizadas por outros autores para distinção dos sexos em espécies de curculionídeos, como diâmetro, comprimento do rostro ou tamanho do corpo, mostraram-se inadequadas para diferenciação dos sexos do *C. psidii*, devido à alta variabilidade de tamanho entre indivíduos, ainda que do mesmo sexo. Essa heterogeneidade foi observada também por Thomson (1932) em *C. nenuphar*.

## RESUMO E CONCLUSÕES

O sexo dos adultos de *Conotrachelus psidii* pode ser facilmente diferenciado pela verificação da pilosidade do pronoto, tamanho e forma do penúltimo tergito abdominal e pela morfologia do primeiro esternito abdominal. Dentre estes três caracteres, a pilosidade do pronoto e a forma do primeiro esternito abdominal são as mais adequadas por apresentar confiabilidade e praticidade, não provocando danos nem alterando o comportamento dos insetos durante a verificação destas características.

A emissão de som por estridulação do abdome nos machos pode ser utilizada como uma característica suplementar que pode orientar na identificação do sexo à distância.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agee, H.R. (1964) Characters for determination of sex of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.* 57(1):500-501.
- Barreto, M.R., Anjos, N. (1999) *Spermologus rufus*, Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 23(2):804-809.
- 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). *Can. Entomol.* Ottawa 108:639-699.
- Claridge, L.C. (1968) Sound production in species of *Rhynchaenus* (= *Orchestes*) (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.* 120:287-296.
- Duan, J.J., Weber, D.C., Hirs, B.A., Dorn, S. (1999) A new character for sex differentiation of adults of *Anthonomus pomorum* L. *J. Appl. Entomol.* 123:319-320.
- Eller, F.J. (1995) A previously unknown sexual character for the pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Fla. Entomol.* 78(1):180-185.
- Gibson, L.P. (1967) Stridulatory mechanism and sound production in *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 60(1):43-54.
- Harman, D.M., Harman, A.L. (1972) Stridulatory mechanisms in the white pine weevil, *Pissodes strobi*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65:1076-1079.

- Hirschberger, P. (2000) Stridulation in *Aphodius* dung beetles: behavioral context and intraspecific variability of song patterns in *Aphodius ater* (Scarabaeidae). *J. Insect Behav.* 14(1):69-88.
- Hyder, D.E., Oseto, C.Y. (1989) Structure of the stridulatory apparatus and analysis of the sound produced by *Smicronix fulvus* and *Smicronix sordidus* (Coleoptera: Curculionidae: Eriirrhinae: Smicronychini). *J. Morph.* 201:69-84.
- Innocenzi, P.J., Hall, D.R., Cross, V.J., Green S.V. (2002) Sexing adults of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Appl. Entomol.* 126:159-160.
- Kashefi, J. (1993) A New Method for determining the Sex of Living Weevils. *Note of the Proc. Entomol. Soc. Wash.* 95(3):511-512.
- Longoria, A.G.G. (1968) Diferencias sexuales en la morfología externa de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), *Ciências, Série 4*, Habana, 1:11p.
- Mampe, C.D., Neunzig, H.H. (1966) Function of the Stridulating Organs of *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59:614-615.
- Marshall, G.A.K. (1922) Some injurious neotropical weevils (Curculionidae). *Bull. Entomol. Res.* 13:59-71.
- Medina, J.C. (1991) Cultura da goiaba, p.1-121. in J.C. Medina, J.V., Castro, J.M.M., Sigrist, Z.J., Martin, K., Kato, M.L., Maia, A.E.B., Garcia, R.S. e Leite, S.F. (eds), *Goiaba*. ITAL Campinas, ICEA Gráfica e Editora Ltda. 224p.
- Moura, L.A. (2004) Observações sobre o dimorfismo sexual em Galerucini neotropicals (Coleoptera: Chrysomelidae, Galerucinae). In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia, Hotel serra azul e Serrano em Gramado, RS de 05 a 10 de setembro*. p.634.



- Orlando, A., Sampaio, A.S., Carvalho, A., Sacaranari, H.J., Arruda, H.V. (1974) Notas sobre o Gorgulho das Goiabas *Conotrachelus psidii*, Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae), e experimentos de combate. *O Biológico*, (Brasil), São Paulo, 40(10):251-269.
- Ribeiro, T.S., Souza, R.M., Almeida, A.M., Viana-Bailez, A.M.M., Bailez, O.E., Moura, J.I.L. (2004) Dimorfismo sexual da broca-da-ráquis-foliar do coqueiro *Amerrhinus ynca* (Coleoptera: Curculionidae). *In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia, Hotel serra azul e Serrano em Gramado, RS de 05 a 10 de setembro*. p.634.
- Rosado-Neto, G. H. (1987) Dimorfismo Sexual e Distribuição Geográfica de *Sternechus subsignatus* Boheman, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) no Brasil. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 16(1):199-204.
- Roth, L.M., Willis, E.R. (1963) The humidity behavior of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 56:41-52.
- Sampaio, A. (1975) O gorgulho-da-goiaba tem agora um moderno controle. *Correio agrícola*, 2:20-21.
- Sarro, F.B., Crocomo, W.B., Ferreira, J.M.S. (2004) Aspectos da biologia e morfologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Neotrop. Entomol.* 33(1):007-012.
- Tedders, W.L., Payne, J.A. (1986) Biology, Life History, and Control of *Conotrachelus schoofi* (Coleoptera: Curculionidae) on pecans. *J. Econ. Entomol.* 79:490-496.
- Thomson, J.R.Jr. (1932) Sex differentiation of adults of *Conotrachelus nenuphar*. *J. Econ. Entomol.* 25:807-810.
- Wilson, L.M., Henry, C.S., Johnson, J.B., McCaffrey, J.P. (1993) Sound production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 86(5):621-630.

### **3.2. RITMO DE ATIVIDADE E COMPORTAMENTO DE ACASALAMENTO DO GORGULHO-DA-GOIABA, *Conotrachelus psidii*, Marshall (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).**

#### **RESUMO**

O ritmo de atividade foi estudado em 24 adultos de *Conotrachelus psidii*, gorgulho-da-goiaba, coletados em um pomar comercial de goiabas. Os gorgulhos foram separados em 4 grupos de 3 casais e colocados em caixas com água e alimento. Os gorgulhos foram continuamente filmados durante 120 horas com duas micro-câmeras acopladas a um computador e gerenciadas pelo programa Geovision GV 600. A sala de testes foi mantida a  $26 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 12:12h, claro-escuro, sendo a escotofase iniciada às 18 horas. O comportamento de acasalamento de *C.psidii* foi analisado através da observação de filmagens do comportamento de 30 machos e 20 fêmeas submetidas a duas situações experimentais: 1) sem competição por parceiro sexual: uma fêmea + 1 macho e 2) com competição por fêmeas: uma fêmea + 2 machos. Cada situação foi repetida 10 vezes. Depois de colocados na arena de observação (10 cm diâmetro) os insetos (um macho e uma fêmea ou dois machos e uma fêmea) foram filmados até 30 minutos após a cópula. Se não observados atos envolvidos no comportamento de acasalamento nos primeiros 60 minutos de observação os insetos eram substituídos. No experimento de ritmo de atividade foi observada maior atividade dos insetos durante a escotofase. Nesta fase os insetos

apresentaram principalmente atividade exploratória e reprodutiva. Os gorgulhos se locomoveram mais durante o intervalo entre 18 e 24 horas. Os acasalamentos aconteceram com maior frequência no intervalo entre 19 e 24 horas, com pico às 22 horas. No entanto, os acasalamentos também ocorreram durante a manhã e à tarde. Em fotofase, os insetos permaneceram mais tempo se alimentando ou em repouso. Houve dois picos de alimentação, um ocorreu logo no início da fotofase, às 6 horas, e o outro no início da tarde, às 12 horas. A menor atividade (maior tempo de repouso) foi registrada entre 7 e 8 horas e entre 15 e 16 horas. Nos acasalamentos geralmente as fêmeas montam primeiro os machos. Ao montar as fêmeas os machos em posição de cópula podem girar 180° para apalpar com as pernas a região distal do abdome da fêmea e depois retomar à posição de cópula. Durante a monta os machos podem emitir som através da estridulação do abdome e as fêmeas podem permanecer estáticas ou se locomoverem. Antes e no final da cópula, as fêmeas caminham apresentando um balanço látero-lateral. O tempo de cópula foi de, aproximadamente, 27 minutos. Depois das cópulas, na situação de competição por fêmeas, os machos podem reiniciar a monta quando outro macho se aproxima da fêmea.

**ACTIVITY RHYTHM AND MATING BEHAVIOR OF THE GUAVA WEEVIL,  
*Conotrachelus psidii* Marshall, (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) UNDER  
LABORATORY CONDITIONS**

**ABSTRACT**

The activity rhythm was studied with 24 adults of *Conotrachelus psidii* collected in a commercial orchard of guava. The weevils were separated in four groups of three pairs, each one placed in a separate box with food and water. The weevils were continuously filmed for 120 hours with two microcamera connected to a computer and controlled by the Geovision GV 600 program. The experimental room was maintained at  $26 \pm 2$  °C, 12:12h dark-light photoperiod, and scotophase beginning at 6 pm. Mating behavior of *C. psidii* was analyzed in two situations: 1) without competition for a sexual partner, i.e. one female + one male, and 2) with competition for females, i.e. one female + two males, each situation replicated 10

times. The insects (one male and one female or two males and one female) were placed in an observation arena (10 cm of diameter) and were filmed for up to thirty minutes after copulation was finished. When components of the mating behavior were not recorded in the first 60 minutes, the insects were replaced. The experiment of activity rhythm showed that weevils are more active during scotophase. In the dark, the weevils showed mainly exploratory and mating behaviors, walking more between 6 pm and 12 pm. Mating was more frequent between 7 pm and 12 pm, with the peak around 10 pm. However, the insects also mated during the morning and afternoon. During the photophase, the weevils remained most of the time feeding and resting. The lowest activity (more time resting) was registered between 7 and 8 am and between 3 and 4 pm. Two peaks of feeding were observed, one at 6 am, in the beginning of the photophase, and 12 am. When mating begins, females mount the males first. Later, when males mount females, they may turn 180° and touch the tip of the abdomen with their legs and then return to copula position. During mating, males may also stridulate their abdomen and females may walk or stay put. Immediately before and at the end of copula, females swing their body laterally while they walk. The average time of copula was 27 minutes. After that, in the competition for females situation, the males may restart to mount the female when another male approaches this female.

## INTRODUÇÃO

Os seres vivos estão sujeitos diariamente a ciclos de luz e escuro e a mudanças sazonais. Os insetos em sua maioria apresentam ciclos de atividade diária, desenvolvimento anual e, ainda, podem ser de hábito noturno, diurno ou crepuscular. Muitas das atividades fisiológicas e comportamentais dos insetos (locomoção, alimentação, acasalamento, oviposição, eclosão do adulto, etc.) são controladas por mecanismos exógenos (resposta a mudanças ambientais) ou endógenos (relógio biológico). Estes mecanismos possibilitam aos organismos distinguir o comprimento do dia e noite e atuar na regulação das atividades rítmicas (Saunders, 1982).

Os ritmos diários de atividade são oscilações biológicas em ciclos de 24 horas (circadiano), sincronizados pelo período claro e escuro (Marques e Marques, 1993). O ritmo biológico tem sido estudado em insetos com ampla variedade de enfoques. A atividade locomotora (relacionada à busca de alimento, parceiro sexual ou local de oviposição) foi estudada em baratas (Harker, 1956; Roberts, 1960), grilos (Nowosielski e Patton 1963) e besouros (Lohmann, 1964 *apud* Saunders, 1982; Louzada, 2003). O ritmo de vôo foi estudado em mosquitos (Taylor e Jones, 1969) e outros dípteros (Roberts, 1956 *apud* Saunders, 1982).

Em curculionídeos são poucos os estudos sobre ritmos circadianos. Rochat (1987) e Hernandez et al. (1992) em *Rhynchophorus palmarum*, Ferreira (1998) e Louzada (2003) em *Homalinotus coriaceus* evidenciaram ritmos circadianos de atividade no comportamento reprodutivo e alimentar. No gênero *Conotrachelus* (Owens et al., 1982; Racette et al., 1991; Chouinard et al., 1991) ritmos diários de atividade comportamental foram verificados na espécie *C. nenuphar*.

O comportamento reprodutivo tem sido estudado em alguns curculionídeos com o objetivo de contribuir para o estabelecimento de técnicas de monitoramento e controle mais eficientes. Estudos com este objetivo foram realizados em *Anthonomus grandis* (Cross e Mitchell, 1966), *Cosmopolites sordidus* (Viana e Vilela, 1996) e *Staminodeus vectoris* (Franz, 2003). No gênero *Conotrachelus*, o estudo sobre o comportamento de acasalamento tem sido estudado na espécie *C. nenuphar* (Johnson e Hays, 1969; McGiffen et al., 1987; Hoffmann et al., 2004). O comportamento de corte, monta, cópula e proteção de fêmeas ainda não foi estudado em *C. psidii*. Explorar estes aspectos do comportamento reprodutivo pode evidenciar a participação de feromônios mediando esse comportamento.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer se o comportamento alimentar e reprodutivo apresentam ritmos circadianos e descrever a seqüência de atos do comportamento de acasalamento de *C. psidii*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Insetos

Gorgulhos coletados num pomar comercial de goiabas localizado em Praça João Pessoa, município de São Francisco de Itabapoana, RJ, no mês de

novembro do ano de 2004 foram transportados ao Laboratório do Setor de Semioquímicos do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. No laboratório, os insetos foram separados por sexo e mantidos até a realização do experimento em caixas Gerbox<sup>®</sup> (10x10x5 cm) com alimento (goiaba madura). Os insetos foram mantidos a  $26 \pm 2$  °C, fotoperíodo de (12:12h) luz-escuro, com escotofase iniciada às 18 horas.

No experimento de ritmo circadiano foram utilizados doze casais distribuídos em quatro grupos de três casais. Cada grupo foi colocado numa arena de filmagem constituída por um recipiente cilíndrico de isopor de 7 centímetros de diâmetro com 10 centímetro de altura. Os recipientes possuíam nas laterais orifícios de ventilação protegidos com filó. No interior a arena foi revestida com um filme de poliéster para evitar escape de insetos (Fig. 1). Em cada arena foi colocado alimento (pedaço de goiaba madura), o qual foi trocado diariamente.

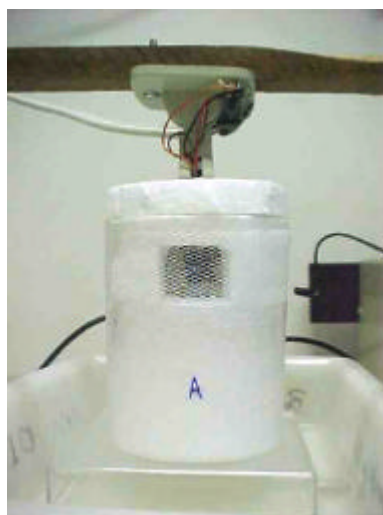


Figura 1. Arena de observação e micro-câmera para registro de imagens.

Para analisar o comportamento de acasalamento foram utilizados 50 insetos (trinta machos e vinte fêmeas). Os insetos foram filmados em duas situações: 1) sem competição por parceiro sexual: uma fêmea + 1 macho e 2) com competição por fêmeas: uma fêmea + 2 machos. Foram realizadas 10 repetições de cada situação. A filmagem dos insetos foi realizada em arena

constituída de recipiente de isopor de 10 cm de diâmetro por 2 cm de altura coberta por uma placa de Petri.

### Observação Comportamental

A análise do comportamento do gorgulho foi realizada mediante observação de imagens obtidas com a filmagem focal contínua dos insetos (Altmann, 1974). As filmagens foram realizadas com micro-câmeras cromáticas ou monocromáticas com luz infravermelha, para possibilitar filmagens durante escotofase, acopladas a um computador para digitalizar as imagens. O funcionamento das câmeras foi gerenciado através do programa de monitoramento de imagens "Geovision GV 600" (Fig. 2).

No experimento de ritmo de atividade os quatro grupos de 6 insetos foram filmados entre os dias 23 a 28 de novembro e 5 e 10 de dezembro de 2004. Os insetos de cada grupo foram filmados durante 120 horas.

Para analisar o comportamento de acasalamento os insetos foram filmados desde que colocados na arena de observação e até 30 minutos após o fim da cópula. Se não observados atos envolvidos no comportamento de acasalamento até uma hora depois do início das filmagens o grupo era substituído por outro.

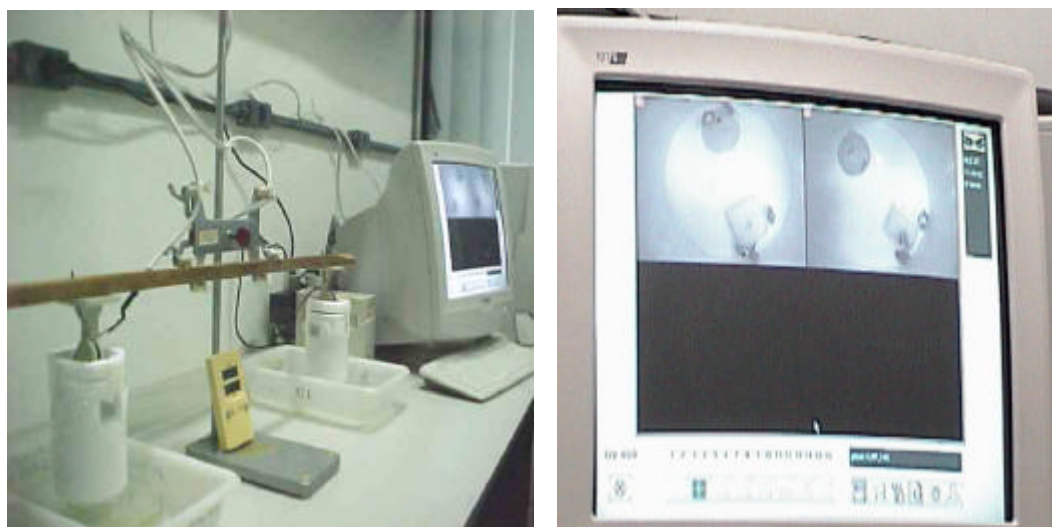


Figura 2. – Vista das arenas de filmagens e visualização das imagens em tempo real na tela do programa Geovision GV 600.

Após as filmagens, as imagens foram observadas e os atos comportamentais registrados com ajuda do Programa “The Observer 4.0” (Noldus, 1991). Este programa constitui uma eficaz ferramenta de análise comportamental, pois permite a aquisição de eventos comportamentais em tempo contínuo independentemente da velocidade de leitura das imagens (Bailez e Pham-Delegue, 1996). Para aquisição dos eventos comportamentais elabora-se uma configuração no próprio programa onde se estabelece um código (letra ou número) para cada evento comportamental (Quadro 1). A aquisição do evento se realiza quando se aperta no teclado do computador o código correspondente ao ato comportamental (Fig.3). A lista de eventos considerados na análise comportamental (Quadro 1) foi determinada a partir de um teste preliminar no qual insetos foram observados durante 4 dias a distintas horas do dia.

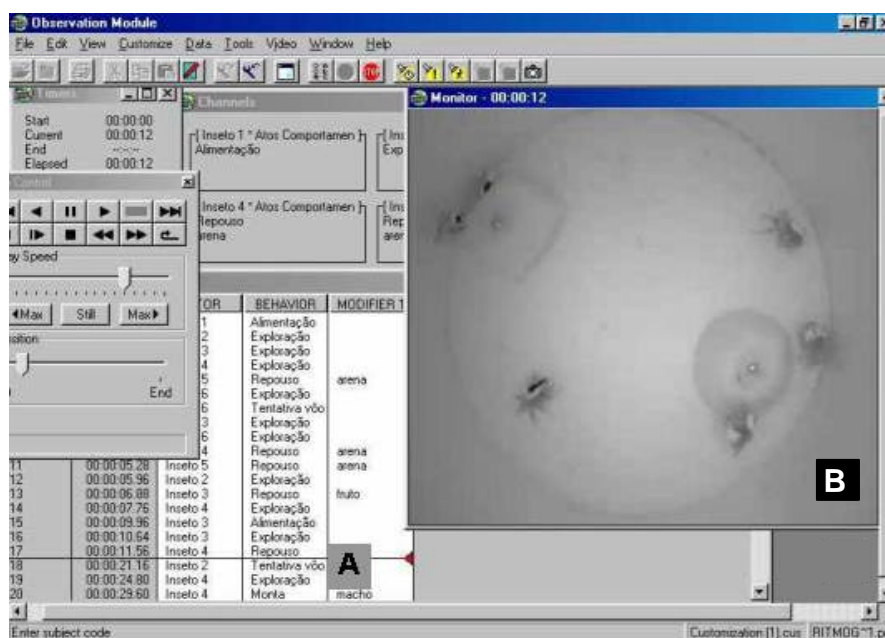


Figura 3. Vista da tela do programa The Observer durante a análise comportamental. A – Área de registro de eventos comportamentais; B - Área de observação da filmagem.



Os dados de tempos de ambos experimentos foram analisados por meio de ANOVA e a comparação de médias foi realizada mediante teste de Tukey.

Quadro 1. Descrição dos eventos comportamentais de *C. psidii*, obtidos dos arquivos de filmagem, durante as 120 horas ou cinco dias.

<b>Eventos Comportamentais</b>	<b>Código</b>	<b>Descrição dos comportamentos</b>
Exploração	e	Locomoção dos gorgulhos (ambos os sexos) sem direcionamento nem ritmos.
Fuga	f	Distanciamento de um gorgulho (qualquer sexo) frente a aproximação de outro.
Perseguição	p	Aproximação persistente a outro gorgulho.
Alimentação	a	Introdução o contato do rostro no alimento.
Repouso	r	Gorgulho inativo, sem movimento aparente.
Monta	m	Posicionamento de um gorgulho sobre o dorso de outro em atividade pré-copulatória.
Cópula	c	Ato durante o qual se introduz o edeago na genitália da fêmea.
Proteção	g	Quando após a cópula um macho continua sobre o corpo da fêmea ou se mantém em contato físico com esta dificultando a cópula por outro macho.
Tentativa de vôo	v	Ato de estender os élitros
Agressão	d	Ato de empurrar com o rostro o corpo de outro gorgulho.
Estridulação	s	Emissão de som através da fricção do abdome no élitro.
Tanatose	t	O inseto permanece imóvel com os apêndices junto ao corpo.

## RESULTADOS

Considerando o sexo, os machos foram mais ativos que as fêmeas ( $F_{1,718}=33,27$ ,  $p<0,05$ , Fig. 4). Os comportamentos responsáveis pela maior atividade foram o de acasalamento e de alimentação (Tabela 1).

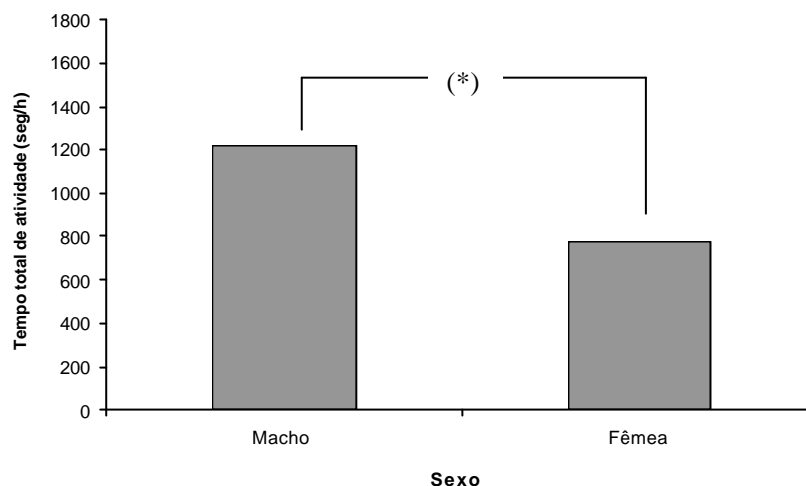


Figura 4. Tempo médio de atividade de machos (n=12) e fêmeas (n=12) de *C. psidii* expressada em segundos/hora.

(\* : diferença significativa  $p<0.05$ , ANOVA).

Tabela 1. Tempo médio dedicado a exploração, acasalamento e alimentação de machos (n=12) e fêmeas (n=12) de *C. psidii* expressado em segundos/hora.

Eventos comportamentais					
Sexo	Exploração	Acasalamento	Alimentação	Repouso	Total
Macho	538,15 (ns)	278,27 (*)	396,16 (*)	2386,38 (*)	3600
Fêmea	516,77	144,89	177,99	2735,96	3600
Valor de F	$F_{1,718}=0,16$	$F_{1,718}=07,30$	$F_{1,718}=26,27$	$F_{1,718}=19,32$	

(\* : diferença significativa  $p<0,05$ , (ns) diferença não significativa, ANOVA).

Apesar da diferença entre o nível de atividade de machos e fêmeas, ambos, apresentou maior atividade durante a escotofase ( $F_{1,718}=90,21$ ,  $p<0,05$ , Fig. 5). Isso é devido principalmente que durante a fotofase os insetos permaneceram a maior parte do tempo em repouso (Tabela 2).

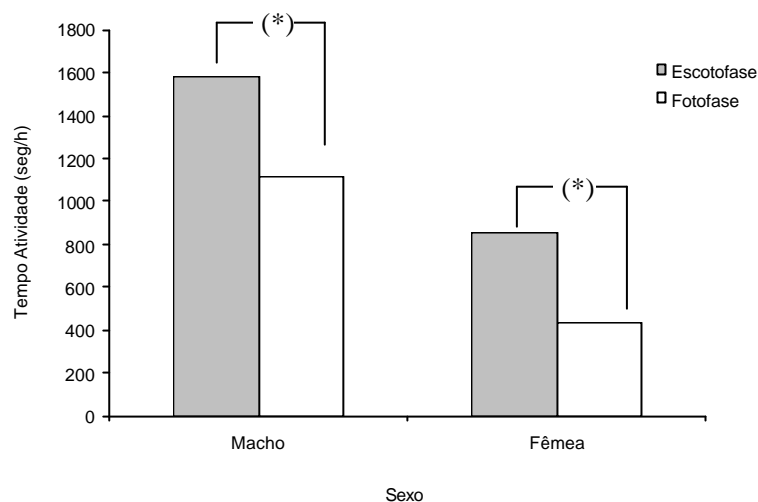


Figura 5. Tempo médio de atividade de machos (n=12) e fêmeas (n=12) de *C. psidii*, durante escotofase e fotofase expressado em segundos/hora. (\* : diferença significativa  $p<0,05$ , ANOVA).

Tabela 2. Tempo médio (segundos/hora) de exploração, acasalamento e alimentação dedicado por *C. psidii* durante fotofase e escotofase (n=24).

Eventos comportamentais					
Fotoperíodo	Exploração	Acasalamento	Alimentação	Repouso	Total
<b>Escotofase</b>	843,53	358,97	204,21	2175,58	3600
<b>Fotofase</b>	213,59	66,59	370,96	2948,86	3600
<b>Valor de F</b>	$F_{1,718}=179,28$	$F_{1,718}=36,09$	$F_{1,718}=15,30$	$F_{1,718}=106,21$	

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

Tanto em machos quanto em fêmeas, os picos de atividade exploratória foram observados entre as 18 e 24 horas.

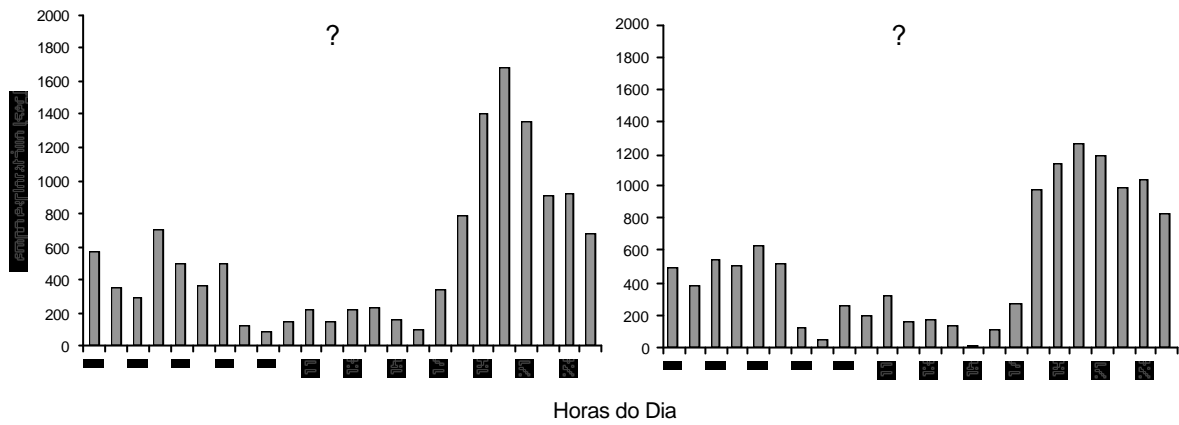


Figura 6. Tempo médio de atividade exploratória nas 24 horas do dia (em segundos) de machos (n=12) e fêmeas

Apesar do tempo dedicado à alimentação ter sido maior durante o dia em ambos os sexos, não foi observado um horário específico de alimentação (Fig. 7), sendo esta constatada nas distintas horas do dia.

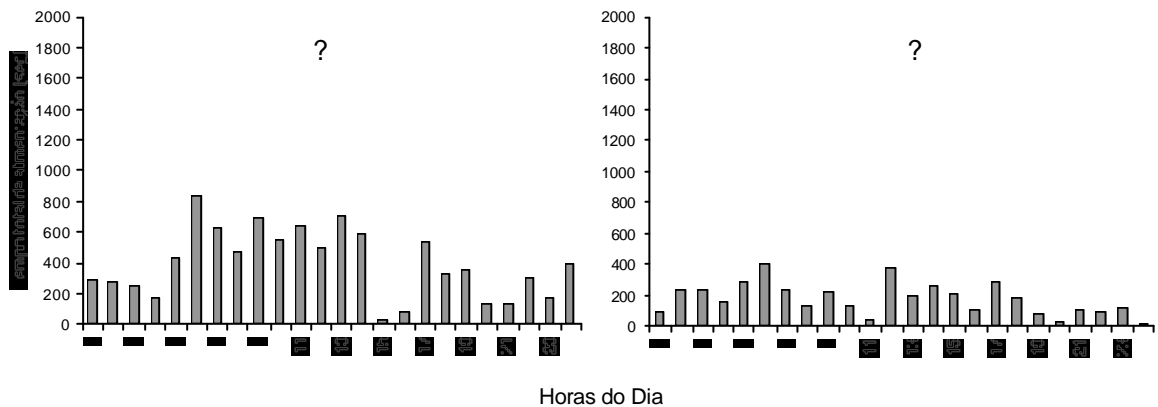


Figura 7. Tempo médio de atividade alimentar (segundos), nas 24 horas do dia, em machos (n=12) e fêmeas (n=12) de *C. psidii*.

A maior atividade ligada ao comportamento de acasalamento aconteceu durante escotofase. O tempo dedicado a este comportamento foi maior entre as 19 e às 24 horas, com um pico às 22 horas ( $F_{23,695}=2,70$ ,  $p<0.05$ ). Nos machos foram registrados, também, atos do comportamento de acasalamento em quase todas as horas de luz. Enquanto que às fêmeas só apresentaram atividade diurna às 9 e 11 horas (Fig. 8). Esta diferença se explica pela maior frequência de atos realizados pelos machos (fuga, perseguição, monta, agressão e proteção da fêmea) nos períodos em que os insetos não estão copulando.

Foi constatado que machos e fêmeas podem se acasalar mais de uma vez com o mesmo ou outros parceiros. Foram registradas cópulas durante 11 das 12 horas de escotofase e em 4 das 12 de fotofase.

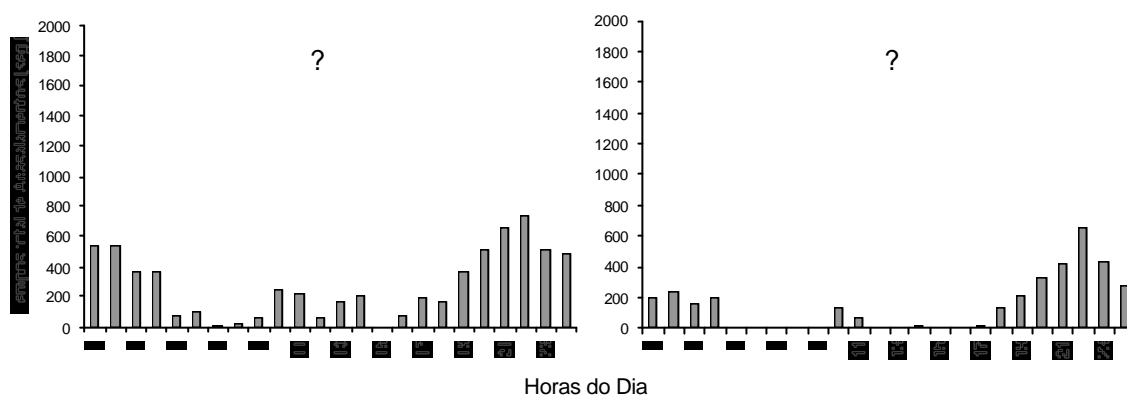


Figura 8. Tempo médio (em segundos) dedicado ao comportamento de acasalamento, nas distintas horas do dia, de machos ( $n=12$ ) e fêmeas ( $n=12$ ) de *C. psidii*.

No experimento de análise do comportamento de acasalamento observou-se que geralmente as fêmeas montam primeiro os machos e, em geral, só depois estes manifestam comportamento ativo de monta. Quando os machos montam, imediatamente tomam posição de cópula e realizam antenação na cabeça das fêmeas. Em ocasiões, o macho gira  $180^\circ$  sobre o corpo da mesma fêmea e palpa com o  $1^\circ$  par de pernas e antenas na região distal do abdome. Nestes casos, depois de alguns segundos o macho retorna à posição de cópula. Durante a monta pode ser verificada a emissão de som pelos machos através da

estridulação do abdome. As fêmeas durante a monta permanecem estáticas ou se locomovem. Neste caso podem apresentar balanço látero-lateral intermitente do corpo.

A cópula acontece depois que o macho fixa os dois últimos pares de pernas, por meio dos espinhos tibiais, ao élitro da fêmea. O primeiro par de pernas permanece, na maioria das observações, fixado ao pronoto ou suspenso sobre a cabeça da fêmea. Durante a cópula as fêmeas alternam momentos de repouso e locomoção. Antes da cópula finalizar, ao se locomover, as fêmeas apresentam balanceamento látero-lateral do corpo e empurram os machos com suas pernas medianas e posteriores.

Comparando as duas situações de teste, observou-se que as montas tiveram a duração de 7 e 19 minutos na situação de competição e sem competição, respectivamente. Porém, esta diferença não foi estatisticamente significativa. As cópulas em ambas situações de teste duraram aproximadamente 27 minutos (Tabela 3). Na situação de competição por fêmeas foi observado que os machos afastados depois do fim de cópula, em ocasiões reiniciaram a monta quando o outro macho aproximou-se da fêmea.

Tabela 3. Duração média (segundos  $\pm$  EP) da monta e da cópula de *C. psidii*.

Tratamentos	Duração (seg.)	
	Monta	Cópula
1 fêmea + 1 macho	1151 $\pm$ 277	1652 $\pm$ 584
1 fêmeas + 2 machos	472 $\pm$ 222	1562 $\pm$ 529

(ns; diferença não significativa,  $p < 0,05$ , Anova).

## DISCUSSÃO

O gorgulho-da-goiaba é mais ativo durante a escotofase, principalmente devido a maior atividade exploratória. Embora cópulas aconteceram em distintas horas da fotofase o comportamento de acasalamento aconteceu majoritariamente

na escotofase. Estes resultados são similares aos observados em outras espécies do gênero *Conotrachelus*, como em *C. nenuphar* (Smith e Flessel, 1968; Racette et al., 1991; Chouinard et al., 1993) ou em *C. perseae* e *C. aguacatae* por Coria-Àvalos (1999). Em outros Curculionidae, ex. *Rhynchophorus palmarum*, também foi observado hábito predominantemente noturno (Ferreira, 1998). A maior atividade noturna destes insetos pode ser uma estratégia para diminuir o risco de predação durante a exploração de um novo hospedeiro ou durante a procura de parceiro sexual.

Durante a fotofase os insetos permaneceram a maior parte da escotofase, a principal atividade foi o comportamento alimentar. Em outros Curculionidae (ex. *Homalinotus coriaceus*; Louzada, 2003) também foi evidenciado que atividade alimentar acontece principalmente durante a fotofase. *C. nenuphar*, passam também as primeiras horas do dia em repouso e o pico de alimentação aconteceu no fim da tarde (Owens et al., 1982; Chouinard et al., 1993).

O período de maior atividade de *C. psidii* foi observado das 18 às 24 horas, o que coincidiu aproximadamente com o período de maior ocorrência de acasalamentos, entre 20 e 24 horas. Portanto, o maior tempo de exploração registrado durante a noite pode ser consequência da procura pelo parceiro sexual. Esta situação ocorre em machos de *C. nenuphar* (Chouinard et al., 1994), encontrados freqüentemente explorando a planta durante a noite, provavelmente à procura das fêmeas. Num estudo de ritmo em *H. coriaceus* Louzada (2003) observou também que a maior exploração constatada no início do experimento estava relacionada ao maior número de acasalamentos que aconteceram durante os primeiros dois dias da experiência.

O comportamento de acasalamento de *C. psidii*, como acontece em outros curculionidae (*C. nenuphar*, Owens et al., 1982; *Cosmopolites sordidus*, Viana e Vilela, 1996) não apresentou uma seqüência rigidamente definida. Porém, foram freqüentes alguns eventos como a estridulação em machos, a palpação do abdome da fêmea, o balanço das fêmeas durante a monta e a procura dos machos pelas fêmeas.

Em outros Curculionidae, a estridulação aparentemente forma parte do cortejo (Mampe e Neunzig, 1966). A palpação realizada pelos machos de *C. psidii* durante a monta é comum em outros curculionídeos (Ex. *H. coriaceus*; Sarro, 2002 e *C. sordidus*; Viana e vilela, 1996). Este comportamento, como já foi constatado em Bruchidae (ex. *Zabrotes subfasciatus*, Silva et al., 2004), pode ser parte do cortejo que viabiliza a receptividade da fêmea para a cópula.

Quanto ao balanço látero-lateral da fêmea durante a monta e cópula, provavelmente, facilita a penetração e saída do edeago da genitália da fêmea, visto que esse comportamento aconteceu majoritariamente no início e fim da cópula.

A procura dos machos pelas fêmeas é um comportamento comum em outros curculionídeos. Em *A. grandis*, as fêmeas exibem um comportamento de corte muito ativo, que inclui a procura do macho com contatos semelhantes a uma disputa (Cross e Michael, 1966).

### RESUMO E CONCLUSÕES

O gorgulho-da-goiaba, *C. psidii*, apresenta maior atividade noturna devido principalmente ao comportamento exploratório e de acasalamento.

Durante a fotofase o inseto permanece a maior parte do tempo em repouso.

Machos e fêmeas se acasalam com mais de um parceiro e as cópulas acontecem tanto à noite quanto durante o dia.

Na seqüência de acasalamento as fêmeas montaram primeiro os machos antes das cópulas.

Durante a monta e a cópula os machos podem emitir som por estridulação do abdome

A duração média das cópulas foi de 27 minutos tanto na presença de um ou dois machos.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Altmann, J. (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*. 49:227-267.
- Bailez, O.E., Pham-Delangue, M.H. (1996) Analyse du comportement de butinage de l'abeille sur colza. *Actes Coll. Insectes Sociaux*. 10:153-156.
- Chouinard, G., Vincent, C., Hill, S.B., Panneton, B. (1991) Cyclic behavior of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae), within caged dwarf apple trees in spring. *J. Insect Behav.* 5(3):385-394.



- Chouinard, G., Hill, S.B., Vincent, C. (1993) Spring behavior of the plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) within caged dwarf apple trees. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 86:333-340.
- Chouinard, G., Hill, S.B., Vincent, C. (1994) Spatial distribution and movements of plum curculio adults within caged apple trees. *Entomol. Exp. Appl.* 70:129-142.
- Coria-Àvalos, 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 ziraquairetiro, michoacán, México. *Rev. Chap. Série Horticultura*, 5:313-318.
- Cross, W.H., Mitchell, H.C. (1966) Mating behavior of the female boll weevil. *J. Econ. Entomol.* 59(6):1503-1507.
- Ferreira, J.M.S. (1998) Pragas do coqueiro. In *Sobrinho, R.B., Cardoso, J.E., Freire, F.C.O. (eds), Pragas das fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Brasília-DF. Embrapa.* 87-118.
- Franz, N.M. (2003) Mating behaviour of *Staminodeus vectoris* (Coleoptera: Curculionidae), and the value of systematics in behavioural studies. *J. Nat. Hist.* 14:1727-1750.
- Harker, J.E. (1956) Factors controlling the diurnal rhythm of activity in *Periplaneta Americana* L. *J. Exp. Biol.* 33:224-234.
- Hernández, J.V., Cerda, H., Jaffé, K., Sánchez, P. (1992) Localización Del hospedero, actividad diaria y optimización de las capturas del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) mediante trampas inocuas. *Agron. Tropic.* 42(4):211-227.
- Hoffmann, E.J., Coombs, A.B., Whalon, M.E. (2004) Reproductive development of northern and southern strains of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 97(1):27-32.
- Johnson, A.W., Hays, S.B. (1969) Laboratory mating behavior of the plum curculio. *J. Econ. Entomol.* 62(2):438-440.

- Louzada, G.S. (2003) Semioquímicos envolvidos na interação broca-do-pedúnculo-floral do coqueiro *homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836 (Coleoptera: Curculionidae) e o coqueiro *Cocos nucifera* Linnaeus (Palmales: Palmae). Tese (Mestrado em Produção Vegetal)-Campos dos Goytacazes – RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 57p.
- Mampe, C.D., Neunzig, H.H. (1966) Function of the stridulating organs of *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59:614-615.
- Marques, N., Marques, M.D. (1993) Ritmos biológicos: O ciclo dia -noite rege todos os seres vivos? *Ciência Hoje.* 16(91):6-7.
- McGiffen, M.E. Jr., Meyer, J.R., Boyne, J.V. (1987) Physiological parameters of diapause and reproduction in the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Soc. Entomol. Am.* 80:284-287.
- Noldus, L.P.J.J. (1991) The Observer: a software system for collection and analysis of observational data. *Behav. Res. Meth. Instrum. & Comput.* 23:415-429.
- Nowosielski, J.W., Patton, R.L. (1963) Studies on circadian rhythms of the house cricket, *Gryllus domesticus* L. *J. Insect Physiol.* 9:401-410.
- Owens, E.D., Hauschild, K.I., Hubbell, G.L., Prokopy, R.J. (1982) Diurnal behavior of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) adults within host trees in nature. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75:357-362.
- Racette, G., Chouinard, G., Hill, S., Vincent, C. (1991) Activity of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) on apple trees in spring. *J. Econ. Entomol.* 84:1827-1832.
- Roberts, S.K. de F. (1960) Circadian activity in cockroaches. I. The free running rhythm in steady state. *J. Cell. Comp. Physiol.* 55:99-110.

- Rochat, D. (1987) Etude de la communication chimique chez un Coleoptere Curculionideo: *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Mariversiste Paris VI Institute Nacional Agronomique. Paris-Grignon (Dissertação de Mestrado)*.
- Sarro, F.B. (2002) Biologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836 (Coleoptera: Curculionidae). *Dissertação de mestrado* apresentada à UNESP - campus de Botucatu. 70p.
- Saunders, D.S. (1982) Circadian rhythms of activity in individual insects In: Saunders, D.S. (1982) *Insects clocks* (2ª eds) Pergamon press. 409p.
- Silva, M.S., Mendonça, F.A.C., Santana, A.E.G. (2004) Seqüência comportamental de corte e cópula do caruncho do feijão *Zabrotes subfasciatus* (Boh. 1833) (Coleoptera: Bruchidae). In: *XXV Resumos do congresso brasileiro de zoologia*, 8-13 fevereiro 2004, UNB, Brasília – DF, p.82.
- Smith, E.H., Flessel, J.K. (1968) Hibernation of the plum curculio and its spring migration to host trees. *J. Econ. Entomol.* 61:193-203.
- Taylor, B., Jones, M.D.R. (1969) The circadian rhythms of flight activity in the mosquito *Aedes aegypti* L.: The phase-setting effects of light-off. *J. Exp. Biol.* 51:59-70.
- Viana, A.M.M., Vilela, E.F. (1996) Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 25(2):347-350.

### 3.3. SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA INTERAÇÃO GORGULHO-DA-GOIABA (*Conotrachelus psidii*, Marshall) - GOIABEIRA (*Psidium guajava*, L.).

#### RESUMO

A resposta olfativa de *Conotrachelus psidii* a odores da goiabeira e do próprio inseto foi verificada em olfatômetro em “Y” para determinar a atratividade desses odores. Os testes foram realizados em sala com umidade, temperatura e luminosidade controladas. Foram utilizadas as seguintes fontes de odor: folhas, botão floral, frutos jovens, goiaba madura, gorgulhos machos e fêmeas e fezes destes. Estes estímulos foram apresentados individualmente e combinados. Foram realizados testes com distintos insetos até obter 50 respostas (escolha do estímulo ou do controle) para cada fonte de odor. Os machos de *C. psidii* foram atraídos por odores emitidos do botão floral ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ). Machos e fêmeas foram atraídos por odores das fezes dos insetos ( $\chi^2=7,25$ ;  $p<0,05$ ). A atratividade observada em ambos os sexos por odores das fezes indica a existência de um feromônio de agregação. Extratos de fezes realizados com água e pentano foram atrativos para fêmeas de *C. psidii*. Estes solventes, ao provocar respostas ao estímulo em 72 % e 70 % dos insetos respectivamente, mostraram-se apropriados para capturar e liberar odores das fezes.

## ABSTRACT

### SEMIOCHEMICALS INVOLVED IN THE INTERACTION BETWEEN THE GUAVA WEEVIL (*Conotrachelus psidii*, MARSHALL) AND ITS HOST PLANT (*Psidium guajava*, L.).

*Conotrachelus psidii* were tested in a “Y” olfactometer to determine the attractiveness of guava plant parts and guava weevil odors. The tests were carried out in a room with controlled conditions of light, humidity, and temperature. The odor sources tested were: leaves, floral buds, ripe and unripe fruits, as well as males, females and feces of *C. psidii*.

The odors were tested individually or combined. Insects were tested until fifty insect responses (choice of stimulus odor or control) were obtained for each stimulus. Males of *C. psidii* were attracted by floral bud odors ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ). In addition, males and females were attracted by odors of male and female feces ( $\chi^2=7,25$ ;  $p<0,05$ ). This attractiveness suggests the existence of an aggregation pheromone. Water and pentane extracts of feces were attractive to weevil females. These two solvents were efficient for capturing and releasing feces odors because the extracts elicited a response in 72 and 70% of the insects, respectively.

## INTRODUÇÃO

A goiaba é uma mirtácea originária da América Tropical de grande importância no comércio internacional e na economia doméstica de mais de 50 países tropicais e subtropicais (Menzel, 1985).

A produção de goiaba no Brasil em escala industrial iniciou-se na década de 70 (Amaro, 1979). No ano 2002 a produção brasileira teve um aumento considerável na área cultivada o que permitiu produzir cerca das 322.000 toneladas. Os principais Estados produtores no Brasil são: São Paulo, Pernambuco, Bahia, Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo (IBGE, 2002).

Um dos principais fatores limitantes desta cultura são os danos ocasionados por pragas. Entre estas, o gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii* Marshall, pode ocasionar danos em até 100 por cento dos frutos de pomares não

tratados (Orlando et al., 1974; Sampaio, 1975; Bóscan de Martinez e Cásares, 1983).

O controle do gorgulho-da-goiaba baseia-se em freqüentes aplicações de inseticidas (Lima e Racca Filho, 1996; Gallo et al., 2002). Sendo os produtos recomendados à base de paration metílico (Arruda Neto, 1972; Orlando *et al.*, 1974); fenthion (Orlando et al., 1974; Sampaio, 1975) e trichlorfon (Pereira e De Bortoli, 1997). O uso de inseticidas pode reduzir o número de frutos brocados por *C. psidii*, no entanto a inexistência de técnicas de monitoramento dificulta o controle eficaz da praga. Além disso, as aplicações freqüentes de inseticidas podem selecionar biótipos resistentes, ocasionam a morte de inimigos naturais e aumentam o risco de intoxicações ocupacionais e de consumo (Innocenzi et al., 2001; Hoffman et al., 2004).

Atualmente, em numerosas culturas são utilizadas variadas tecnologias de armadilhas para o monitoramento de pragas (Foster e Harris, 1997). Inclusive para outros curculionídeos já existem armadilhas que utilizam feromônios em combinação com aleloquímicos de plantas hospedeiras, como no caso da *Cosmopolites sordidus* (praga da bananeira, Tinzaara et al., 2003), *Rynchophorus palmarum* (praga do coqueiro, Jaffé et al., 1993) e *Sitophilus oryzae* (praga do arroz, Phillips et al., 1993). Armadilhas iscadas somente com feromônios são empregadas no monitoramento do gorgulho da batata doce (*Cylas formicarius*) (Jansson et al., 1992) e da pimenta (*Anthonomus eugenii*) (Eller et al., 1994). Também existem armadilhas iscadas somente com aleloquímicos da planta hospedeira para monitorar a presença de gorgulhos em florestas de pinos (*Hylobius sp.* e *Pachylobius sp.*) (Hunt e Raffa, 1989). No gênero *Conotrachelus*, substâncias químicas da planta e do inseto foram utilizadas com sucesso, como atraentes de *C. nenuphar*, tanto em laboratório como a campo (Prokopy et al., 1997, 2003, 2004; Leskey e Wright, 2004).

A verificação de semioquímicos envolvidos nas interações inseto-inseto e inseto-planta exigem estudos do comportamento fundamentados em estímulos olfativos. Para estes estudos geralmente utilizam-se dispositivos que permitem medir respostas a uma ou várias fontes de odores, tais como olfatômetros, túneis-de-vento, flores artificiais, dispositivos de extensão de probóscides, etc. (Bailez 1996). Estudos de orientação em coleópteros têm sido feitos utilizando-se

olfatômetros de tubos em Y, câmaras de escolha ou arenas onde o inseto tem duas ou mais fontes de odor como opção (Vilela e Della Lucia, 2001).

O uso de semioquímicos em armadilhas de captura permitiria monitorar o gorgulho-da-goiaba na cultura, o que possibilitaria, além de um controle mais eficiente do inseto, uma redução no número de aplicações de inseticidas. Isto permitiria melhorar a rentabilidade do produtor e reduzir sensivelmente a poluição ambiental. Sendo ainda possível um controle da praga através da captura massal.

Este trabalho foi realizado com a finalidade de verificar a existência de semioquímicos atraentes, que atuem na interação entre adultos de *C. psidii* e entre estes e a planta de goiaba.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Insetos

Os insetos utilizados nos bioensaios foram coletados nos meses de outubro a dezembro num pomar de goiabas, localizado em Praça João Pessoa no município de São Francisco de Itabapoana, RJ. Os gorgulhos depois de coletados eram sexados e mantidos individualmente em Gerbox<sup>®</sup> (10x10x5 cm) com alimento (goiaba madura cortada em pedaços) no Laboratório do Setor de Semioquímicos do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Aproximadamente 12 h antes da realização dos bioensaios, os insetos eram mantidos em jejum em um ambiente sem odores.

### Olfatômetro

O dispositivo olfatométrico utilizado foi um olfatômetro de duas vias similar ao utilizado em testes olfativos com outros curculionídeos (Rochat, 1987; Louzada, 2003; Ruiz-Montiel *et al.*, 2003). O olfatômetro era constituído de um tubo de vidro em "Y" de 1,5 cm de diâmetro, possuía um braço principal de 20 cm de comprimento e dois braços laterais de 15 cm. O arraste de odores no

olfatômetro foi provocado por um compressor. Um filtro de carvão ativado foi responsável pela purificação do ar que entrava no sistema. Do filtro o ar era conduzido até o lavador de gases (1.000 ml) contendo 500 mililitros de água destilada onde, por meio do borbulhamento, o ar foi novamente purificado e umedecido. O fluxo de ar utilizado nos testes foi regulado com ajuda de um fluxômetro, em 50 ml/s (Leitão *et al.*, 2003). As extremidades dos braços secundários do olfatômetro foram conectadas a câmaras de vidro (2l) contendo o estímulo olfativo ou ar puro como controle (Fig. 1).

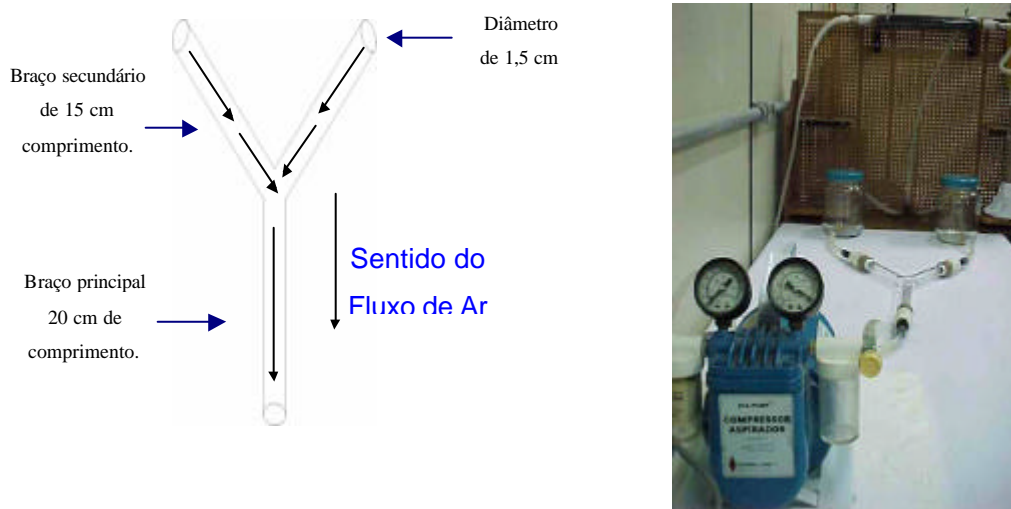


Figura 1. Esquema do tubo do olfatômetro de duas vias, modelo em “Y”, (Esq.).  
Foto do dispositivo olfatométrico (dir.).

#### Estímulos olfativos

As fontes de estímulos utilizadas foram: 1- folhas, 2- botão floral, 3- fruto jovem, 4- goiaba madura (goiaba com casca amarela), 5 - machos de *C. psidii*, 6- fêmeas de *C. psidii*, 7- fezes de machos e fêmeas de *C. psidii*. As combinações de estímulos e as quantidades utilizadas nos testes são descritas no Quadro 1.

As partes vegetais, utilizadas como estímulo olfativo, foram coletadas um dia antes da realização dos bioensaios e transportadas em caixa de isopor até o laboratório. Para reduzir a deterioração do material vegetal, este foi mantido em



geladeira a  $10 \pm 2$  °C e umidade relativa  $80 \pm 5\%$  até 30 minutos antes do início dos testes (Bleinroth, 1995).

Os gorgulhos utilizados como fontes de estímulo foram coletados uma semana antes da realização dos bioensaios. As fezes dos gorgulhos foram coletadas durante 48 horas sobre papel filtro (10 x 10 cm), depositado no fundo de uma caixa Gerbox® (10 x 10 x 5 cm) com alimento (goiaba madura) contendo 20 machos ou 20 fêmeas de *C. psidii*.

Quadro 1. Fontes de estímulos utilizados nos testes olfatométricos.

<b>Fonte de Estímulo</b>	<b>Quantidade do estímulo</b>
Folhas de goiaba	80 g
Frutos jovens	400 g
Goiabas maduras	400 g (equivalente a três goiabas médias)
Botão Floral	80 g
Machos	20 machos de <i>C. psidii</i>
Fêmeas	20 fêmeas de <i>C. psidii</i>
Machos + Fêmeas	20 indivíduos de cada sexo
Fezes	Fezes de 20 machos e de 20 fêmeas coletadas durante 48 h
Machos + Fezes	20 machos + Fezes de 20 fêmeas e 20 machos, coletadas durante 48 h
Fêmeas + Fezes	20 fêmeas + Fezes de 20 fêmeas e 20 machos, coletadas durante 48 h
Machos+ Fêmeas+ Fezes	20 indivíduos de cada sexo + Fezes de 20 machos e de 20 fêmeas coletadas durante 48 h
Fezes de Machos	Fezes de 20 machos de <i>C. psidii</i> coletadas por 48 h
Fezes de Fêmeas	Fezes de 20 fêmeas de <i>C. psidii</i> coletadas por 48 h
Todos os estímulos	Todos os estímulos combinados.

#### Bioensaios com odores da goiabeira e de *C. psidii*

Os bioensaios iniciaram às 8:00 horas e finalizaram às 13:00 horas. A cada dia 30 minutos antes do início dos bioensaios dez gorgulhos de cada sexo eram transferidos à sala de testes mantida a  $26 \pm 2$ °C,  $75 \pm 5\%$  UR e 250-300 lux (correspondente à luz ambiente com lâmpadas fluorescentes).

Após a colocação da fonte de odor nas câmaras de vidro, o compressor de ar era ligado. Com a estabilização do fluxo de ar (50 ml/s), um inseto era liberado no braço principal do olfatômetro. Foi considerada resposta quando os insetos

alcançavam o final de um dos braços secundários. A escolha e o tempo de teste foi registrado.

O tempo máximo de duração dos testes, baseado em experimentos similares com outros curculionídeos (*Homalinotus coriaceus*, Rochat, 1987; Louzada, 2003 e *Scyphophorus acunctatus*, Ruiz-Montiel et al., 2003) foi estabelecido em 5 minutos.

Foram realizados testes até obter a resposta de 50 insetos. Todos os estímulos eram testados diariamente em ambos os sexos e não se repetiram os insetos em testes com um mesmo estímulo.

A ausência de tendenciosidade na resposta, de efeitos no dispositivo olfatométrico ou na sala de experimentação foi determinada mediante um teste preliminar sem estímulo olfativo e com 50 insetos.

#### Bioensaios com extratos de odores

Este bioensaio foi realizado para confirmar a atratividade dos odores estabelecida no bioensaio anterior. Os extratos foram elaborados utilizando solventes de diferentes polaridades como água, pentano e diclorometano. Usando estes extratos como fonte de odor foram realizados testes em olfatômetro de acordo com a metodologia descrita no *item* anterior. Realizaram-se testes até obter 50 respostas de machos e fêmeas.

#### Análise dos dados

A proporção de respostas ao estímulo foi comparada com a proporção teórica mediante teste proporções de  $\chi^2$ . O tempo de resposta dos insetos às distintas fontes de estímulos foi analisado mediante ANOVA.

## RESULTADOS

### Bioensaios com odores da goiabeira e de *C. psidii*

As respostas dos insetos aos estímulos olfativos da planta são apresentadas na tabela 1. Nos machos o odor do botão floral provocou resposta significativamente diferente ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ). Os demais estímulos não evidenciaram resposta significativa em ambos os sexos,.

Tabela 1. Resposta de machos (n=50) e fêmeas (n=50) de *C. psidii* a estímulos olfativos da goiabeira.

Respostas ao odor					
Fontes de Estímulo	machos		fêmeas		
	n	(%)	n	(%)	
Botão Floral	35	70 *	25	50	
Folha	21	42	24	48	
Fruto Verde	33	66	32	64	
Goiaba Madura	30	60	29	58	
Todos	28	56	24	48	

(\*) – Diferença significativa  $p<0,05$  (Teste  $\chi^2$ )

Nos testes com odores dos insetos, tanto machos quanto fêmeas foram atraídos significativamente por odores das suas fezes ( $\chi^2=7,25$ ;  $p<0,05$ , Tabela 3). Entretanto, as combinações de odores de fezes e de insetos, não foram significativamente atrativas, apesar de apresentarem uma alta porcentagem de resposta (62% à 68%).

Tabela 3. Resposta de machos de *C. psidii* (n=50) a odores dos insetos.

Respostas ao odor				
Fontes de Estímulo	machos		fêmeas	
	n	(%)	n	(%)
Fêmea	24	48	25	50
Macho	25	50	32	64
Macho + Fêmea	28	56	20	40
Fezes de Machos+Fêmeas	39	78 **	39	78 **
Fezes de Fêmeas	41	82 **	37	74 *
Fezes de Machos	37	74 *	38	76 **
Fêmea + Fezes	29	58	34	68
Macho + Fezes	32	64	34	68
Macho + Fêmea + Fezes	32	64	31	62

(\*) – Diferença significativa  $p < 0,05$  (Teste  $\chi^2$ )

(\*\*) – Diferença significativa  $p < 0,01$  (Teste  $\chi^2$ )

Considerando a totalidade de testes efetuados, a porcentagem de insetos que responderam nos testes de olfatômetro foi elevada, já que considerando ambos os sexos a taxa de respostas dos insetos superou 80 % com todos os estímulos (Fig. 1).

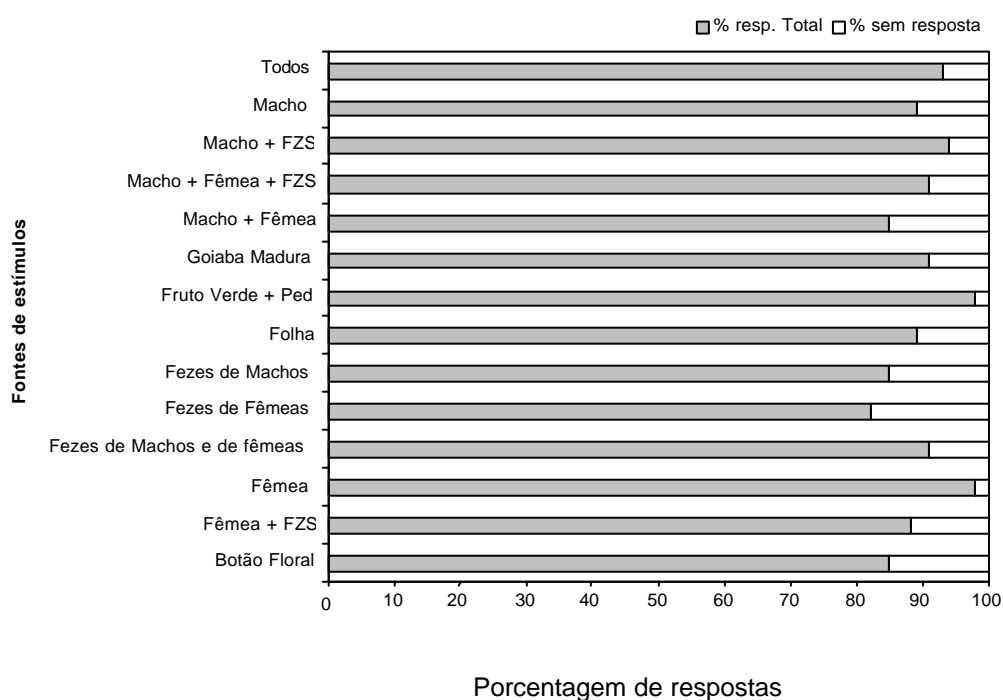


Figura 1. Porcentagem de resposta de *C. psidii* (ao odor + sem odor) em testes de olfâmetro com odores do inseto e da goiabeira.

O tempo que os machos e fêmeas demoraram em responder aos odores no olfâmetro foi em média menor a 2 minutos (Tabela 3). As fêmeas apresentaram uma resposta mais rápida ( $F_{1,1398} = 7,35$ ;  $p < 0,05$ ).

Tabela 3. Média de tempo (segundos $\pm$ EP) necessário para obter a resposta de machos e fêmeas de *C. psidii* em testes de olfâmetro a odores da planta e do inseto.

Sexo	Tempos de Resposta
Machos	97,7 $\pm$ 2,68
Fêmeas	88,0 $\pm$ 2,35

Ao considerar os tempos de resposta de cada estímulo observou-se que os que os estímulos com taxas de resposta mais altas (Tabela 2), ou seja, as fezes de machos, de fêmeas e de ambos, apresentaram os menores tempos de

resposta ( $F_{13,1398}=3,28$ ;  $p<0,05$ , Tabela 4). Em contrapartida o tempo de resposta mais longo correspondeu a fonte de estímulo folhas que provocou a menor porcentagem de atratividade entre as fontes de estímulos testados (Tabela 1).

Tabela 4. Tempo médio de resposta (segundos) de *C. psidii* (ambos os sexos,  $n=50$ ) às distintas fontes de estímulos testados nos testes de atratividade.

Fontes de Estímulo	Tempos de Resposta		
Fezes de Fêmeas	68.3	a	
Fezes de Machos	77.0	a	b
Fezes de machos + fêmeas	81.0	a	b
Todos estímulos	89.7		b c
Macho	90.0		b c
Fruto Jovem	90.5		b c
Goiaba Madura	91.9		b c
Macho + FZS	94.2		b c
Fêmea + FZS	94.7		b c
Fêmea	98.0		b c
Macho + Fêmea + FZS	100.7		b c
Botão Floral	102.6		b c
Macho + Fêmea	107.7		b c
Folha	113.7		c

**MÉDIAS NA COLUNA SEGUIDAS DA MESMA LETRA NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE PEL O TESTE DE TUKEY,  $P<0,05$ .**

#### Bioensaios com extratos

Os extratos foram preparados com fezes de machos e fêmeas de *C. psidii* por serem estímulos que provocaram resposta significativa nos testes de olfatômetro. As fezes foram coletadas em papel de filtro colocado num recipiente no qual eram mantidos vinte insetos machos e vinte fêmeas durante 48 horas.

A extração de voláteis foi feita com diclorometano, pentano e água por imersão do papel filtro com fezes, em 50 ml dos solventes durante 48 horas. Os extratos foram concentrados através de evaporação com nitrogênio e armazenados em congelador até sua utilização. Prévio a realização dos testes os extratos secos foram diluídos em 5 ml de cada solvente.

Nos testes 1 ml do extrato foi colocado num chumaço de algodão numa das câmaras de odor e 1 ml do solvente na outra (controle). Os testes no olfatômetro iniciaram-se depois de 10 minutos para permitir a total evaporação do solvente.

As fêmeas responderam significativamente ( $\chi^2=4,17$ ;  $p<0,05$ ) aos extratos de fezes feitos com pentano e água (Tabela 5).

Tabela 5. Resposta de *C. psidii* (n=50) aos extratos de fezes de machos e fêmeas, extraídos com distintos solventes.

Respostas aos Extratos				
Solventes	Machos		Fêmeas	
	n	(%)	n	(%)
Diclorometano	27	54 *	30	60
Pentano	29	58	35	70 *
Água	23	46	36	72 *

(\*) – Diferença significativa  $p<0,05$  (Teste  $\chi^2$ )

## DISCUSSÃO

A alta percentagem de respostas a fontes de odor naturais (superior a 80 %) ou a extratos destes estímulos (superior a 70 %) permite afirmar que o dispositivo olfatómico em “Y” utilizado neste trabalho mostrou-se adequado para avaliar a resposta olfativa de *C. psidii*. Dispositivos similares foram utilizados com sucesso na avaliação de resposta a odores em outros coleópteros como *S. acupunctatus* (Ruiz-Montiel et al., 2003), *H. coriaceus* (Louzada, 2003) e *Hypocryphalus mangiferae* (Silva et al., 2002).

A atratividade de odores de partes da planta hospedeira ou do próprio inseto foi constatada em numerosas espécies de curculionídeos. *Cosmopolites sordidus* é atraído por rizoma da bananeira (Tinzaara et al., 2003), *R. palmarum* por caule de dendê (Rochat et al., 1991; Moura et al., 1989; Jaffé et al., 1993), *M.*

*hemipterus* por caule de cana-de-açúcar (Cerda et al., 1999), *H.coriaceus* por pedúnculo floral (Louzada, 2003) e *C.nenuphar* por pedúnculo do fruto (Butkewich e Prokopy, 1993; Prokopy et al., 1995; Leskey e Prokopy, 2000; Leskey et al., 2001). A atração que botões florais exercem sobre os machos, observada neste trabalho, pode ser determinada pelo fato desta parte da planta formar parte da dieta destes insetos. Machos alimentando-se de botões florais foram observados durante a realização deste trabalho, tanto no campo quanto em condições de laboratório. Por outro lado, é durante a floração que acontece uma importante liberação de voláteis produzida pela planta para atrair polinizadores. Desta forma a presença de botões florais coincide com o momento em que a planta se torna mais conspícua do ponto de vista olfativo. Em *C. nenuphar* a migração para a planta hospedeira é sinalizada por esta fase fenológica (Lafleur e Hill, 1987).

A atração verificada em machos e fêmeas pelos odores das fezes de ambos os sexos sugere a existência de um feromônio de agregação que pode ser liberado tanto pelos machos quanto pelas fêmeas de *C. psidii*. Dentro da própria família Curculionidae já foi constatada em numerosas espécies a existência de feromônio de agregação. Feromônio de agregação já foi identificado em *S. acunpunctatus* (Ruiz-Montiel et al., 2003), *A. rubi* (Innocenzi et al., 2001), *R. cruentatus* (Vanderbilt et al., 1998), *R. palmarum* (Rochat et al., 1991; Jaffé et al., 1993), *Paramasisus distortus* (Cerda et al., 1996,1999), *C. sordidus* (Tinzaara et al., 2003), etc. Em todos estes casos quem emite o feromônio é o macho. Em outras famílias da ordem Coleoptera pode ser a fêmea que, exclusivamente, libera o feromônio de agregação (*Trypodendrum lineatum* e *Scolytus amygdali* (Scolytidae), Borden et al., 1979; Ben-Yehuda et al., 2002). Feromônio de agregação liberado por ambos os sexos também foi constatado em *Metamasius hemipterus* (Castrillo et al., 1995, Perez et al., 1997) e *H. coriaceus* (Louzada, 2003). Feromônios de agregação contidos nas fezes têm sido descritos em algumas espécies do gênero *Ips*, onde, os machos liberam o feromônio no momento da escavação da câmara nupcial (Lopez e Oliveira, 2002).

A diferença de tempo de resposta de *C. psidii*, frente aos diferentes estímulos testados, pode ser explicada pela hipótese de Vanderbilt et al. (1998). Para estes autores ao analisar a resposta de *R. cruentatus* ao feromônio de agregação cruentol, sugerem que os odores de fezes favorecem a agregação e indicam a presença de outros machos o que incrementa a atividade sexual no fato



de mantê-los competitivos para conseguir fêmeas. Nesse sentido, a maior velocidade de resposta de *C. psidii* aos odores de fezes pode estar determinada por uma aceleração da resposta motriz para aceder mais rápido as fêmeas.

Os extratos de fezes testados indicam que houve captura e liberação de odores responsáveis pela atração das fêmeas de *C. psidii*. Por outro lado à ausência de resposta nos machos indica que os compostos que provocam esta resposta comportamental são provavelmente distintos para ambos os sexos.

## RESUMO E CONCLUSÕES

A alta taxa de resposta comportamental constatada neste trabalho indica que o dispositivo olfatométrico utilizado mostrou-se adequado para avaliar a resposta olfativa de *C. psidii*.

Os machos de *C. psidii* foram atraídos por odores do botão floral.

Machos e fêmeas do gorgulho foram atraídos por odores das fezes de machos e fêmeas. Essa atratividade sugere a existência de um feromônio de agregação produzido por ambos os sexos.

Extratos de fezes obtidos com água ou pentano foram atrativos para fêmeas de *C. psidii*. Com respostas em 72 % e 70 % dos insetos respectivamente, mostraram-se apropriados para capturar e liberar odores das fezes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro, A. (1979) O mercado interno de frutas in natura. *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Pelotas, Brasil, p.1172-1186.
- Arruda Neto, J.S. (1972) Principais problemas fitossanitários da goiabeira. *Divulg. Agron. (Brasil)* 32:9-153.
- Bailez, O.E. (1996) Etudes du comportement de butinage et des capacités de discrimination olfactive dans la relation abeille (*Apis mellifera* L.) – colza (*Brassica napus* L.). *Thèse présentée pour le titre de Docteur de L'université Paris XIII*. Université Paris XIII, 155p.
- Ben-Yehuda, S., Tolasch, T., Francke, W., Gries, R., Gries, G., Dunkelblum, D., Mendel, Z. (2002) Aggregation pheromone of the almond bark beetle *Scolytus amygdali* (Coleoptera: Scolytidae). *IOBC Bull.* 25:1-12.
- Bleinroth, E.W. (1995) Determinação do ponto de colheita. In: Gayet, J.P., Bleinroth, E.W., Matallo, M., Garcia, E.E.C., Garcia, A.E., Ardito, E.F.G. e Bordin, M.R. *Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: Embrapa-SPI, 38p. (Séries publicações técnicas FrupeX, 14).
- Borden, J.H., Handley, J.R., Johnston, B.D., MacConnell, J.G., Silverstein, R.M., Slessor, K.N., Swigar, A.A., Wong, D.T.W. (1979) Síntesis and field testing of 4,6,6-lineatin, the aggregation pheromone of *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Chem. Ecol.* 5:681-689.
- Boscán de Martínez, N., Cásares, R. (1983) Distribución en el tiempo de las fases del gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en el campo. *Agron. Tropical.* (31):123-130.
- Butkewich, S.L, Prokopy, R.J. (1993) The effect of short-range host odor stimuli on host fruit finding and feeding behavior of plum curculio adults (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 19(4):825-835.

- Cerda, H., Fernández, G., López, A., Vargas, J. (1996) Estudio de la atracción del gorgojo rayado *Metamasius hemipterus* (coleoptera: Curculionidae) olores de su planta huésped, su feromona de agregación. *Caña de azúcar*. 14(2):53-70.
- Cerda, H., Fernández, G., Lopez, A., Vargas, J. (1999) Olfactory attraction of the sugar cane weevil (Coleoptera: Curculionidae) to host plant odors and its aggregation pheromone. *Fla. Entomol.* 82(1): 103-112.
- Castrillo, G., Campos, Y., Chinchilla, C.M., Pérez, A.L., Pierce, H.D.Jr., Oehlscilager, A.C., Gries, G., Gries, R., McDonald, R., Gilblin-Davies, R.M., Peña, J.C., Duncan, R.C., González, L.M., Andrade, R. (1995) Chemical communication system of the sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus hemipterus*. In: *XII Annual meeting of the International Society of Chemical Ecology (ISCE)*, 2-6 de October of 1995, Chile. 133p.
- Eller, F., Bartelt, R., Shasha, B., schuster, D., Riley, D., Stansly, P., Mueller, Shuler, K., Jhonson, B., Davis, J., Sutherland, K. (1994) Aggregation pheromone for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano: Identification and field activity. *J. chem. Ecol.* 20:1537-1555.
- Foster, S.P., Harris, M.O. (1997) Behavioral manipulation methods for insect pest - management. *Annu. Rev. Entomol.* 42:123:146.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L. de, Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zuchi, R.A. e Alves, S.B. (2002) Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 531p.
- Hoffmann, E.J., Coombs, A.B., Whalon, M.E. (2004) Reproductive Development of Northern and southern strains of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 97(1):27-32.
- Hunt, D.W.A., Raffa, K.F. (1989) Attraction of the pine root collar weevil, *Hylobius radicis*, and the pitch-eating weevil, *Pachylobius picivorus* (Coleoptera: Curculionidae), to ethanol and turpentine in pitfall traps. *Environ. Entomol.* 18:351-355.

- IBGE. Censo referente ao ano de 2002. *Instituto Brasileiro de Geografia e Economia*.
- Innocenzi, P.J., Hall, D.R., Cross, J.V. (2001) Components of male aggregation pheromone of strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 27(6):1203-1212.
- Jaffé, K., Sanchez, P., Cerda, H., Urdaneta, N.; Hernandez, J.V., Jaffé, R., Martinez, R. & Miras, B. (1993) Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae): Attraction to host plants and to male produce aggregation pheromone. *J. chem. Ecol.* 19(8):1703-1720.
- Jansson, R., Mason, L., Heath, R., Sorensen, K., Hammond, A., Robinson, J. (1992) Pheromone trap monitoring system for sweet potato weevil in the southern United States: Effects of trap type and pheromone dose. *J. Econ. Entomol.* 85:416-423.
- LaFleur, G., Hill, S.B., Vincent, C. (1987) Fall migration, hibernation sites selection and associated winter mortality of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) in a Quebec apple orchard. *J. Econ. Entomol.* 80:1152-1172.
- Leitão, B.F., Silva Filho, G., Viana-Bailez, A.M.M. e Bailez, O.E. (2003). Olfatômetro em Y para estudo de atração do gorgulho-da-goiaba (*Conotrachelus psidii* Marshall) aos odores da planta hospedeira. in *8ª Mostra de Iniciação Científica e 3ª Mostra de Pós-Graduação, UENF, Campos dos Goytacazes. Anais da 8ª Mostra de Iniciação Científica e 3ª Mostra de Pós-Graduação (CD ROM)*.
- Leskey, T.C., Prokopy, R.J. (2000) Sources of apple odor attractive to adult plum curculios. *J. Chem. Ecol.* 26(3):639-653.
- Leskey, T.C., Prokopy, R.J., Wright, S.E., Phelan, P.L. & Haynes, L.W. (2001) Evaluation of individual components of plum odor as potential attractants for adult plum curculios. *J. Chem. Ecol.* 27(1):1-17.
- Leskey, T.C. Wright, S.E. (2004) Monitoring Plum Curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae), Populations in Apple and peach Orchards in the Mid-Atlantic. *J. Econ. Entomol.* 97(1):79-88.

- Lima, A.F., Racca Filho, F. (1996) Manual de pragas e praguicidas: Receituário agrônômico (2ªeds). Editora Edur-UFRRJ, Rio de Janeiro, 818p.
- Lopez, A.B., Oliveira, M.R.V. (2002) Praga quarentenária 7: *Ips* spp. (Coleoptera: Scolytidae). *Comunicado técnico* nº 62, Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, Embrapa Brasília-DF. 8p.
- Louzada, G.S. (2003) Semioquímicos envolvidos na interação broca-do-pedúnculo-floral do coqueiro *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836 (Coleoptera: Curculionidae) e o coqueiro *Cocos nucifera* Linnaeus (Palmales: Palmae). *Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes-RJ- Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF*,57p.
- Menzel, C.M. (1985) Guava: An exotic fruit with potential in Quensland. *Quensland Agric. Jour.* 111 (2): 93-98.
- Moura, J.I.L., Vilela, E.F., Sgrilo, R.B., Aguilar, M.A.G. e Resende, M.V.L. (1989) Estudo do comportamento olfativo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera:Curculionidae). *Agrotropica*.2(3):165-169.
- Orlando, A., Sampaio, A.S., Carvalho, A., e de Sacaranari, H.J., e Arruda, H.V. (1974) “Notas sobre o Gorgulho das Goiabas *Conotrachelus psidii*, Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae), e *experimentos de combate*. *O Biológico*, (Brasil), São Paulo, 40(10):251-269”.
- Pereira, F.M., De Bártoli, S. (1997) Pragas da goiabeira *Psidium guajava* L. *In: Anais I. Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiaba*, Jaboticabal, São Paulo.
- Pérez, A.L., Campos, Y., Chinchilla, C.M., Oehlscilager, A.C., Gries, G., Gries, R., Gilblin-Davies, R.M., Castrillo, G., Peña, J.C., Duncan, R.C., González, L.M., Pierce, H.D.Jr., McDonald, R., Andrade, R. (1995) Aggregation pheromones and host kairomones of west indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus hemipterus*. *J. Chem. Ecol.* 23(4):869-889.
- Phillips, T., Jiang, X., Burkholder, W., Phillips, J., Tran, H. (1993) Behavioral responses to food volatiles by two species of stored-product Coleoptera, *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum*. *J. Chem. Ecol.* 19:723-734.

- Prokopy, R.J.; Cooley, S.S. & Phelan, P.L. (1995) Bioassay approaches to assessing behavioral responses of plum curculio adults (Coleoptera: Curculionidae) to host fruit odor. *J. Chem. Ecol.* 21(8):1073-1084.
- Prokopy, R.J., Phillips, T.W., Vargas, R.I., Jang, E.B. (1997) Defining sources of Coffee Plant Odor Attractive to *Ceratitidis captata* flies. *J. Chem. Ecol.* 23:577-1587.
- Prokopy, R.J., Chandler, B.W., Dynok, S.A., Piñero, J.C. (2003) Odor-Baited Trap Trees: A new approach to Monitoring Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 96(3):826-834.
- Prokopy, R.J., Jacome, I., Gray, E., Trujillo, G., Ricci, M. e Piñero, J.C. (2004) Using Odor-Baited Trap Trees as Sentinels to Monitor Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae) in Apple Orchards. *J. Econ. Entomol.* 97(2):511-517.
- Rochat, D. (1987) Estude de la Communication Chimiques Chez un Coleoptere Curculionidae: *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Mariversite Paris VI Institute Nacional Agronomique. Paris-Grinon (Dissertação de Mestrado).
- Rochat, D., Malosse, C., Lettere, M., Ducrot, P.H., Zagatti, P., Renou, M. e Descoins, M. (1991). Male-produced Aggregation Pheromone of the American Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Collection, Identification, Electrophysiological Activity, and Laboratory Bioassay. *J. Chem. Ecol.* 17:2127-2141.
- Ruiz-Montiel, C., Gonzáles-Hernández, H., Leyva, J., Llanderal-Cazares, C., Cruz-López, L. E Rojas, J.C. (2003) Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 96(4): 1126-1131.
- Sampaio, A. (1975) O gorgulho-da-goiaba tem agora um moderno controle. *Correio Agrícola*, 2:20-21.

- Silva, C. R., Viana-Bailez, A. M., Bailez, O. e Silveira, S. F. 2002. *Resposta da Coleobroca Hypocryphalus mangiferae (Coleoptera: Scolytidae) a Odores do Complexo Broca-Mangueira (Mangifera indica) – Fungo (Ceratocystis fimbriata)*. Resumos III Encontro Brasileiro de Ecologia Química “Estudos de interações de organismo com o seu ambiente mediadas pelas substâncias químicas que eles produzem”. 03-06 de Dezembro de 2002.
- Tinzaara, W., Dicke, M., Van Huis, A., Van Loon, J.J.A., Gold, A.S. (2003) Different bioassays for investigating orientation responses of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, show additive effects of host plant volatiles and a synthetic male-produced aggregation pheromone. *Entomol. Exp. Appl.* 106:169-175.
- Vandebilt, C.F., Giblin-Davis, R.M., Weissling, T.J. (1998) Mating behavior and sexual response aggregation pheromone of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Fla. Entomol.* 81(3):351-360.
- Vilela, E.F. e Mafra-Neto, A. (2001) Registro de feromônios comerciais e legislação. In: Vilela, E.F. e Della Lucia, T.M.C. (2001) *Feromônios de Insetos: biologia, química e aplicação*, Ed 2ª, Holos Editora – Ribeirão Preto, 206p.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Os resultados de nossa pesquisa permitiram:

- Estabelecer três características morfológicas e uma comportamental para diferenciação de machos e fêmeas de *C. psidii*. As características morfológicas distintivas foram pilosidade do pronoto, tamanho e forma do penúltimo tergito abdominal e morfologia do primeiro esternito abdominal. Do ponto de vista comportamental verificou-se a emissão de som por estridulação do abdome nos machos.

- Determinar o ritmo de atividade diária de *C. psidii*. Os adultos apresentaram um ritmo com maior atividade noturna devido, principalmente, à intensa atividade exploratória e de atos envolvidos no acasalamento. A maior parte dos acasalamentos acontece durante escotofase, mas cópulas ocorrem também durante o dia. Machos e fêmeas podem acasalar mais de uma vez e com diferentes parceiros.

- Descrever o comportamento de acasalamento de *C. psidii*. No acasalamento, as fêmeas geralmente montam primeiro aos machos. Durante a monta os machos palпам o abdome das fêmeas e podem emitir som através da estridulação do abdome. As fêmeas durante a cópula podem permanecer estáticas ou se locomover apresentando um balanço látero-lateral. Depois das cópulas, na situação de competição por fêmeas, os machos podem reiniciar à monta quando outro macho se aproxima da fêmea.

- Determinar a atratividade de odores da planta e do inseto sobre o gorgulho-da-goiaba. Os machos foram atraídos por odores de botão floral e machos e fêmeas por odores das fezes de ambos os sexos. Extratos de fezes realizados com água e pentano foram atrativos para fêmeas de *C. psidii*. Estes solventes, ao provocar respostas superiores a 70 % dos insetos testados, mostraram-se apropriados para capturar e liberar odores das fezes. A atratividade das fezes sugere a existência de um feromônio de agregação produzido por ambos os sexos. A alta taxa de resposta comportamental constatada neste trabalho indica que o dispositivo olfatométrico utilizado mostrou-se adequado para avaliar a resposta olfativa de *C. psidii*.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual (2000) FNP Consultora e Comércio. *Anuário estatístico da agricultura brasileira*. São Paulo, 360-365.
- Agrianual (2002) FNP Consultora e Comércio. *Anuário estatístico da agricultura brasileira*. São Paulo, 356-360.
- Alcock, J. (1998) Animal behavior: *In evolutionary approach*. Editora Sinauer Associates. 6ª ed. p.185-189.
- Amaro, A. (1979) O mercado interno de frutas in natura. *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Pelotas, Brasil, p.1172-1186.
- Arruda Neto, J.S. (1972) Principais problemas fitossanitários da goiabeira. *Divulgación Agronómica (Brasil)* 32:9-153.
- Atkins, M.D. (1980) Introduction to insect Behavior, *New York, Macmillan Publishing Co.*, p. 102-105.
- 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., Viana-Bailez, A.M.M (2001) Comportamento reprodutivo do gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *In: XIX Congresso Brasileiro de Etologia, Juiz de Fora, Brasil*.
- Bailez, O.E., Viana-Bailez, A.M.M., Lima, J.O.G. de., Moreira, D.D.O. (2003) Life-History of The Guava Weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), Under Laboratory Conditions. *Neotrop. Entomol.* 32(2):203-207.

- Balbach, A., Boarim, D.S.F. (1992) *As Frutas na Medicina Natural. 1ª ed. Ver., atual depois de 21 ed. de "As frutas na Medicina Doméstica"* – Itaquaquecetuba, SP. Editora Missionária, 312p.
- Barreto, M.R., Anjos, N. (1999) *Spermologus rufus*, Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 23(2):804-809.
- Bartels, J.M., Lanier, G.N. (1974) Emergence and Mating in *Scolytus multistriatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 67:365-370.
- Beck, S.D. (1980) Circadian rhythms and biological time measurement. In: Beck, S.D. (1980) *Insect photoperiodism* (2ª eds) Academic press. 386p.
- Bell, J. (1991) Searching behaviour: The behavioural ecology of finding resources. *An. Behav. Series.* Londres. Chapman and Hall, 354pp.
- 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). *Can. Entomol.* Ottawa 108: p.639-699.
- Bondar, G. 1924. *Bicho das goiabas Conotrachelus psidii Marshall. Boletim Laboratório Patologia Vegetal (Brasil)* (1): 17.
- Bondar, G. 1925. *O Cacaú II: Moléstias e Inimigos do Cacaueiro no Estado da Bahia, Brasil.* Salvador: Imprensa Oficial, 126p.
- Bondar, G. 1941. Notas Entomológicas da Bahia VIII. *Rev. de Entomol.* 12(3):433-435.
- Bondar, G. 1944. Notas Entomológicas da Bahia XIV. *Rev. de Entomol.* 15(2):91-204.
- Bondar, G. 1945. Notas Entomológicas da Bahia XV. *Rev. de Entomol.* 16(3):315-329.

- Borden, J.H. (1976) Behavioral Responses of Coleoptera to Pheromones, Alomones, and Kairomones. In: SHOREY, H. H. (1976) *Chemical Control of Insect Behavior Theory and Application*. S.1, John J. Mekelvey Jr., p.169-198.
- Borden, J.H. (1984) Aggregation Pheromones in the Scolytidae. In: BIRCH, M. C. (1984) *Pheromones*. London, North-Holland publishing Company, p.135-160.
- Borges, M. (1995) Attractant compounds of the Southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil*. 24:215-225.
- Boscán de Martínez, N., Cásares, R. (1980) El gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). I. Evaluación de daños. *Agron. Tropical*. 30:77-83.
- Boscán de Martínez, N., Cásares, R. (1983) Distribución en el tiempo de las fases del gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en el campo. *Agron. Tropical*. (31):123-130.
- Butkewich, S.L, Prokopy, R.J. (1993) The effect of short-range host odor stimuli on host fruit finding and feeding behavior of plum curculio adults (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 19(4):825-835.
- Carraro, A., Cunha, M. (1997) *Manual de exportação de frutas*. Brasília, MAARA-Sdr-Frupex, IICA. 254 p.
- Castro, J., Sigrist, J. (1991) *Matéria prima*. In: *Goiaba*. ITAL-Campinas.p:121-139.
- Cavalcante, P.B. (1976) *Frutas Comestíveis da Amazônia*. Belém: INPA, 166p.
- Cerda, H., Hernández, J.V., Jaffé, K., Martínez, R., Sánchez, P. (1994) Estudio olfatométrico de la atracción Del picudo Del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (L.) a volátiles de tejidos vegetales. *Agron. Trop.* 44 (2): 203-215.
- Cerda, H., Fernández, G., López, A., Vargas, J. (1996) Estudio de la atracción del gorgojo rayado *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae), olores de su planta huésped, su feromona de agregación. *Rev. Caña de Azúcar*. 14(2):50-70.

- Cerda, H., Fernandez, G., Lopez, A., Varga, J. (1999) Olfactory Attraction of the Sugar Cane Weevil (Coleoptera: Curculionidae) to Host Plant Odors, and Its Aggregation Pheromone. *Fla. Entomol.* 82(1):103-112.
- Choudhury, M.M. (2001) Goiaba: *Pós-colheita*. Petrolina: Embrapa Semi-árido, 45p.
- Chouinard, G., Vincent, C., Hill, S.B., Panneton, B. (1991) Cyclic Behavior of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae), within caged dwarf apple trees in spring. *J. Insect Behav.* 5(3):385-394.
- Coffelt, J.A., Burkholder, W.E. (1972) Reproductive Biology of the Cigarette Beetle, *Lasioderma serricorne*. L. Quantitative Laboratory Bioassay of the Female Sex Pheromone from Females of Different Ages. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 68: p.447-450.
- Collier, K.F.S. (1998) Interações tritróficas entre *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae), plantas hospedeiras e ácaros fitófagos e comparação da capacidade de predação. *Tese de Mestrado*. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.
- Coria-Ávalos, 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. *Rev. Chap. Série Horticultura*, 5:313-318.
- Coudriet, D. L., Kishaba, A. W. (1988) Bioassay Procedure for attractant of the Pepper Weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 81(5):1499-1502.
- Couturier, G., Sánchez, H.I. e Flores, E.T. (1992) Insectos Fitófagos que Viven En *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) Frutal Amazonico en la Región de Loreto – Perú. *Folia Amazonica* 4(1):19-28.

- Crook, D.J., Hopper, J.A., Ramaswamy, S.B., Higgins, R.A. (2004) Courtship behavior of the soybean stem borer *Dectes texanus texanus* (Coleoptera: Cerambycidae): Evidence for a female contact sex pheromone. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97(3):600-604.
- Cross, W.H. e Mitchell, H.C. (1966) Mating Behavior of the Female Boll weevil. *J. Econ. Entomol.* 59(6):1503-1507.
- D'avila Lopes, D.D.M. (2000) Biologia, Comportamento e Flutuação Populacional da Broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus* sp. próximo *humeropectus* (Coleoptera: Curculionidae). *Tese de Doutorado, Universidade do Amazonas, Manaus*, 88p.
- Da Costa Lima, A. (1956) Insetos do Brasil. *Coleópteros. Tomo 10. Capítulo XXIX. Escola Nacional de Agronomia. Série Didática Nº 12.* 373p.
- Dicke, M., Sabelis, M.W. (1988) Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Func. Ecol.* Essay review 2:131-139.
- Dicke, M., Van Beek, T.A., Posthumus, M.A., Ben Dom, N., Van Bokhoven, H. E., Groot, A.E. (1990) Isolation and identification of volatiles kairomone that's affects acarine predator-prey interactions: involvement of host plant in its production. *J. Chem. Ecol.*16:381-396.
- Dickens, J.C. (1989) Green leaf volatiles enhance aggregation pheromone of boll weevil, *Anthonomus grandis*. *Entomol. Exp. Appl.* 52:191-203.
- Duan, J.J., Weber, D.C., Hirs, B.A., Dorn, S. (1999) A new character for sex differentiation of adults of *Anthonomus pomorum* L. *J. Appl. Entomol.* 123:319-320.
- Eiras, A.E., Cavalcanti, M.C., Mendonça, F.A., Vilela, E.F. (1995) Modelo de olfatômetro para avaliar o comportamento de insetos que caminham para a fonte de estímulo. *Livro de resumos, XV Cong. Bras. de Entomol. Caxambu.* p.204.

- Eller, F., Bartelt, R., Shasha, B., Schuster, D., Riley, D., Stansly, P., Mueller, Shuler, K., Johnson, B., Davis, J., Sutherland, K. (1994) Aggregation pheromone for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano: Identification and field activity. *J. chem. Ecol.* 20:1537-1555.
- Eller, F.J. (1995) A previously unknown sexual character for the pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Fla. Entomol.* 78(1):180-185.
- Ferreira, J.M.S. (1998) Pragas do coqueiro. In Sobrinho, R.B., Cardoso, J.E., Freire, F.C.O. (eds), *Pragas das fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Brasília-DF. Embrapa.* 87-118.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L. de, Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zuchi, R.A., Alves, S.B. (2002) Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 531p.
- Gibson, L.P. (1964) Biology and life history of acorn-infesting weevils of the Genus *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 57:521-526.
- Gilblin-Davis, R.M., Weissling, T.J., Oehlschlager, A.C., Gonzalez, L.M. (1994) Field Response of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae) to its Aggregation Pheromone and Fermenting Plant Volatiles. *Fla. Entomol.* 77(1):164-177.
- Gilblin-Davis, R.M., Oehlschlager, A.C., Perez, A., Gries, G., Gries, R., Weissling, T.J., Chinchilla, C.M., Peña, J.E., Hallett, R.H., Pierce, H.D., Gonzalez, L.M. (1996) Chemical and Behavioral Ecology of Palm Weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). *Fla. Entomol.* 79(2):153-167.
- Hardee, D.D., Mitchell, E.B., Huddleston, P.M. (1967) Procedure for Bioassaying the Sex Attractive than Cotton Plants to Boll Weevils. *J. Econ. Entomol.* 62:97-100.
- Harker, J.E. (1956) Factors controlling the diurnal rhythm of activity in *Periplaneta Americana* L. *J. Exp. Biol.* 33:224-234.

- Hernández, J.V., Cerda, H., Jaffé, K., Sánchez, P. (1992) Localización Del hospedero, actividad diaria y optimización de las capturas del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) mediante trampas inocuas. *Agron. Tropic.* 42(4):211-227.
- Hoffmann, E.J., Coombs, A.B., Whalon, M.E. (2004) Reproductive Development of Northern and southern strains of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 97(1):27-32.
- Hunt, D.W.A., Raffa. K.F. (1989). Attraction of the pine root collar weevil, *Hylobius radicis*, and the pitch-eating weevil, *Pachylobius picivorus* (Coleoptera: Curculionidae), to ethanol and turpentine in pitfall traps. *Environ. Entomol.* 18:351-355.
- IBGE. Censo referente ao ano de 2002. *Instituto Brasileiro de Geografia e Economia.*
- Innocenzi, P.J., Hall, D.R., Cross, J.V. (2001) Components of male aggregation pheromone of strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 27(6):1203-1212.
- Innocenzi, P.J., Hall, D.R., Cross, V.J., Green S.V. (2002) Sexing adults of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Appl. Entomol.* 126:159-160.
- Jacklin, S.W., Yonce, C.E. (1970) Emergence, longevity and Fecundity of Adult Plum Curculio reared from two sizes of larvae at two temperatures in soil with a range of moisture. *J. Econ. Entomol.* 63:673-674.
- Jaffé, K., Sanchez, P., Cerda, H., Urdaneta, N.; Hernandez, J.V., Jaffé, R., Martinez, R., Miras, B. (1993) Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae): Attraction to host plants and to male produce aggregation pheromone. *J. chem. Ecol.* 19(8):1703-1720.

- Jansson, R., Mason, L., Heath, R., Sorensen, K., Hammond, A., Robinson, J. (1992) Pheromone trap monitoring system for sweet potato weevil in the southern United States: Effects of trap type and pheromone dose. *J. Econ. Entomol.* 85:416-423.
- Johnson, A.W., Hays, S.B. (1969) Laboratory mating behavior of the plum curculio. *J. Econ. Entomol.* 62(2):438-440.
- Joly, A.B. (1977) Botânica, Introdução a taxonomia vegetal. 4 ed., São Paulo. Companhia Editora Nacional. 777p.
- Junqueira, W.R., Franco, J A M. 1975. Cultura da Goiaba. Campinas, CATI, 3p.
- Karlson, P., Lüscher, M. (1959) Pheromones, a new term for class of biologically active substances. *Nature* 183:55-56.
- Kramer, E. (1976) The orientation of walking honeybees in odour fields with small concentration gradients. *Physiol. Entomol.* 1:27-37.
- Krebs, J.R., Davies, N.B. (1996) Conflito e seleção sexual. (3ª eds) In: Krebs, J.R., Davies, N.B. (1996) *Introdução à ecologia comportamental.* (3ª eds). Atheneu Editora São Paulo 420p.
- Lanier, G.N. (1983) Integration of visual stimuli host odorants, and pheromone by bark beetles and weevils in locating and colonizing host trees. *In: Herbivorous insect.* New York, Academic Press, p.161-171.
- Laurence, C.D. (1994) Seasonal Abundance and impact of the sunflower stem weevil parasitoid, *Nealiothus curculionis* (Hymenoptera: Braconidae), in the Northern Great Plains, *Biol. Cont.* 4:26-31.
- Leskey, T.C., Prokopy, R.J. (2000) Sources of apple odor attractive to adult plum curculios. *J. Chem. Ecol.* 26(3):639-653.
- Leskey, T.C., Prokopy, R.J., Wright, S.E., Phelan, P.L. & Haynes, L.W. (2001) Evaluation of individual components of plum odor as potential attractants for adult plum curculios. *J. Chem. Ecol.* 27(1):1-17.



- Leskey, T.C., Wright, S.E. (2004a) Influence of Host Tree Proximity on Adult Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae) Response to Monitoring Traps. *Environ. Entomol.* 33(2):389-396.
- Leskey, T.C., Wright, S.E. (2004b) Monitoring Plum Curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae), Populations in Apple and peach Orchards in the Mid-Atlantic. *J. Econ. Entomol.* 97(1):79-88.
- Lima, A.F., Racca Filho, F. (1996) Manual de Pragas e Praguicidas (2ªeds). Editora UFRRJ, Rio de Janeiro, 780p.
- Lima, I.S., Howse, P.E., Stevens, I.D.R. (1996) Volatile components from the salivary glands of calling males of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*: Partial identification and behavioural activity, p.107-113. In: MCPheron, B.A. e Steck, G.J. (eds) (1996). *Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management*. St. Lucie Press, St. Lucie. 616p.
- Longoria, A.G.G. (1968) Diferencias sexuales em la morfologia externa de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Ciências*, serie 4, Habana,1:11p.
- Louzada, G.S., Viana-Bailez, A.M.M., Bailez, O.E., Miranda, P.C.M.L. (2002) Resposta da Broca-do-pedúnculo-floral do Coqueiro (*Homalinotus coriaceus*) a Odores do Inseto e da Planta hospedeira (*Cocos nucifera*). *Resumos III Encontro Brasileiro de Ecologia Química "Estudos de interações de organismo com o seu ambiente mediadas pelas substâncias químicas que eles produzem"*. 03-06 de Dezembro de 2002.
- Louzada, G.S. (2003) Semioquímicos envolvidos na interação broca-do-pedúnculo-floral do coqueiro *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836 (Coleoptera: Curculionidae) e o coqueiro *Cocos nucifera* Linnaeus (Palmales: Palmae). *Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes -Rj* – Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF,57p.

- Manica, I., Alvarenga, L.R. de, Caixeta, T.J., Purcsino, J.R.C., Lichtemerg, L.A. (1981) Competição entre variedades de goiaba ( *Psidium guajava* L.) na Jaíba (Janaúba). Minas Gerais, *In Congresso Brasileiro de Fruticultura, 6º, Recife. Anais*, p.781-791.
- Manica, I., Icuma, I.M., Junqueira, N.T.V., Salvador, J.O., Moreira, A., Eurípedes, M. (2000) *Fruticultura tropical* 6. Port alegre: Cinco Continentes. 347p.:il.
- Marinoni, R.C., Ganho, N.G., Monné, M.L., Mermudes, J.R.M. (2001) *Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta): compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros*. Ribeirão Preto: Holos, 64p.
- Mathieu, F., Gaudichon, V., Brun, L.O., Frérot, B. (2001) Effect of physiological status on olfactory and visual responses of female *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. *Physiol. Entomol.* 26:189-193.
- Matthews, R.W. (1982) Courtship of Melittobia Wasps. *In: Matthews, J.R., Matthews, R.W. Insect Behav.* Boulder, Co., Westview Press, 162-166.
- Medina, J.C. (1991) Cultura, p.1-121. In J.C. Medina, J.V., Castro, J.M.M., Sigrist, Z.J., Martin, K., Kato, M.L., Maia, A.E.B., Garcia, R.S. e Leite, S.F. (eds), *Goiaba*. ITAL Campinas, ICEA Gráfica e Editora Ltda., 224p.
- Meer, R.K.V., Ghatak, U.R., ALAM, S.K., Chakraborti, P.C. (1979) (+)-Des-N-Morphian: a unique bridged hydrocarbon attractant for the *Rhinoceros* Beetles, *Oryctes rhinoceros*, and development of an olfactometer. *Environ. Entomol.* 8(1):6-10.
- Mendes, A.C.B., Garcia, J.J.S., Ribeiro, N.C.A., Trevisan, O. (1988) Danos de *conotrachelus ? humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae): Nova Praga do Cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) na Amazônia Brasileira. *An. Soc Entomol. Brasil*, 17(supl.).

- Moreira, M.A.B., Zarbin, P.H.G., Borges, M., Oliveira, A.R.M., Simonelli, F., Marques, F.A. (2002) Evidências Comportamentais e Cromatográficas da Existência de Feromônio de Agregação na Broca do mamoeiro, *Pseudopiazurus papayanus*, Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae). *Resumos III Encontro Brasileiro de Ecologia Química “Estudos de interações de organismo com o seu ambiente mediadas pelas substâncias químicas que eles produzem”*. 03-06 de Dezembro de 2002.
- Moura, J.I.L., Vilela, E.F., Silva, N.A., Thiebaut, J.T.L. (1991) Olfatômetro em “Y” adaptado para avaliar a orientação olfativa de lagartas de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). *Ann. Soc. Entomol. Brasil*. 20:395-401.
- Noldus, L.P.J.J. (1988) Response of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* to the sex pheromone of its host *Heliothis zea*. *Entomol. Exp. Appl.* 48:293-300.
- Nordlund, D.A., Lewis, J.W. (1976) Terminology of chemical-releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol.* 2:211-220.
- Nowosielski, J.W., Patton, R.L. (1963) Studies on circadian rhythms of the house cricket, *Gryllus domesticus* L. *J. Insect Physiol.* 9:401-410.
- O'brien, C.W., Couturier, G. (1995) Two New Agricultural Pest Species of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae: Molytinae) In South America. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 31(3):227-235.
- Orlando, A., Sampaio, A.S., Carvalho, A., Sacaranari, H.J., Arruda, H.V. (1974) “Notas sobre o Gorgulho das Goiabas *Conotrachelus psidii*, Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae), e experimentos de combate. *O Biológico*, (Brasil), São Paulo, 40(10):251-269”.
- Otronen, M. (1988) Intra and intersexual interactions at breeding burrows in the horned beetle, *Coprophanaeus ensifer*. *Anim. Behav.* 36(3):741-748.

- Owens, E.D., Hauschild, K.I., Hubbell, G.L., Prokopy, R.J. (1982) Diurnal behavior of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) adults within host trees in nature. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75:357-362.
- Passera, L. (1984) Aspects Comportementaux de la communication chimique dans les sociétés animales. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 120:163-174.
- Pereira, F.M., De Bártoli, S. (1997) Pragas da goiabeira *Psidium guajava* L. In: *Anais I. Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiaba*, Jaboticabal, São Paulo.
- Pereira, F.M., Martinez JR., M. (1986) Goiabas para a industrialização. Jaboticabal: UNESP, p.13-22.
- Petterson, J. (1993) Odour stimuli affecting autumn migration of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Homoptera). *Ann. Appl. Biol.* 122:417-425.
- Phillips, J.K., Burkholder, W.E. (1981). Evidence for a male produced aggregation pheromones in the rice weevil. *J. Econ. Entomol.* 74(5):539-542.
- Phillips, J.K., Wagenbach, C.A. Klein, J.A., Burkholder, W.E., Schmuff, N.R., Fales, H.M. (1985) (R\* S\*)- Hydroxi-4-methyl-3-heptanone Male Aggregation Pheromone of *Sitophilus oryzae* (L.) and *S. zeamais* Mtsch. *J. Chem. Ecol.* 11(9):1263-1275.
- Phillips, T., Jiang, X., Burkholder, W., Phillips, J., Tran, H. (1993) Behavioral responses to food volatiles by two species of stored-product Coleoptera, *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum*. *J. Chem. Ecol.* 19:723-734.
- Pinto, J.D. (1975) Intra and Interspecific Courtship Behavior in Blister Beetle of the Genus *Tegrodera* (Meloidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68:275-285.
- Popenoe, W. (1934) Manual of Tropical and Sub-Tropical Fruits. *New York, the Mac. Millan*, p.287.
- Prokopy, R.J.; Cooley, S.S., Phelan, P.L. (1995) Bioassay approaches to assessing behavioral responses of plum curculio adults (Coleoptera: Curculionidae) to host fruit odor. *J. Chem. Ecol.* 21(8):1073-1084.

- Prokopy, R.J., Phillips, T.W., Vargas, R.I., Jang, E.B. (1997) Defining sources of Coffee Plant Odor Attractive to *Ceratitis captata* flies. *J. Chem. Ecol.* 23:577-1587.
- Prokopy, R.J., Chandler, B.W., Dynok, S.A., Piñero, J.C. (2003) Odor-Baited Trap Trees: A new approach to Monitoring Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 96(3):826-834.
- Prokopy, R.J., Jacome, I., Gray, E., Trujillo, G., Ricci, M., Piñero, J.C. (2004) Using Odor-Baited Trap Trees as Sentinels to Monitor Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae) in Apple Orchards. *J. Econ. Entomol.* 97(2):511-517.
- Racette, G., Chouinard, G., Hill, S., Vincent, C. (1991) Activity of Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae) on apple trees in spring. *J. Econ. Entomol.* 84:1827-1832.
- Ribeiro, T.S., Souza, R.M., Almeida, A.M., Viana-Bailez, A.M.M., Bailez, O.E., Moura, J.I.L. (2004) Dimorfismo sexual da broca-da-ráquis-foliar do coqueiro *Amerrihinus ynca* (Coleoptera: Curculionidae). In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia, Hotel serra azul e Serrano em Gramado, RS de 05 a 10 de setembro.* p.634.
- Richard, G. (1974) Sequential Analysis and Regulation of Insect Reproductive Behaviour. In: *Experimental Analysis of Insect Behaviour.* s.1., *Spring-Verlag*, 366p.
- Roberts, S.K. de F. (1960) Circadian activity in cockroaches. I. The free running rhythm in steady state. *J. Cell. Comp. Physiol.* 55:99-110.
- Rochat, D. (1987) Etude de la Communication Chimiques Chez un Coleoptere Curculionidae: *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Mariversite Paris VI Institute Nacional Agronomique. Paris-Grinon (Dissertação de Mestrado).

- Rochat, D., Malosse, C., Lettere, M., Ducrot, P.H., Zagatti, P., Renou, M., Descoins, M. (1991). Male-produced Aggregation Pheromone of the American Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Collection, Identification, Electrophysiological Activity, and Laboratory Bioassay. *J. Chem. Ecol.* 17:2127-2141.
- Rodríguez, G. (1988) Fluctuaciones poblacionales y ciclos biológicos de la mosca, *Anastrepha serpentina* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) y del Gorgojo, *Conotrachelus* sp (Coleoptera: Curculionidae) del Níspero Manilkara zapota L. Van Roney, en Aragua, Venezuela. (Tesis Maestría). Maracay: Universidad Central de Venezuela, Fac. Agronomía. 123p.
- Rodríguez, G., Cásares, R.M. (2003) Algunos Aspectos Bioecológicos del Gorgojo del Níspero, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). *Entomotropica* "antes/ formely Bol. Entomol. Venez." 18(1):57-61.
- Romoser, W.S., Stoffolano, J.G. Jr. (1998) *The science of Entomology*. 6ª 605p.:il.
- Rosado-Neto, G.H. (1987) Dimorfismo Sexual e Distribuição Geográfica de *Sternechus subsignatus* Boheman, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) no Brasil. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 16(1):199-204.
- Roth, L.M., Willis, E.R. (1963) The humidity behavior of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 56:41-52.
- Sampaio, A. (1975) O gorgulho-da-goiaba tem agora um moderno controle. *Correio agrícola*, 2:20-21.
- Sampaio, A. (1977) Gorgulho apodrece goiabas. *Agricultura e Pecuária* 619:40-41.
- Sarro, F.B. (2002) Biologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836 (Coleoptera: Curculionidae). *Dissertação de mestrado* apresentada à UNESP - campus de Botucatu. 70p.

- Sarro, F.B., Crocomo, W.B., Ferreira, J.M.S. (2004) Aspectos da biologia e morfologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Neotrop. Entomol.* 33(1):007-012.
- Saunders, D.S. (1982) Circadian rhythms of activity in individual insects In: Saunders, D.S. (1982) *Insects clocks* (2ª eds) Pergamom press. 409p.
- SEBRAE-RJ, (2003) *Informe do Pólo de Fruticultura do Norte/Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Publicação Mensal, ano 3, nº 7, setembro.
- Silva, A.G.A., Gonçalves, C.R., Galvão, D.M., Gonçalves, A.J.L., Gomes, J., Silva, M.N., Simoni, L. da. (1968) Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores. Rio de Janeiro: *Ministério da Agricultura-Serviço de Defesa Sanitária Vegetal*. pt.II, t.I., 622 p.
- Silva, M.S., Mendonça, F.A.C., Santana, A.E.G. (2004) Seqüência comportamental de corte e cópula do caruncho do feijão *Zabrotes subfasciatus* (Boh. 1833) (Coleoptera: Bruchidae). In: *XXV Resumos do congresso brasileiro de zoologia*, 8-13 fevereiro 2004, UNB, Brasília – DF, p.82.
- Silva, P., Bastos, C.A.S. (1976) Armazenamento nos Trópicos com referência especial ao cacau comercial da Bahia. In *Seminário Nacional de Armazenagem, 2, Brasília, Anais*. Brasília: CIBRAZEM, 2:227.
- Sobrinho, R.B.; Cardoso, J.E., Freire, F.C.O. (1998) *Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Serviço de produção de informações -Embrapa-SPI*, Brasília-DF; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 209p.
- Stamps, W.T., Linit, M.J. (2002) Oviposition choice by the black walnut curculio (Coleoptera: Curculionidae): A ten-year study. *Environ. Entomol.* 32(2):281-284.
- Taylor, B., Jones, M.D.R. (1969) The circadian rhythms of flight activity in the mosquito *Aedes aegypti* L.: The phase-setting effects of light-off. *J. Exp. Biol.* 51:59-70.

- Tedders, W.L., Payne, J.A. (1986) Biology, life history, and control of *Conotrachelus schoofi* (Coleoptera: Curculionidae) on pecans. *J. Econ. Entomol.* 79:490-496.
- Thomazini, M.J. (2000) Broca-dos-Frutos do cupuaçuzeiro em Sistemas Agroflorestais do Projeto Recla em Nova Califórnia, RO. *Rio Branco Embrapa-CPAF/AC*, 3p. (Embrapa-CPAF/AC nº126).
- Thomson, J.R.Jr. (1932) Sex differentiation of adults of *Conotrachelus nenuphar*. *J. Econ. Entomol.* 25:807-810.
- Tiglia, E.A., Vilela, F., Moura, J.I.L., Lima, E.R. (1995) Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera Curculionidae) com Substâncias Atrativas e Feromônio. *In: XV Congresso Brasileiro de Entomologia, Caxambu, MG.*
- Tronson, D. (2001) The odour, the animal and plant. *Molecules*, 6:104-116.
- Vanderbilt, C.F.; Giblin-Davis, R., Weissling, T.J. (1998) Mating behavior and sexual response to aggregation pheromone of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Fla. Entomol.* 81(3):351p.
- Viana, A.M.M. (1992) Comportamento de Agregação e Acasalamento de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae), Mediado por Semioquímicos, Em Olfatômetro. *Dissertação de Mestrado*, apresentado à Universidade Federal de Viçosa, UFV. Abril/92 75p.
- Viana, A.M.M., Vilela, E.F. (1996) Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *An. Soc. Entomol. Brasil*, 25(2):347-350.
- Vilela, E.F., Della Lucia, T.M.C. (2001) Feromônios de Insetos: biologia, química e aplicação, Ed 2ª, Holos Editora – Ribeirão Preto, 206p.
- Ward, J.P. (1981) Mating behaviour and the mechanism of male orientation in the anobiidae bread beetle, *Stegobium paniceum*. *Phys. Entomol.* 6:213-217.
- Zambão, J.C., Bellintani Neto, A.M. (1998) A Cultura da Goiaba. Campinas: CATI, 23p. (Bol. Téc., nº 236).