

SINAIS ENVOLVIDOS NA COMUNICAÇÃO DE *AMERRHINUS YNCA*
SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RODOLFO MOLINÁRIO DE SOUZA

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

Orientadora: Ana Maria Matoso Viana-Bailez

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JULHO – 2006

SINAIS ENVOLVIDOS NA COMUNICAÇÃO DE *Amerrhinus ynca*
SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RODOLFO MOLINÁRIO DE SOUZA

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

Aprovada em 21 de julho de 2006

Comissão Examinadora:

Profa. Terezinha M. C. Della Lucia (D. Sc., Fitotecnia) – UFV

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

Prof. Carlos Ruiz-Miranda (Ph.D., Comportamento Animal) – UENF

Profa. Ana Maria M. Viana-Bailez (D. Sc., Biologia do Comportamento) – UENF
Orientadora

Dedico esta dissertação à minha mãe, Dona
Cida, que dedicou sua vida à minha
formação; e ao meu irmão,
Marcondes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado mais esta oportunidade e por ter colocado em minha vida pessoas maravilhosas que contribuíram imensamente para o meu sucesso.

À CAPES pelo fomento da bolsa e à Prefeitura de Quissamã, na pessoa de Olavo Pimentel, que tornou possível nossas várias idas ao campo.

À UENF, ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias e ao Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, pelo uso de suas instalações e equipamentos e pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Laboratório de Ciência Ambientais da UENF, setor de Ecologia por ter cedido os equipamentos para as análises acústicas.

A minha orientadora Prof^a. Ana Maria, pela paciência, carinho e amizade.

Aos professores Carlos Ruiz, Omar Bailez e Terezinha Della-Lucia por aceitarem participar da banca e pelas críticas e correções que enriqueceram o trabalho.

Ao grande parceiro e amigo Nilson pelos momentos de força e por ter estado sempre ao meu lado, ajudando-me com as traduções, coletas, correções, etc.

À Profa. Maria Luisa Lopes Alvarez pelas imagens feitas em microscopia eletrônica na Universidade do Chile.

A Thiago, Silvio e Alexandre por terem me ajudado nas coletas de campo e atividades dentro do laboratório.

A Denise e Arli pelos momentos de descontração, carinho e amizade.

Aos colegas de laboratório, Gilson, Carol e Vinicius pelos momentos de discussões os quais foram importantes para a execução deste trabalho.

À Camila que foi meu porto seguro durante todo o período em que fiquei em Campos e que sempre me ouviu e acolheu nos momentos mais difíceis.

Aos colegas de Pós-graduação Marcinha, Eliane, Jathinder, Adriano, Josimar e Laerciana pela amizade e convivência. Em especial a Jô e a Lala pelas conversas, por estarem sempre dispostas a ajudar e pelo que fizeram por mim.

À Dona Rosa que sempre me tratou como um filho durante o tempo em que fui seu inquilino.

À minha eterna amiga Nathalie por sempre ter estado ao meu lado e sempre ter elevado meu astral.

E finalmente à minha mãe e ao meu irmão, sempre interessado e prestativo, por acreditarem em mim, pelo carinho e amor. A toda minha família, especialmente às minhas tias Lu e Bidu que sempre me acolheram com tanto carinho.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A cultura do Coqueiro	4
2.2. Broca-da-ráquis-foliar do coqueiro - <i>Amerrhinus ynca</i>	5
2.3. Comportamento Reprodutivo	9
2.3.1. O Acasalamento	9
2.3.2. A "guerra dos sexos"	12
2.4. Comunicação química em insetos	14
2.4.1. Comunicação química em Curculionídeos	15
2.5. Comunicação sonora em insetos.....	21
2.5.1. Produção de Som em Coleoptera	24
3. TRABALHOS	31
DIMORFISMO SEXUAL DE <i>Amerrhinus ynca</i> SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)	31
COMPORTAMENTO DE CORTE E ACASALAMENTO DE <i>Amerrhinus ynca</i> SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).....	42
BIOENSAIOS COM ODORES DE COESPECÍFICOS E DA PLANTA HOSPEDEIRA DE <i>Amerrhinus ynca</i> SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).....	62

ANATOMIA DO APARATO ESTRIDULATÓRIO, ANÁLISE DO SOM E PAPEL DA
ESTRIDULAÇÃO NO COMPORTAMENTO DE CORTE E ACASALAMENTO.
DE *Amerrhinus ynca* SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)82

4. RESUMOS E CONCLUSÕES..... 108

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 111

RESUMO

SOUZA, RODOLFO MOLINÁRIO; Engenheiro Florestal, Msc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Junho – 2006, Sinais envolvidos no comportamento de *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae). Prof^a. Orientadora Ana Maria Matoso Viana-Bailez, Prfs. Conselheiros: Omar Eduardo Bailez e Carlos Miranda Ruiz.

Amerrhinus ynca é uma coleobroca cujas larvas se alimentam dos tecidos internos da ráquis foliar do coqueiro. Até pouco tempo era considerada praga secundária, mas devido à periodicidade e intensidade dos surtos tem atingido o status de praga primária em algumas regiões. Pouco se conhece sobre sua biologia, por isso este trabalho tem por objetivo: encontrar e descrever caracteres morfológicos que permitam a distinção dos sexos; descrever a seqüência comportamental associada à corte e acasalamento; identificar possíveis semioquímicos envolvidos nas interações intra e interespecíficas; identificar e descrever as estruturas associadas à estridulação bem como qualificar e quantificar os parâmetros temporais e espectrais dos sons produzidos por *A. ynca*. Adultos de *A. ynca* utilizados nos estudos foram coletados em um plantio comercial de coco e levados para o laboratório. Após a confirmação dos sexos procurou-se identificar, através de observações da morfologia externa, características distintas entre machos e fêmeas. O comprimento e a largura do corpo foram medidos. O comportamento de corte e acasalamento foi analisado

através de observação direta e por filmagem. Registraram-se a frequência e a duração dos principais atos comportamentais. Os bioensaios para verificar a presença de semioquímicos foram feitos utilizando-se três tipos de olfatômetros, nos quais os estímulos utilizados foram insetos coespecíficos e partes do coqueiro. Os sons foram gravados com gravador digital e analisados com ajuda do software Canary. Para se verificar o papel da estridulação no comportamento de acasalamento foram realizadas observações de quatro tipos de casais (com ou sem partes dos élitros). Foram encontrados três caracteres morfológicos distintos e as fêmeas são maiores que os machos. Os acasalamentos ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase. A monta iniciou-se aos 119 ± 75 min após os casais terem sido colocados em observação. A corte e a cópula duraram em média $3 \pm 2,5$ min e 51 ± 49 min, respectivamente. A produção de som durante a corte, através da estridulação, é o evento mais freqüente entre os machos. As fêmeas de *A. ynca* acasalaram múltiplas vezes e em geral com vários machos. Após a primeira cópula, os machos apresentaram comportamento de guarda da fêmea. Nos testes de atratividade de odores a maioria dos indivíduos não respondeu aos estímulos testados em três tipos de olfatômetros. Machos e fêmeas foram mais estimulados nos testes com partes vegetais. Verificou-se que machos e fêmeas emitem sons por estridulação. Existem duas estruturas distintas envolvidas na produção de som: a *pars stridens* e o *plectrum*. A *pars stridens* está localizada na região ventral da extremidade posterior dos élitros direito e esquerdo e o *plectrum* está localizado no sétimo esternito abdominal. O som produzido pelos machos, por estridulação, durante o comportamento de corte, é diferente daquele que produzem quando são perturbados. Observou-se, durante a corte, que as fêmeas movimentam o abdômen de forma similar ao movimento que os machos desempenham ao estridularem, mas só foi possível obter um padrão espectral do som específico quando elas eram perturbadas. Tal som difere daqueles produzido pelos machos. No tratamento: fêmeas que tiveram sua *pars stridens* removida, a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Já os machos gastam mais tempo tentando cortejar as fêmeas, quando suas *partes stridens* são retiradas.

ABSTRACT

SOUZA, RODOLFO MOLINÁRIO; Forest Engineer, Msc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; June – 2006, Signs involved in behavior of *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae). Advisor Ana Maria Matoso Viana-Bailez, Committee members: Omar Eduardo Bailez and Carlos Miranda Ruiz.

Amerrhinus ynca is a woodborer whose larvae feed on the internal tissues of the leaf-stalk of coconut palm. Until recently it was considered a secondary pest, but due to the periodicity and intensity of the attacks it has been reaching the status of primary pest in some areas. The *Amerrhinus ynca*'s biology is very little known, therefore this work has the following objectives: to find and to describe morphological characters to differentiate the sexes; to describe the behavioral sequence associated to the courtship and mating behaviors; to identify possible semiochemicals involved in the intra and inter-specific interactions; to identify and to describe the structures associated to stridulation; to analyze the temporary and spectral parameters of the produced sounds, and to verify the role of stridulation on the reproductive behavior. Adults of *A. ynca* used in the studies were collected in a commercial plantation of coconut palms and taken to laboratory. After confirmation of the sexes, different characters between males and females were sought through observations of the external morphology. The length and the width of the body were measured. Mating and courtship behaviors were monitored

through direct observation and filming. In both cases frequency and duration of behavioral acts were registered. In order to verify the presence of semiochemicals, bioassays were conducted by using three types of olfactometers in which the stimuli were conspecifics and vegetable parts. The sounds were recorded by a digital tape recorder and analyzed by the Canary software. To verify the role of stridulation on the mating behavior, observations of four types of couples were accomplished, couples with or without parts of the elytra. Three different morphological characters were found, besides the females being larger than the males. The matings happened in photophase as much as in scotophase. Mount began at 119 ± 75 min later. The courtship and copulation lasted $3 \pm 2,5$ min and 51 ± 49 min average, respectively. The sound production during courtship, through stridulation, was the most frequent event among the males. The females of *A. ynca* mated multiple times and in general with several males. After the first copulation the males guarded the females. In the three types of olfactometer, no response to conspecifics tested as stimulus was observed. Males and females were most stimulated when vegetable parts were tested in the olfactometers. It was verified that males and females produce sounds by stridulation. There are two different structures involved in the sound production: the *pars stridens* and the *plectrum*. The *pars stridens* is located in the ventral area of the posterior extremity of the right and left elytra, and the *plectrum* this located in the seventh abdominal sternite. The stridulation of males during courtship behavior was different than that produced when they were disturbed. Females presented movement similar to stridulatory one during the courtship and they stridulated differently than males when were disturbed. When females had their *partes stridentes* removed, the percentage of couples that mated (mount and copulation) was reduced. Males spent more time trying to court the females when their *partes stridentes* were removed.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro constitui uma importante cultura para os trópicos, sendo amplamente explorado devido aos seus múltiplos usos e finalidades e por ser uma grande fonte geradora de divisas (Ferreira *et al.* 1997). Considerada a mais importante das culturas perenes, é capaz de gerar um sistema auto-sustentável de exploração (Cuenca 1997), fornecendo alimento para consumo *in natura* e matéria-prima para o processamento agro-industrial (Mirizola-Filho 2002).

Para Mirizola-Filho (2002), a incidência de pragas e de doenças nos coqueirais do Brasil constitui um problema limitante, respondendo sobremaneira pelos baixos índices de produtividade e pelo aumento no custo de implantação. Segundo o autor, a ação nociva das pragas pode ser observada desde a implantação da cultura, ocasionando grande número de replantes, atraso no desenvolvimento e, conseqüentemente, queda na produtividade. Nesta fase, é intensa a ação das coleobrocas, cujas larvas se alimentam dos tecidos da planta e afetam a produção, reduzindo-a drasticamente (Ferreira *et al.* 1997).

Dentre as coleobrocas, destaca-se a broca-da-ráquis foliar do coqueiro, *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae). Suas larvas se alimentam dos tecidos internos da ráquis foliar, fazendo galerias longitudinais que se estendem tanto em direção ao tronco, como em direção à extremidade da folha causando o seu amarelamento e enfraquecimento (Ferreira *et al.* 1997). Segundo Mirizola-Filho (2002), com o crescimento populacional do inseto, a ráquis quebra-se facilmente sob a ação do vento, provocando atraso no desenvolvimento da planta e conseqüente queda da produção. O autor menciona ainda que, até pouco

tempo *A. ynca* era considerada praga secundária, mas devido a altos índices de infestação em coqueirais do Estado da Bahia, Sergipe, Espírito Santo e Rio de Janeiro seu status, nessas regiões, tem se elevado ao de praga primária.

O controle efetivo de seus níveis populacionais utilizando-se produtos químicos só é possível quando o inseto atinge o estágio adulto (Gomes 1992). Entretanto, com o crescimento dos coqueiros torna-se difícil e oneroso combatê-lo. O correto monitoramento desta praga permitiria, além do controle eficiente do inseto, a redução do número de aplicações de inseticidas. Isto contribuiria para o aumento dos rendimentos, melhora qualitativa dos frutos, e reduções na poluição ambiental.

Visando desenvolver novas ferramentas capazes de auxiliar os produtores rurais no controle dos níveis populacionais de insetos-praga, várias técnicas de monitoramento ou até mesmo de controle massal, baseadas em mecanismos de comunicação, têm sido propostas. Por exemplo, a utilização de armadilhas iscadas com substâncias químicas atrativas (semioquímicos) tem se constituído em uma alternativa valiosa no Manejo Integrado de Pragas (MIP), podendo levar a uma redução significativa do uso de inseticidas convencionais (Vilela & Mafrá-Neto 2001). Além disso, até o presente, ainda não foi constatado nenhum perigo dessas substâncias ao meio ambiente e o seu uso não tem resultado na resistência de insetos, por serem substâncias que regulam comportamentos essenciais à sobrevivência da praga (Ferreira & Zarbin 1998). Outras tecnologias utilizando-se da comunicação acústica também têm sido aplicadas como ferramenta para detectar as densidades populacionais de insetos-alvo, principalmente as infestações de insetos que ficam escondidos, tais como os escarabeídeos do gênero *Phyllophaga* (Zhang *et al.* 2003). Adultos de *A. ynca* em suas relações intraespecíficas produzem um som, através da estridulação. A investigação deste mecanismo sonoro pode abrir novos caminhos na busca por técnicas possíveis de serem utilizadas no Manejo Integrado desta praga.

Portanto, o objetivo deste trabalho é, através do conhecimento do comportamento reprodutivo de *A. ynca*, identificar e descrever componentes comportamentais, químicos e acústicos, que possam ser manipulados e utilizados em técnicas de controle comportamental que auxiliem os produtores de coco no monitoramento e/ou redução dos níveis populacionais deste inseto-praga. Para isso, como ponto de partida, pretende-se: (i) encontrar e descrever caracteres

morfológicos que permitam a distinção dos sexos no campo e em laboratório, e (ii) descrever a seqüência comportamental associada aos comportamentos de corte e acasalamento, elucidando o papel dos componentes acústicos e químicos dentro do comportamento reprodutivo de *A. ynca*. Os próximos passos, entretanto, serão: (iii) identificar possíveis semioquímicos envolvidos tanto nas interações intraespecíficas quanto nas interações com seu hospedeiro e; (iv) identificar e descrever as estruturas associadas à estridulação bem como qualificar e quantificar os parâmetros temporais e espectrais dos sons produzidos por *A. ynca*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do Coqueiro

O coqueiro (*Cocus nucifera* Linnaeus) é uma monocotiledônea pertencente à família Palmae e à subfamília Coccoideae (Passos 1998b). É uma espécie monotípica, arbórea, de caule ereto (do tipo estipe) e freqüentemente sem ramificações e com folhas terminais (do tipo penada) (Mirizola-Filho 2002). Esta palmeira, assim como toda monocotiledônea, não possui uma raiz principal, mas um sistema radicular fasciculado, sendo as raízes primárias (mais grossas) responsáveis pela sustentação e produzidas continuamente (Passos 1998a). O fruto do coqueiro é do tipo drupa, constituído de uma epiderme, seguida por um epicarpo, mesocarpo e endocarpo onde se localiza a semente (Mirizola-Filho 2002).

O coqueiro é considerado a “árvore da vida”, pois exerce papel importante para a subsistência de populações das regiões tropicais quentes e úmidas do globo (Ferreira *et al.* 1997). A cultura do coqueiro, graças à capacidade de gerar um sistema auto-sustentável de exploração, pela geração de divisas e fornecimento de alimento (fonte de proteínas e calorias), é considerada, segundo Cuencas (1997), a mais importante das culturas perenes. Os frutos do coqueiro, suas folhas, inflorescência, madeira etc. proporcionam a milhares de pequenos proprietários alimentos, bebidas, combustíveis e abrigo (Mirizola-Filho 2002).

No Brasil, grande parte da produção nacional de coco, segundo Cuencas (1997), se destina à fabricação de alimentos industrializados, que são transportados da Região Nordeste até a Região Sul, para serem processados sob a forma de sorvetes, doces, produtos à base de chocolate e iogurtes. Para Mirizola-Filho (2002), o aumento da procura e do consumo do coco verde “*in natura*”, tem sido responsável, nos últimos anos, pela expansão da cocoicultura para os Estados das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, não só ao longo do litoral, mas também no interior dessas regiões.

Vários são os fatores que limitam o desenvolvimento da cultura do coqueiro no país. Segundo Passos (1998a), os fatores climáticos, tais como as elevadas taxas de evapotranspiração associadas à irregularidade das chuvas na região Nordeste; a elevada umidade relativa do ar no Norte; e as baixas temperaturas e umidade atmosférica durante os meses de menor pluviometria no Sudeste e Centro-Oeste, são os principais problemas enfrentados pelos produtores destas regiões. Para Fontes *et al.* (1998), as características dos solos da região do litoral nordestino, tais como: baixa fertilidade natural, excessiva permeabilidade, baixos teores de matéria orgânica e pouca capacidade de retenção de água, têm sido responsáveis por grandes perdas de produtividade. Acrescenta-se ainda a este cenário a ação de pragas e doenças.

As injúrias causadas pelos insetos podem ser observadas desde a implantação do coqueiral até o estabelecimento da planta adulta, quando é intensa a ação nociva de larvas de coleobrocas (Ferreira *et al.* 1997). Por exemplo, as larvas de *Homalinotus coriaceus* Gillenhal (Coleoptera: Curculionidae) alimentam-se do pedúnculo floral e da bainha da folha do coqueiro, impedindo a formação de frutos (Moura & Vilela 1998). Outras coleobrocas importantes, segundo Ferreira *et al.* (1997), são: *Rhinostomus barbirostris* Fabricius, 1775, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764 e *Amerrhinus ynca* Salhberg, 1823, todas pertencentes à família Curculionidae.

2.2. Broca-da-ráquis-foliar do coqueiro - *Amerrhinus ynca*

A broca-da-ráquis-foliar do coqueiro ou broca-do-pecíolo, *Amerrhinus ynca* (Figura 1D), é um coleóptero originário do Brasil (Gomes 1992) e

pertencente à família Curculionidae. Segundo Ferreira *et al.* (1998), o adulto de *A. ynca* é um gorgulho cujo comprimento varia de 14 a 22 mm, com um rostro que pode chegar a seis milímetros nos maiores exemplares. Ainda segundo esses autores, a coloração do corpo é tipicamente amarelada com pontos pretos brilhantes e salientes, além de manchas escuras irregulares que se formam pela variação na quantidade de escamas presentes nos élitros. De hábito diurno, o adulto é encontrado com maior freqüência durante o verão e se alimentando da inflorescência do coqueiro (Renard *et al.* 1987). Para a oviposição as fêmeas fazem com o rostro pequenos orifícios no pecíolo foliar e em seguida introduzem de três a quatro ovos, que são arredondados e de coloração esbranquiçada (Figura 1A). As pupas (Figura 1C) se formam dentro das galerias construídas pelas larvas (Figura 1B) ao longo do pecíolo, de onde emergem os adultos (Figura 1D) (Costa *et al.* 1973) após 20 dias de incubação (Bondar 1940).

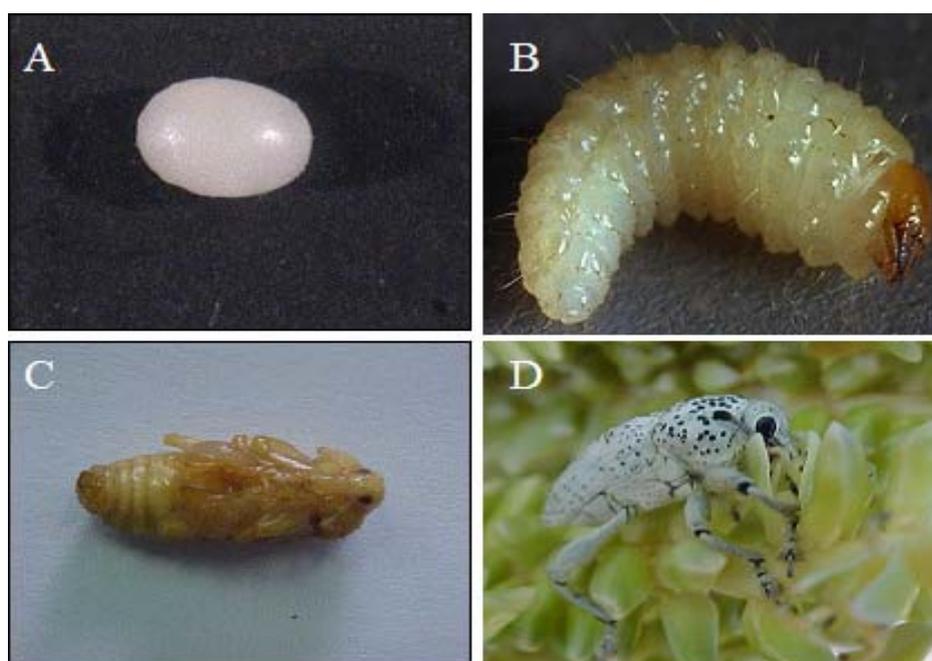


Figura 1 – Fases do ciclo de vida de *Amerrhinus ynca*. (A) ovo, (B) larva de último ínstar, (C) pupa e (D) adulto se alimentando da inflorescência.

As larvas de *A. ynca* em seu último estágio chegam a atingir trinta milímetros de comprimento e são ápodas e de coloração branca (Mirizola-Filho

2002). Elas se alimentam dos tecidos internos da ráquis foliar do coqueiro (Moura & Vilela 1998), construindo galerias longitudinais que podem atingir oito milímetros de diâmetro por 40 cm de comprimento (Ferreira *et al.* 1998), tanto em direção ao tronco quanto em direção à extremidade da folha (Gomes 1992). Os restos alimentares são expelidos pelo orifício de postura juntamente com a seiva que exsuda da palmeira, o que caracteriza os danos iniciais da praga (Bondar 1940).

Esse inseto utiliza, além do coqueiro, outras plantas hospedeiras como a carnaúba (*Copernicia cerifera* Martius), o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), o licurizeiro (*Syagrus coronata* (Martius)), a macaubeira (*Platymiscium duckei* Huber) e algumas palmeiras ornamentais como o pati (*Syagrus botryophora* Martius) (Ferreira *et al.* 1997). *Amerrhinus ynca* já foi observado nos Estados de Alagoas, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe (Ferreira *et al.* 1998). Até há alguns anos este gorgulho era considerado uma praga secundária (Mirizola-Filho, 2002), mas dada à periodicidade e intensidade de ataque este quadro vem se revertendo em alguns coqueirais do país, como os da região Norte Fluminense, onde esta coleobroca já atingiu o status de praga primária.

Ao se alimentarem dos tecidos internos do pecíolo, as larvas causam o amarelamento das folhas e, conseqüentemente, o enfraquecimento da ráquis que se quebra facilmente com a ação dos ventos (Figura 2C) (Moura & Vilela 1998). Segundo Gomes (1992), a perda de seiva bruta e elaborada da folha atinge diretamente as funções fotossintéticas da planta, principalmente se há a queda das folhas, o que repercute negativamente sobre a produtividade do coqueiro. Além disso, as galerias formadas pelas larvas de *A. ynca* se tornam uma porta de entrada para patógenos, como o fungo *Phyllachora torendiella*, causador da lixa do coqueiro, doença que promove o envelhecimento precoce das folhas (Moura e Vilela 1998).

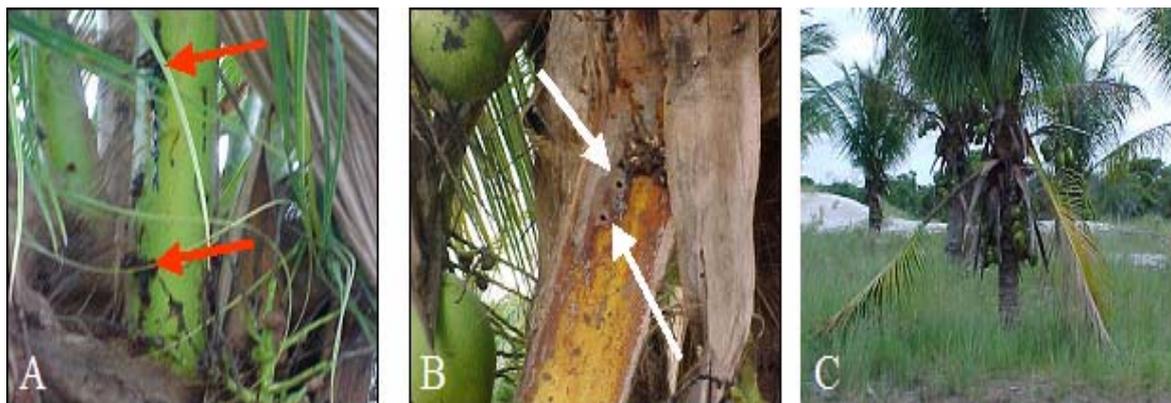


Figura 2 - Coqueiro atacado por *Amerrhinus ynca*. Em (A) restos alimentares e seiva que exsuda pelos orifícios de postura (em destaque). (B) orifícios por onde emergem os adultos (em destaque) e (C) queda e amarelamento das folhas atacadas por *Amerrhinus ynca*.

A incidência desse besouro em coqueirais pode comprometer mais de 50% das folhas de uma planta (Ferreira *et al.* 1998). Em 1987 foi relatado no município de Una, Estado da Bahia, um forte ataque de *A. ynca* em um coqueiral da variedade anão-amarelo (Renard *et al.* 1987). No município de Quissamã, Norte do Estado do Rio de Janeiro, numa rápida visita a vários coqueirais, é possível verificar em uma única planta, que a maioria das folhas foram atacadas por esta colebroca (observações de campo 2005). Além disso, o controle dos níveis populacionais abaixo do nível de dano econômico é limitado pelo fato de as larvas se encontrarem alojadas dentro do pecíolo (Gomes 1992), o que muitas vezes eleva o custo do controle em áreas extensas da cultura. No entanto, o controle cultural através da poda é o mais recomendado (Mirizola-Filho 2002; Ferreira *et al.* 1998; Moura & Vilela 1998; Moura 1993; Ferreira 1987 e Bondar 1940). Por exemplo, em um estudo sobre a poda das folhas atacadas por *A. ynca* no sul da Bahia, Moura (1993) constatou que, após um ano de controle, a técnica conseguiu reduzir em 65% os níveis populacionais da praga. Moura e Vilela (1998) recomendam ainda o controle preventivo e o biológico, sendo que neste último se utiliza o díptero *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae) que parasita as larvas e as pupas de *A. ynca*. A pulverização com produtos químicos também é recomendada por Moura e Vilela (1998), que ainda sugerem aplicações localizadas de inseticidas através de injeções nos canais construídos pelas larvas. A manipulação do comportamento através do uso de semioquímicos ainda não é aplicada como técnica de manejo integrado desta praga, mas o uso

de feromônios associados a cairomônios tem sido feito para capturar adultos da broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* (Linneaus) (Coleoptera:Curculionidae), apresentando bons resultados no campo (Navarro *et al.* 2002).

2.3. Comportamento Reprodutivo

2.3.1. O Acasalamento

Através do comportamento de acasalamento é possível compreender atividades e eventos como a procura, identificação, atração, avaliação e por fim a aceitação de parceiros para a reprodução (Lloyd 1979). O acasalamento, portanto, pode ser dividido em etapas ou processos. A primeira etapa é o reconhecimento do parceiro, seguida pela corte, cópula e pós-cópula. Dentro de cada etapa pode ser usada uma série de atos estereotipados.

Para o reconhecimento e localização do parceiro, os insetos podem dispor de estímulos visuais, químicos e auditivos (Alcock 1998). Alguns estímulos químicos envolvidos na localização de parceiros são os feromônios de agregação e sexuais liberados principalmente por coleópteros e lepidópteros. Por exemplo, o feromônio de agregação liberado por *Rhynchophorus palmarum* atrai machos e fêmeas para o acasalamento (Moura & Vilela 2001).

A utilização de sinais acústicos para a localização e reconhecimento dos parceiros é amplamente utilizada por insetos (Bailey 2003). Para este fim, é importante que eles possam analisar as características estruturais destes sinais tais como seu espectro e padrão de modulação de amplitude para determinar seu conteúdo e sua localização (Pollak 2000). Entre os ortópteros, principalmente aqueles da subordem Ensifera, os machos produzem um som espécie-específico que pode ser: (i) utilizado pelas fêmeas para a localização de parceiros potenciais, (ii) utilizado durante o comportamento de corte, (iii) na marcação de território e (iv) para mediar interações agressivas entre machos (Mason 1996). Em muitos sistemas de sinalização acústica de insetos é rara a produção de um canto de chamamento pelas fêmeas, mas quando isso acontece freqüentemente está associado a um dueto entre os sexos (Bailey 1991). Segundo Bailey (2003), este

dueto sonoro exerce, entre outras funções, o papel de reconhecimento de coespecíficos para o acasalamento. Entre os insetos também podem ocorrer duetos através de sinalização por bioluminescência, nos quais um dos sexos responde às mudanças nos sinais luminosos do outro sexo (Bailey 2003).

Em relação aos estímulos visuais, os machos de borboletas são geralmente o sexo mais ativo em procurar por oportunidades de acasalamento (Kemp 2002). Segundo Ziemba & Rutowski (2000), borboletas que utilizam os sinais visuais para localização de parceiros podem se comportar de duas maneiras, em pouso, enquanto aguardam, ou em vôo, procurando ativamente por oportunidades enquanto voam. Em espécies de Papilionoidea e Hesperioidea as fêmeas utilizam a tática de pouso para localizar os machos para o acasalamento e os machos geralmente localizam as fêmeas patrulhando (Scott 1974).

A corte consiste basicamente de uma sucessão de atos comportamentais prévios ao acasalamento, efetuados na maioria dos casos pelos machos. Nesta etapa, os insetos emitem e recebem uma sucessão de estímulos para os quais são elaborados padrões apropriados de respostas (Viana & Vilela 1996). Exemplo de estímulos envolvidos na corte podem ser movimentos, danças, estimulação tátil, odores, vibração das asas e produção de sons. Em *Drosophila montana* Stone, Griffen & Patter, 1942 (Diptera: Drosophilidae) por exemplo, os sons produzidos pela vibração das asas dos machos são essenciais para estimular as fêmeas ao acasalamento, e em certas circunstâncias estes sons de corte influenciam a escolha de parceiros pelas fêmeas (Suvanto *et al.* 2000). Em muitos gafanhotos, machos e fêmeas se comunicam acusticamente durante a corte, sendo que os machos exibem uma série de sinais estridulatórios e as fêmeas respondem a seus coespecíficos com estridulação similar, e complexa exibição visual (Bailey 2003). Já em outros insetos, como em *Dectes texanus texanus* LeConte, 1862 (Coleoptera: Cerambycidae), toque de antenas entre os sexos estimulam os machos a montar nas fêmeas imediatamente após tocá-las (Crook *et al.* 2004). No lepidóptero *Phyllocnistis citrella* Staiton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae), as fêmeas chamam a atenção do macho levantando as asas e estendendo as antenas para trás do corpo enquanto o macho se movimenta rapidamente em várias direções pulando e exibindo vigoroso movimento antenal (Parra-Pedrazzoli *et al.* 2006). Em *Bephratelloides pomorum* (Fabricius, 1908) (Hymenoptera: Eurytomidae), após a monta o macho expõem o edeago, toca a

fêmea com as antenas, curva a extremidade do abdome vibrando as asas e antenas em movimentos rítmicos e então efetua a cópula (Pereira *et al.* 1998).

A cópula, por sua vez, consiste na transferência direta de espermátforo para a espermateca da fêmea. Durante a cópula o macho pode transferir substâncias que irão contribuir para a oviposição ou repressão da receptividade pela fêmea. Neste ponto eles podem executar certos padrões motores de comportamento, conhecidos como comportamento de corte copulatória, que estimulam as fêmeas a permanecerem em cópula e pós-cópula, garantindo assim que seus gametas sejam transferidos para a próxima geração (Eberhard 1991). No besouro *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), Edvardsson & Arnqvist (2000) verificaram que táticas apropriadas de estimulação da fêmea durante a cópula pelos machos induzem as fêmeas a ajudar a transportar o esperma do local de deposição de ejaculados para o local de estocagem do esperma, aumentando o sucesso de paternidade pós-acasalamento.

Já os comportamentos associados à pós-cópula consistem basicamente em guardar a fêmea impedindo que ela copule com outros machos, seja através da guarda da fêmea (permanecendo sobre o dorso da fêmea por longos períodos, por exemplo) ou pela liberação de substâncias que irão inibir a aproximação de outros machos. A esta fase também podem estar associados tanto comportamentos estereotipados, como a estimulação tátil e sinalização sonora, quanto comportamentos passivos. No curculionídeo *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae), os machos na presença de outros machos permanecem sobre o dorso da fêmea por um determinado período após o acasalamento (Viana & Vilela 1996). Também no heteróptero *Gerris lateralis* Schummel, 1832 (Heteroptera: Gerridae) os machos permanecem passivamente sobre o dorso da fêmea por um longo período de tempo sem contato genital (Arnqvist 1988) e em alguns casos, como em *Gerris remigis* Say, 1832, os machos que guardam suas parceiras estridulam para reduzir as tentativas de intromissão de outros machos (Wilcox & Stefano 1991). Já em outras espécies desta família, os machos, após o término da cópula, descem da fêmea e permanecem próximos a ela impedindo agressivamente que outros machos se aproximem enquanto ela oviposita (Arnqvist 1997). Já os machos do coccinelídeo *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius, 1781) (Coleoptera: Coccinellidae), após a

cópula, permanecem alguns segundos sobre o dorso da fêmea girando e lambendo seu élitro e pronoto, tornando-a, provavelmente, não atrativa a outros machos (Maisin *et al.* 1997).

2.3.2. A "guerra dos sexos"

O comportamento sexual é a chave para o entendimento da biologia das espécies, sua origem e a maneira como elas vivem hoje. Além disso, a biologia das espécies é fundamentada no seu sucesso sexual. Por exemplo, machos aumentam seu sucesso reprodutivo acasalando com muitas parceiras em altas taxas de acasalamento enquanto que aumentam seu sucesso reprodutivo maximizando o número de ovos viáveis, embora um ou poucos acasalamentos sejam suficientes (Arnqvist & Nilsson 2000).

Neste ponto atuam os custos de acasalamento, uma vez que a reprodução sexual requer uma sincronização das atividades de dois organismos, a qual gera um gasto de energia e tempo, além do fato de que os interesses dos parceiros não são iguais (Daly 1978) criando um "conflito sexual". Isso quer dizer que a interação entre machos e fêmeas freqüentemente não termina com a cópula; os machos devem persuadir as fêmeas para que elas usem seu esperma e não o de outros machos (Wiley 1997) e, por outro lado, as fêmeas podem fazer escolhas crípticas variando seu investimento reprodutivo dependendo da atratividade de seu parceiro (Edvardsson & Arnqvist 2005). Dentro deste conflito, o "gene egoísta" exerce papel fundamental desde o início da procura até o final da fertilização, não produzindo nada sem um lucro reprodutivo líquido (Lloyd 1979). Para Daly (1978), os custos caem principalmente sobre os machos, mas são substanciais nas fêmeas e podem, também, variar de acordo com o sistema de acasalamento e com o cuidado parental.

Para Arnqvist & Rowe (2002), a coevolução entre os sexos é reconhecida como o processo central da evolução, com potencial para modelar várias interações entre os sexos e seus gametas, bem como taxas de diversificação, especiação e excitação. Dentro desta "competição armada", gerada pelas interações coevolutivas, os sexos utilizam estratégias que aumentam o seu sucesso reprodutivo variando o sucesso reprodutivo do outro sexo (Stockley 1997). A competição por esperma é uma destas estratégias utilizadas por machos e afeta o sucesso reprodutivo das fêmeas. Carbone e Rivera (1998) definem a

competição por esperma como a competição que ocorre dentro da fêmea, entre o esperma de dois ou mais machos pela fertilização dos ovos. Para Stockley (1997), os machos podem adotar uma série de estratégias (como, por exemplo, o prolongamento do acasalamento) para impedir que as fêmeas acasalem com outros machos, evitando a competição por esperma e aumentando assim seu sucesso reprodutivo. A guarda do parceiro através do prolongamento do acasalamento é um fenômeno bem descrito em insetos (Arnqvist 1997), entretanto, para que os machos evitem a competição por esperma e garantam seu sucesso reprodutivo eles dispõem de tempo e energia que poderiam ser utilizados para encontrar e acasalar com fêmeas adicionais (Harari *et al.* 2003). Esta estratégia utilizada por machos para impedir ou suceder em competição por esperma pode influenciar negativamente o sucesso reprodutivo das fêmeas, reduzindo sua eficiência de forrageamento, sua fertilidade e as chances que elas teriam de lucrar com os benefícios de múltiplos acasalamentos (Stockley 1997).

Dentro do contexto da competição por esperma, as fêmeas podem fazer escolhas crípticas como uma possível estratégia para aumentar o seu sucesso reprodutivo. Neste caso, segundo Wedell (1996), as fêmeas fazem uma escolha pós-copulatória priorizando espermatozoides de machos escolhidos para fertilização dos ovos ou aumentando seu sucesso reprodutivo após acasalar com um macho escolhido. Segundo Birkhead (1998) o termo críptico é utilizado porque tal processo ocorre dentro do corpo da fêmea e não pode ser observado diretamente, sendo que sua compreensão requer um entendimento de mecanismos associados com a inseminação, armazenagem de esperma e fertilização. Entretanto, o autor salienta que, apesar de existirem evidências fisiológicas e estruturais presentes em fêmeas de muitos organismos (diferentes locais de armazenagem de esperma, por exemplo) que possam sustentar a hipótese da escolha críptica de fêmeas como um processo ligado à seleção sexual, ainda não foi comprovada em nenhum organismo vantagem reprodutiva para fêmeas.

2.4. Comunicação química em insetos

A comunicação é um componente comportamental de extrema importância para a adaptação dos animais, destacando-se por permitir a interação entre as espécies. Lewis & Gower (1980) definem comunicação como a transmissão de sinal ou sinais entre dois indivíduos, favorecendo a seleção tanto da produção quanto da recepção do sinal ou sinais.

Ao longo da evolução, alguns seres vivos, diante da necessidade de interagir com indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes, desenvolveram uma comunicação química característica. Os sinais químicos, envolvidos neste tipo de comunicação, são os responsáveis pela transmissão de informações biologicamente importantes (Paiva & Pedrosa-Macedo 1985), o que assegura a tais indivíduos oportunidades de sobrevivência e de preservação da espécie.

A comunicação química estabelecida entre os organismos é feita com o auxílio de substâncias voláteis, as quais são biossintetizadas e liberadas pelo emissor e captado e assimilado pelo receptor que, por sua vez, pode sofrer uma resposta imediata ou em longo prazo, promovendo alterações em seu comportamento ou em sua fisiologia (Paiva & Pedrosa-Macedo, 1985). Aos sinais químicos envolvidos na comunicação entre os seres vivos dá-se o nome de **semioquímicos**.

Quando os compostos químicos são utilizados para mediar interações entre indivíduos de espécies diferentes, atuando em dois ou mais níveis da cadeia trófica, diz-se tratar de substâncias aleloquímicas (Vilela & Della Lucia 2001). De acordo com os benefícios e prejuízos provocados por essas substâncias químicas, os aleloquímicos podem ser classificados como cairomônios, alomônios e sinomônios. Já os feromônios são compostos químicos que promovem uma modificação no comportamento e na fisiologia de indivíduos receptores da mesma espécie (Tegoni *et al.* 2004), ou seja, possuem uma ação intraespecífica.

Os insetos se comunicam basicamente através de substâncias químicas e, segundo Vilela & Della Lucia (2001), os odores liberados por eles são fundamentais para o bom desempenho de suas atividades durante toda a sua existência, contribuindo para a localização e seleção do alimento e do parceiro sexual, e para a orientação na busca por abrigo, presas e plantas hospedeiras.

No caso de insetos sociais, os odores contribuem para a organização das atividades da colônia, especialmente os processos de defesa e de marcação de território.

Os odores percebidos pelos insetos são moléculas orgânicas pequenas geralmente hidrofóbicas e voláteis (Pelosi 1996) detectadas por sensilas especializadas presentes nas antenas e ligadas a neurônios sensoriais (Tegoni *et al.* 2004). Segundo Dickens & Mori (1989), a perfeita orientação dos insetos até seus coespecíficos, seja para agregação ou acasalamento, depende da sensibilidade e especificidade de detectar e traduzir a mensagem feromonal. Dessa forma, a presença de quiralidade e a composição precisa de uma mistura feromonal são de extrema importância para a uma perfeita comunicação química (Ferreira 2001).

Para Landolt & Phillips (1997), muitos insetos fitófagos utilizam as suas plantas hospedeiras não somente para se alimentarem, mas também como sítio de reprodução. Fisiologicamente, os compostos químicos adquiridos através do consumo, absorção e inalação de materiais da planta hospedeira podem agir no sistema endócrino do inseto, estimulando a liberação de hormônios responsáveis por redimensionar os metabólitos das rotas primárias do seu metabolismo no sentido da biossíntese de compostos feromonais (Tillman *et al.* 1999). Além disso, a liberação e a recepção de feromônio também sofrem as influências dos compostos liberados pela planta hospedeira, aumentando a produção e liberação de feromônio e causando mudanças na percepção quantitativa do receptor (Landolt & Phillips 1997). Tais compostos químicos podem, ainda, atuar como sinergistas, aumentando a atração de insetos para as armadilhas iscadas com feromônio no campo (Giblin-Davis *et al.* 1996), uma técnica de controle e monitoramento utilizada no manejo integrado de pragas.

2.4.1. Comunicação química em *Curculionídeos*

De acordo com El-Sayed (2005), já foi identificada, em quase 40 famílias da ordem Coleoptera, a presença de substâncias químicas mediando interações intra e inter específicas. Dentro da família Curculionidae, 43 espécies distribuídas em 20 gêneros apresentam algum tipo de atraente químico, sendo que a grande maioria é representada por feromônios de agregação (El-Sayed 2005).

Na subfamília Curculioninae trabalhos de campo e laboratório já evidenciaram a presença de feromônio de agregação produzido por machos em três espécies do gênero *Anthonomus* (*A. grandis* Boheman, 1843; *A. eugenni* Cano, 1894 e *A. rubi* (Herbst, 1795)) e uma espécie do gênero *Curculio*. Estudos sobre o comportamento de acasalamento de *A. grandis*, o bicudo do algodoeiro, revelaram que, logo após os adultos machos encontrarem sua planta hospedeira, estes passam a liberar substâncias que são atrativas (Cross & Mitchell, 1966) a seus coespecíficos (Hardee *et al.* 1969 e Tumlinson *et al.* 1971). Com isso, no final dos anos 60, pesquisadores identificaram, isolaram e sintetizaram a partir de machos do bicudo quatro compostos terpenóides, entre eles o grandisol (Tumlinson *et al.* 1969), que ficaram conhecidos como grandlure, um feromônio de agregação produzido por *A. grandis*. Segundo Eller *et al.* (1994), o feromônio de agregação do gorgulho da pimenta, *A. eugeni*, é constituído por uma mistura de seis compostos, sendo que três deles são comuns ao feromônio de agregação produzido pelos machos de *A. grandis*. Já para o gorgulho da flor do morango, *Anthonomus rubi*, o seu feromônio de agregação é constituído de três compostos, sendo o grandisol comum à mistura feromonal do bicudo do algodoeiro (Innocenzi *et al.* 2001). O feromônio de agregação produzido pelo gorgulho da noz, *C. caryae* Horn, 1873, também pertencente à subfamília Curculioninae, é constituído pelos mesmos compostos atrativos produzidos pelos machos de *A. grandis*, a diferença está apenas na proporção dos compostos utilizados para promover uma resposta eficiente nas fêmeas (Hedin *et al.* 1997).

Na subfamília Pissodinae, três espécies também produzem grandisol como seu feromônio de agregação, além do seu aldeído correspondente (grandisal). Booth *et al.* (1983) isolaram e identificaram, a partir do abdômen e intestino posterior de machos de *Pissodes strobi* (Peck, 1817) e de *P. approximatus* Hopkins, 1911, estes dois compostos como sendo componentes de seus feromônios de agregação. Em 1984 foi demonstrado através de testes de campo e laboratório que o gorgulho da casca do pinus e cedro, *P. nemorensis* Germar, 1824, também utiliza o grandisol e grandisal como um feromônio de agregação produzido por machos para atrair ambos os sexos (Phillips *et al.* 1984). Outras substâncias atraentes são relatadas em outras espécies de *Pissodes*, como lineatin para *Pissodes gyllenhali* (Sahlberg, 1834) e *Pissodes pini*

(Linnaeus, 1758) (Martikainen 2001) e α -pineno para *Pissodes affinis* Randall, 1838 e *Pissodes fasciatus* LeConte, 1876 (Miller & Heppner 1999).

Na subfamília Cryptorhynchinae, o gorgulho da ameixa, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst, 1797), teve seu feromônio de agregação isolado e sintetizado, a partir de voláteis de machos, com o nome de ácido grandisóico que atrai ambos os sexos (Eller & Bartelt 1996). Este feromônio de agregação sofre um efeito sinérgico muito forte quando na presença de voláteis liberados pela planta hospedeira, como o benzaldeído (Piñero & Prokopy 2003). Na família Curculionidae, vários são os exemplos de feromônios de agregação produzidos por machos que sofrem um aprimoramento na presença de voláteis liberados pelas suas plantas hospedeiras (Leskey & Prokopy 2001). Por exemplo, o gorgulho do arroz, *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763), só libera seu feromônio de agregação produzido por machos na presença de grãos de arroz, na ausência do alimento não há liberação (Landolt & Phillips 1997).

Os gorgulhos do gênero *Sitophilus*, pertencentes à subfamília Rhynchophorinae, são conhecidos como importantes pragas de grãos armazenados. A primeira evidência de um feromônio de agregação produzido por machos deste gênero foi registrada em 1981, por Phillips & Burkholder, para o gorgulho do arroz *Sitophilus oryzae* (Phillips & Burkholder 1981). Em seguida demonstrou-se a presença em *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758), o gorgulho do celeiro (Faustini *et al.* 1982) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, o gorgulho do milho (Walgenbach *et al.* 1983). Em 1984 foi identificado o composto sitofilure como um feromônio de agregação produzido por machos de *S. oryzae* e *S. zeamais* (Schmuff *et al.* 1984).

2.4.1.1. Semioquímicos produzidos por gorgulhos das Palmáceas

Dentro da subfamília Rhynchophorinae, encontram-se quatro gêneros de pragas de importância econômica para a cultura de palmáceas nos trópicos, o gênero *Dynamis*, *Metamasius*, *Rhabdoscelus* e *Rhynchophorus*, apesar de algumas espécies também utilizarem outras plantas hospedeiras, para alimentarem, ovipositarem e desenvolverem suas larvas. Os compostos majoritários e minoritários do feromônio de agregação produzido por machos desta subfamília, são constituídos principalmente por moléculas de 8, 9, ou 10

carbonos, ramificações de metil e álcoois secundários (Tabela 1) (Giblin-Davis *et al.* 1996).

Tabela 1 – Feromônio de agregação (FA) e componente minoritário (M) identificados a partir da aeração de voláteis liberados por machos de gorgulhos associados às palmáceas.

Gênero Espécie	<i>Rhynchophorus</i>						<i>Dynamis</i>	Metamasius
	<i>bilineatus</i>	<i>cruentatus</i>	<i>ferrugineus</i>	<i>palmarum</i>	<i>phoenicis</i>	<i>vulneratus</i>	<i>borassi</i>	<i>hemipterus</i>
Distribuição	Nova Guiné	América Norte	Ásia	Neotropical	África	Asia	Neotropical	Neotropical
3-pentanol								M
3-pentanona								M
(4S,2E)-6-metil-2-hepten-4-ol				FA				
(±)-2-metil-4-heptanol								M
2-metil-4-heptanona								M
2,3-epoxi-6-metil-4-heptanol				M				
2-metil-4-octanol								M
2-metil-4-octanona								M
(3S,4S)-3-metil-4-octanol					FA	M		
(5S,4S)-5-metil-4-octanol		FA						
5-nonanol								M
(4S,5S)-4-metil-5-nonanol	FA		FA	M		FA	FA	FA
4-metil-5-nonanona			M			M		M

Adaptado de Giblin-Davis *et al.* (1996).

A primeira evidência da produção de um composto químico de função atrativa nesta subfamília foi demonstrada para o gorgulho das palmeiras ornamentais, *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval, 1835) (Chang & Curtis 1972). Este gorgulho produz um feromônio liberado pelos machos, e o composto principal da mistura feromonal foi identificado como 2-metil-4-octanol, mas eles também produzem (E2)-6-metil-2-heptan-4-ol (rincoforol) e 2-metil-4-heptanol (Giblin-Davis *et al.* 2000).

O rincoforol é o composto principal da mistura feromonal produzida por machos da broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* (Jaffé *et al.* 1993). A presença deste feromônio de agregação foi demonstrada em 1991 em trabalhos de campo e laboratório com machos vivos de *R. palmarum* (Rochat *et al.* 1991) e logo em seguida a atividade do enantiômero S do composto 6-metil-2-heptan-4-ol foi confirmada por Oehlschlager *et al.* (1992). Alguns compostos liberados pelos tecidos danificados da planta hospedeira, como o acetato de etila e o etanol, também exercem uma função de orientação nesses gorgulhos, provavelmente a curtas distâncias, além de potencializar a atração do feromônio de agregação (Jaffé *et al.* 1993).

A partir destes trabalhos tornaram-se intensos, durante a década de noventa, os estudos com feromônios de agregação produzidos por machos dentro do gênero *Rhynchophorus* (que causam sérios prejuízos às palmáceas). Em 1993, estudos de campo e laboratório demonstraram a presença de feromônio de agregação em *Rhynchophorus cruentatus* (Fabricius, 1775), o gorgulho do palmito (Weissling *et al.* 1993), *Rhynchophorus phoenicis* Fabricius 1801, o gorgulho da palmeira africana (Gries *et al.* 1993), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790), o gorgulho vermelho e em *Rhynchophorus vulneratus* Panzer, 1798 (Hallett *et al.* 1993). O composto 5-metil-4-octanol (cruentol) (Weissling *et al.* 1994) e o 3-metil-octan-4-ol (fonicol) foram identificados, através da extração de voláteis produzidos por machos, como os componentes principais do feromônio de agregação de *R. cruentaus* e *R. phoenicis*, respectivamente. Estes dois compostos possuem quatro estereoisômeros, mas apenas o (4S,5S) – cruentol e o (3S,4S) – fonicol são produzidos pelos machos e capazes de provocar uma resposta comportamental (Perez *et al.* 1994). Outros estudos feitos utilizando-se eletroantenograma revelaram a atividade do acetato de etila, propranato de etila, propranato de isobutila, butirato de etila e isobutirato de etila (todos liberados pela

planta hospedeira) em machos e fêmeas de *R. phoenicis*, mas apenas o proprianato de etila aumentou significativamente a captura deste gorgulho em armadilhas iscadas com o feromônio no campo (Gries *et al.* 1994).

Para *R. ferrugineus* foram identificados os compostos 4-metil-5-nonanol (ferruginol) e a sua cetona correspondente, 4-metil-5-nonanona, como sendo constituintes do seu feromônio de agregação (Hallett *et al.* 1993). O ferruginol também é o componente principal dos feromônios de agregação de *R. vulneratus* (Hallett *et al.* 1993) e *Rhynchophorus bilineatus* Montrouzier, 1857 (Oehlschlager *et al.* 1995), além de estar presente na mistura feromonal produzida por machos de *R. palmarum* (Hallett *et al.* 1993).

Além disso, o ferruginol também é o componente principal do feromônio de agregação de outras duas espécies de gorgulhos da subfamília Rhynchophorinae, *Dynamis borassai* (Giblin-Davis *et al.* 1997) e *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier, 1807) (Perez *et al.* 1997). O gorgulho da cana-de-açúcar do oeste da Índia, *M. hemipterus sericeus*, que também utiliza palmáceas como hospedeiro, produz além do ferruginol mais sete compostos macho-específicos (Perez *et al.* 1997). Segundo Giblin-Davis *et al.* (1996) este gorgulho pode representar uma forma mais primitiva do que outras espécies de *Rhynchophorus*, uma vez que os machos produzem um grande número de álcoois e cetonas em seu feromônio de agregação em contra partida com os feromônios de agregação de espécies de *Rhynchophorus*, que produzem, tipicamente, um ou dois compostos.

2.5. Comunicação sonora em insetos

A comunicação, como visto anteriormente, é baseada na transmissão de uma mensagem, através de sinais, por uma fonte emissora até um receptor. Estes sinais podem ser químicos, visuais, táteis ou auditivos. Os sistemas de comunicação que utilizam a audição como um canal para a transmissão e a recepção de sinais acústicos têm como princípio a análise dos parâmetros temporais e de frequência destes sinais (Landa 2000). Segundo Bailey (1991), estes sistemas possuem certas vantagens sobre outros processos de sinalização, uma vez que não há a necessidade de condições do ambiente, como o vento para

a efetiva transferência de sinais, como ocorre com as trilhas de feromônio e, além disso, eles podem ser utilizados por espécies diurnas e noturnas e agir muito além das próprias dimensões do corpo.

Muitos sons e sinais produzidos por insetos são espécie-específicos e são utilizados principalmente para a localização, reconhecimento e formação de pares (Cokl & Virant-Doberlet 2003). Em alguns coleópteros, a função da produção de sons, muitas vezes, está associada à liberação de feromônio, desempenhando um papel mais complexo no comportamento de acasalamento (Michael & Rudinsky 1972). Esta sinalização sonora também pode agir além do comportamento intrasexual, sendo útil, por exemplo, em mecanismos de defesa presentes em alguns coleópteros e heterópteros (Virant-Doberlet & Cokl 2004), na localização de hospedeiros por insetos parasitas (Haynes & Yeorgan 1999), no cuidado parental como em Membracidae (Cocroft 1999), na marcação de território como nas lagartas Depranidae (Yack *et al.* 2001) e na regulação de interações sociais complexas como em algumas abelhas domésticas (Lewis *et al.* 2002). Além disso, alguns insetos podem imitar o som de outros insetos, como as lagartas *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae) que imitam o som de algumas formigas operárias do gênero *Myrmica* (Hymenoptera: Formicidae) (Devries *et al.* 1993).

O som, enquanto sinalizador de uma informação, é representado pelas suas características estruturais, tais como o seu espectro e padrão de modulação de amplitude, o que vai permitir ao receptor analisar e localizar a mensagem mesmo quando vários sinais chegam simultaneamente de diferentes fontes (Pollack 2000). Segundo Machens *et al.* (2001), o reconhecimento do sinal não é baseado exclusivamente na aceitação de padrões sonoros espécie-específicos corretos, mas também envolve a atividade de rejeição de sinais que contêm componentes fortes ou duvidosos, como aqueles que ocorrem entre as cigarras, grilos e gafanhotos.

Segundo Bailey (1991), os insetos podem apresentar, em seu sistema auditivo, receptores localizados em diferentes partes do corpo que permitem a percepção das variações físicas que ocorrem com a transmissão de sons. Dessa forma, Bailey (1991) divide a produção de som em: (i) som de campo próximo, (ii) som de origem aérea e (iii) som através do substrato. Vale ressaltar que, apesar

desta classificação, os insetos podem utilizar vários mecanismos para a produção de sons e sinais dificultando uma classificação segura (Haskell 1974).

As vibrações de campo próximo são geradas pelo deslocamento de partículas de ar ou água próximas da fonte emissora e são captadas por receptores do tipo pêlos mecanorreceptores, mas este tipo de produção de som é pouco comum em insetos (Bailey 1991). Já a comunicação originária do substrato está relacionada com uma variedade de interações e exerce diversas funções comportamentais (Virant-Doberlet & Cokl 2004). Tais sons são produzidos pelos insetos através da fricção de partes de seu corpo e são transmitidos pelo solo ou pelos materiais nos quais eles vivem, servindo, dessa forma, como substrato para a transferência da energia sonora até o receptor da mensagem (Haskell 1974). Para a produção de sons de origem aérea os insetos utilizam a cutícula como um sistema de sinalização sonora, através da fricção, puxão e toques sobre sua superfície dura, os quais permitirão que áreas percutidas ao redor da cutícula, ou pela deformação causada pela contração dos músculos gerados pela cutícula sozinha, vibrem com alguma liberdade ou deformação (Bailey 1991).

Para a recepção de um sinal acústico o inseto necessita de órgãos mecanorreceptores apropriados (Hoy & Robert 1996). Estes órgãos são receptores auditivos que respondem às oscilações do meio ao redor, sendo que cada receptor consiste de um ou mais neurônios sensoriais, um grupo de células acessórias e estruturas cuticulares do tipo sensilas e pêlos (Bailey 1991). As sensilas campaniformes, localizadas próximas das juntas intersegmentais das pernas do inseto, e os órgãos escolopidiais ou órgão subgenal, localizados na tíbia de todas as seis pernas, são os melhores receptores para as vibrações originárias do substrato (Virant-Doberlet & Cokl 2004). Já os órgãos cercais de baratas, o órgão de Johnston de mosquitos e as arestas de drosófilas são bons exemplos de receptores de sons de campo-próximo (Hoy & Robert 1996). Os órgãos de Johnston, que se localizam na base da antena dos insetos, constituem um mecanoreceptor mais complexo funcionando como um proprioceptor e que também pode ser utilizado, entre outras funções, para perceber os sons de origem aérea (Bailey 1991).

Além disso, outras estruturas mais complexas também exercem a função de receptores de sons como os ouvidos timpanais (Hoy & Robert 1996). Segundo Forrest *et al.* (1997), estas estruturas possuem três características: (i) uma área

afinalada pela cutícula, conhecida como membrana timpânica; (ii) esta membrana está associada a um saco de ar, formado por uma expansão do sistema traqueal; e (iii) a tradução da vibração pela membrana dentro dos sinais neurais é realizada pelas células sensoriais bipolar no órgão sensorial cordotonal.

A utilização de ouvidos timpanais é a maneira mais usual de detecção de sons de origem aérea e evoluiu tanto em vertebrados quanto em várias ordens de insetos como em Orthoptera, Lepidoptera, Mantodea, Hemiptera (Bailey 1991), bem como em coleópteros das famílias Cicindelidae e Scarabaeidae (Hoy & Robert 1996). Segundo Forrest *et al.* (1997), a função primária dos ouvidos de insetos é perceber e localizar os sinais acústicos emitidos por seus coespecíficos ou para detectar os sons gerados por seus predadores e presas.

2.5.1. *Produção de Som em Coleoptera*

A produção de som entre os coleópteros já foi verificada em várias famílias (Carabidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Silphidae, Lucanidae, Trogidae, Acanthoceridae, Passalidae, Geotrupidae, Buprestidae, Anobiidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Attelabidae, **Curculionidae**, Scolytidae, Scarabeidae e Bostrichidae) (Lobanov 2002). Nos coleópteros, os mecanismos de estridulação evoluíram e se diversificaram entre as larvas, pupas e adultos que podem utilizar várias partes do corpo como a cabeça, tórax, abdômen, asas, pernas e o próprio élitro para produzir sons (Haskell 1974).

A estridulação, muito comum entre os besouros, pode ser definida como o processo por meio do qual o som ou vibração é produzido pela fricção de duas partes do corpo que se movem uma contra a outra (Cokl & Virant-Doberlet 2003). Segundo Lobanov (2002), uma das superfícies de atrito se assemelha a uma estrutura em forma de múltiplas cristas paralelas (tipo “lima” ou *pars stridens*) e a outra se assemelha a um dentículo (“raspador” ou *plectrum*) e ambas se movem uma em relação à outra para gerar um som.

Os órgãos estridulatórios de besouros podem estar localizados em posições amplamente diferentes. Adultos de *Lilioceris lillii* (Scopoli, 1763) (Coleoptera: Chrysomelidae) produzem um trinado através de seu aparato estridulatório localizado entre os élitros e o abdômen (Smith 2003). No gênero *Pelobius* Hermanni (Coleoptera: Dytiscidae), a produção de um barulho estridulatório se dá quando os sulcos paralelos (*pars stridens*) localizados

próximos da sutura marginal dos élitros são raspados contra o *plectrum* situado na margem extrema do abdômen (Darwin 1871). Em machos do gênero *Laccobius* Erichon, 1837 (Coleoptera: Hydrophilidae) a *pars stridens* está situada no terceiro pleurito abdominal e possui uma estrutura eulamelada e o *plectrum* está localizado no interior dos élitros (Pirisinu *et al.* 1988).

O aparato estridulatório de *Eupsophulus castaneus* Horn, 1870 (Coleoptera: Tenebrionidae) consiste em um *plectrum*, localizado na face interior do fêmur posterior e uma *pars stridens*, localizada em uma placa lateral entre o tergito e esternito do primeiro segmento abdominal (Slobodchikoff & Spangler 1979). Segundo Serrano *et al.* (2003), o mecanismo de estridulação em *Oxycheila tristis* (Coleoptera: Carabidae) é produzido tanto por machos quanto por fêmeas ao friccionarem a margem interna do fêmur (raspador ou *plectrum*) sobre a epipleura elitral (lima ou *pars stridens*), sendo que os movimentos do abdômen parecem funcionar com um modulador de amplitude e as características temporais do som são fortemente diferentes entre os sexos, mas os espectros de frequência são similares. Os autores mencionam ainda que estas estruturas de estridulação também são encontradas em outras espécies de *Oxycheila*, bem como no grupo próximo *Cheiloxya binotata longipennis* Horn, 1891. Também no gênero *Heterocercus* Fabricius, 1972 (Coleoptera: Heteroceridae) as raspadeiras são localizadas no fêmur e a estridulação é produzida pela sua fricção sobre as limas localizadas nas laterais do primeiro segmento abdominal (Darwin 1871). Em alguns Cerambycidae a área de estridulação está situada na parte anterior do mesonoto que fica coberto pelo pronoto e o som é produzido quando o protórax se move em direção ao mesotórax, deslizando a margem posterior e afiada do mesonoto contra a área de estridulação (Lobanov 2002).

Os órgãos estridulatórios também são amplamente distribuídos entre as larvas de Coleoptera. Em algumas larvas de Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae e Cetoninae, espinhos sobre a maxila são esfregados contra uma placa estriada situada sobre a mandíbula e em larvas de Lucanidae, Passalidae e Geotrupidae, uma série de sulcos (*pars stridens*) sobre a coxa das pernas medianas é friccionada sobre os raspadores (*plectrum*) localizados sobre o trocânter das pernas posteriores (Haskell 1974). O aparato de estridulação das larvas muitas vezes não apresenta uma função muito clara, como nas larvas do passalídeo, *Lucanu cervus*, no qual os sons possivelmente direcionam as larvas para o

propósito de se manterem juntas ou para reivindicarem um espaço, sendo as funções de defesa, proteção e orientação no substrato descartáveis (Sprecher 2003). Segundo Verdú & Galante (2001) algumas larvas de espécies do gênero *Pedaridium* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae) podem ser classificadas pela presença ou ausência de áreas de estridulação na mandíbula e a presença deste aparato de estridulação impediria o contato entre larvas, evitando o canibalismo pela produção de um som de sinalização.

Na ordem Coleoptera, a emissão de sinais acústicos pode estar relacionada tanto aos comportamentos de reprodução quanto aos de ataque e ambos podem estar associados à liberação de feromônios. Por exemplo, o escolitídeo *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, 1905 possui um comportamento antiagregação no qual a ocorrência de estridulação e a liberação de feromônio antiagregação exercem um papel importante, pois juntos criam uma zona territorial, dentro da qual nenhum ataque é permitido e além da qual os ataques são permitidos (Prenzel *et al.* 1999).

Dentro do contexto do comportamento reprodutivo, a estridulação pode ser utilizada por outros escolitídeos do gênero *Ips* para estabelecer uma comunicação no início da formação das câmaras nupciais, e este som geralmente é produzido pelas fêmeas (López & Oliveira 2002). Os besouros platipodídeos, *Platypus quercivorus* (Murayama, 1925) (Coleoptera: Platypodidae) também produzem vários sons pré-acasalamento. Segundo Ohya & Kinuura (2001), as fêmeas de *P. quercivorus* produzem um “trinado de aproximação” para chamar a atenção dos machos e em seguida produzem um zunido de pré-acasalamento que induz os machos a empurrá-las para dentro da galeria onde vai ocorrer o acasalamento; por fim os machos produzem um cricrido enquanto entram na galeria (Figura 3).

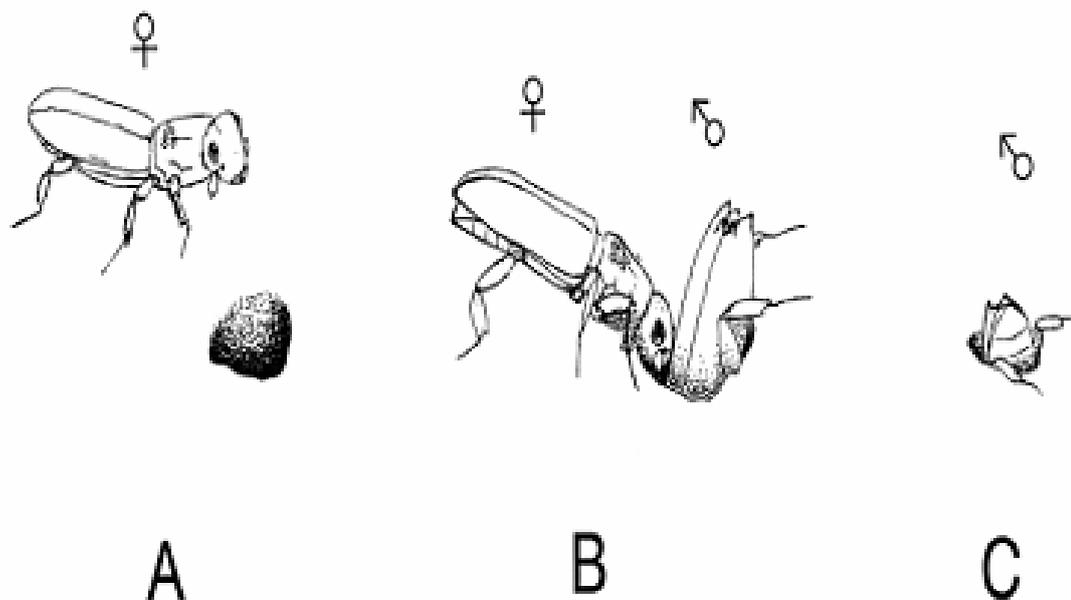


Figura 3 - Três comportamentos seqüenciais de pré-acasalamento acompanhado de sons em *Platypus quercivorus*. (A) uma fêmea caminhando próximo ao buraco da galeria com um “trinado de aproximação”. (B) uma fêmea produzindo um zunido de pré-acasalamento o qual direciona um macho a ajudá-la a entrar na galeria. (C) um macho produzindo um cricrido na galeria com sua extremidade posterior permanecendo fora do buraco após a introdução da fêmea.

Em besouros do gênero *Aphodius* (Coleoptera: Scarabaeidae), são os machos que cantam durante as interações macho-fêmea e a cópula só ocorre nos intervalos entre um canto e outro (Kasper & Hirschberger 2005). Segundo Breidbach (1986), o mecanismo de estridulação de *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) também está envolvido no comportamento de acasalamento, exercendo um papel na estimulação tátil das fêmeas pelos machos coespecíficos. Breidbach (1986) menciona ainda a participação da estridulação no comportamento agressivo destes besouros. No tenebrionídeo, *Eupsophulus castaneus*, além da estridulação que pode estar envolvida no comportamento de defesa, os machos desta espécie ainda produzem um som típico, ao baterem o abdômen contra o substrato, e que possivelmente esteja envolvido de alguma forma no comportamento de acasalamento (Slobodchikoff & Spangler 1979).

A produção de som em coleópteras também pode não estar associada a nenhum destes comportamentos. Por exemplo, machos e fêmeas do cerambicídio *Dectes texanus texanus* só estridulam quando são estressados (Crook *et al.*

2004). Isso também ocorre em *P. quercivorus*, que estridulam também espontaneamente (Ohya & Kinuura 2001). Já em *Odontotaenius disjunctus* (Illiger, 1800) (Coleoptera: Passalidae), a estridulação por distúrbio possui capacidade deterrente, favorecendo o ataque constante do predador, o corvo *Corvus brachyrhynchos* Brehm, 1822 (Buchler *et al.* 1981).

2.5.1.1. Aparato estridulatório e produção de som em Curculionidae

A produção de sons em diversos Curculionidae se dá pelo método de estridulação élitro-abdominal, descrito por Durmortier, em 1963, o qual consiste na fricção do *plectrum*, presente no abdômen, sobre a *pars stridens*, localizada nos élitros (Durmortier 1963). Este mecanismo pode ser encontrado em várias espécies do gênero *Conotrachelus* (Gibson 1967), *Pissodes* (Harman & Kranzler 1969), *Smicronyx* (Hyder & Oseto 1989), *Phrydiuchus* (Wilson *et al.* 1993), entre outros (Durmortier 1963).

Segundo Harman & Harman (1972), tanto o élitro direito quanto o esquerdo de *Pissodes strobi* contêm a *pars stridens*, sendo que esta estrutura difere, quanto ao número e espaçamento dos sulcos, entre machos e fêmeas. Os autores também observaram diferenças nas raspadeiras, localizadas no sétimo tergito abdominal, de machos e fêmeas, quanto ao número de dentes. A estridulação em *P. strobi* e *P. approximatus*, para ambos os sexos, é composta de chiados diplossilábicos de duas partes com duração de 50 e 80 ms e com intervalo entre chiados variando de 5 a 25 ms; apenas as taxas de repetição de chiados dos machos são mais rápidas do que as das fêmeas para ambas as espécies (Harman & Kranzler 1969).

Gibson (1967) observou que a *pars stridens* de três espécies do gênero *Conotrachelus* (*C. naso* LeConte, 1876; *C. posticatus* Boheman, 1837; e *C. carinifer* Casey, 1892) está situada na borda do élitro esquerdo, prolongando-se debaixo do direito; que os sulcos ou *stridulitra* são maiores nos machos do que nas fêmeas, e que o comprimento e a largura da *pars stridens* e o seu número de dentes são variáveis entre os sexos e entre as espécies. De acordo com suas análises, Gibson observou que, nas três espécies de *Conotrachelus*, ambos os sexos possuem *plectra* semelhantes, compostos de dois pares de tubérculos e localizados no sexto tergito abdominal. Em *C. naso* e *C. carinifer*, a estridulação

dos machos difere daquela das fêmeas quanto ao tom (agudo e grave), mas também foram observadas diferenças em velocidade e frequência.

Para Hyder & Oseto (1989), o aparato estridulatório de *Smicronyx fulvus* LeConte, 1876 e *Smicronyx sordidus* LeConte, 1876 é constituído pela *pars stridens* localizada sob a superfície apical dos élitros com sulcos individuais, formando um arco oblíquo em direção à margem sulural, e por dois *pectra* localizados no sexto tergito abdominal. A análise do som, segundo o estudo dos autores, revelou que machos das duas espécies produzem frequências mais altas do que as fêmeas coespecíficas, mas as frequências entre esses machos são diferentes. Os autores observaram também que o alcance da frequência é diferente entre os grupos e a distribuição das densidades de frequências são diferentes entre os sexos.

Em *Phrydiuchus tau* Warner, 1969 o *plectrum* é formado por estruturas emparelhadas, dorso-laterais presentes no sétimo tergito abdominal e a *pars stridens* é constituída de uma série de fendas descontínuas, transversais, situadas ao longo da margem da sutura apical de cada élitro (Wilson *et al.* 1993).

Duas categorias de sons são relatadas para Curculionidae, bem como para outros artrópodes, segundo Alexander (1967): a estridulação por distúrbio e a estridulação de corte. A primeira está relacionada ao som produzido por ambos os sexos em resposta às interações interespecíficas e intraespecíficas, associadas aos comportamentos de defesa e alarme. Já a estridulação de corte é utilizada na comunicação intraespecífica, relacionada com os comportamentos de acasalamento.

Em *P. tau* foi observada a presença destes dois tipos de som, sendo que a estridulação de corte consiste em dois pulsos curtos a intervalos de 40 ms separados por aproximadamente 500 ms e os sons de distúrbio, também de pulso duplo, são repetidos de forma irregular (Wilson *et al.* 1993). Em *S. fulvus* e *S. sordidus*, a produção de som também está relacionada ao comportamento de corte, sendo que o segundo *plectrum* é usado para produzir sons antes e durante a cópula (Hyder & Oseto 1989). Em *C. nenuphar*, Manpe & Neuzig (1966) observaram que gorgulhos adultos de ambos os sexos podem atrair o sexo oposto pela estridulação, entretanto, a cópula nesta espécie aconteceu muitas vezes sem ser precedida pela estridulação. Em outras espécies do gênero, não foi observada nem registrada a produção de som quando os gorgulhos não eram

induzidos a isto (Gibson 1967), o que pode caracterizar neste gênero uma estridulação por distúrbio. Segundo Harman & Kranzler (1969), diferenças nas taxas de chiado entre os sexos de *Pissode strobi* e *P. aproximatus* podem ser uma característica sexo-específica utilizada dentro do comportamento de acasalamento.

3. TRABALHOS

DIMORFISMO SEXUAL DE *AMERRHINUS YNCA* SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RESUMO

Amerrhinus ynca é um coleóptero da família Curculionidea, originário do Brasil. Este inseto é encontrado danificando a ráquis foliar de coqueiros. Este trabalho foi realizado para estabelecer um método de sexagem de adultos de *Amerrhinus ynca* que permita a realização de estudos comportamentais. Adultos de *A. ynca* capturados em um plantio comercial de coco foram levados para o laboratório e com base em características citadas na literatura para sexar outros Curculionidae, formaram-se casais que foram observados até a ocorrência de cópulas. Em seguida, machos e fêmeas (n=60) foram sacrificados e sob lupa estereoscópica (40 X) observou-se a sua morfologia externa e com um paquímetro digital mediu-se o comprimento e a largura corporal. Foram encontradas três características morfológicas distintas entre os sexos de adultos de *A. ynca*: (i) os dois primeiros esternitos abdominais nas fêmeas apresentam um formato convexo enquanto nos machos os mesmos esternitos são ligeiramente côncavos, (ii) a margem posterior do 5^o esternito nas fêmeas

apresenta um entalhe mediano, enquanto nos machos é totalmente arredondada e (iii) o oitavo tergito abdominal nas fêmeas é recoberto pelo sétimo e, nos machos, é visível. Médias de comprimento e largura do corpo foram maiores nas fêmeas que nos machos.

ABSTRACT

Sexual dimorphism of the *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae)

Amerrhinus ynca is a beetle of the family Curculionidae, native of Brazil. This insect damages the petiole of coconut trees. The aim of this work is to determine a sexing method of *A. ynca* adult to be used in behavioral studies. Adult insects of *A. ynca* captured in a commercial plantation of coconut were taken to the laboratory, individualized and fed. One hundred and twenty adults of *A. ynca* were observed (60 couples) and the sexual identity of the insects was obtained by observing the characteristics mentioned in the literature for sexing *Homalinotus coriaceus* (Coleoptera; Curculionidae), and confirmed by observing the courtship. The search for external morphological characters was accomplished under magnifying stereoscopic microscope (40 X). The the distance between the extremities: from the head to the posterior part of the elytra was used to measure body length, for the width, the largest distance among the sides of the body. Three morphological characters can be used to differentiate sexes of adults of *A. ynca* in the field and in the laboratory: (i) the configuration of the 1st and of the 2nd abdominal sternite, (ii) the shape of the posterior margin of the 5th sternite and (iii) the design and the shape of the last abdominal tergite. The length and width averages differed statistically for both sexes, being the females larger than the males.

INTRODUÇÃO

A broca-do-pecíolo ou broca-da-ráquis-foliar do coqueiro, *Amerrhinus ynca* Sahlberg 1823, é um coleóptero Curculionidea, originário do Brasil (Gomes, 1992). As populações deste inseto são encontradas danificando a ráquis foliar de coqueiros adultos (Ferreira *et al.* 1998) e também podem ser encontradas atacando os talos foliares do licurizeiro (Bondar 1940).

O adulto de *A. ynca* é uma broca de coloração amarela a esbranquiçada (Moura & Vilela 1998), com manchas pretas espalhadas pelo corpo (Gomes 1992), cujo comprimento varia de 14 mm a 22 mm de comprimento, além de um rostro que pode variar de 4 mm, nos menores exemplares, até 6 mm, nos maiores (Ferreira *et al.* 1998). É um besouro de hábitos diurnos que pode ser observado alimentando-se das flores masculinas do coqueiro (Moura & Vilela, 1998).

Em algumas fases dos estudos de biologia, comportamento e ecologia, faz-se necessário a determinação dos sexos de insetos adultos (Duan *et al.* 1999), como, por exemplo, em estudos de comportamento que envolvam respostas a sinais químicos (feromônios), nos quais há a necessidade de determinar a natureza do feromônio e as diferenças sazonais entre machos e fêmeas (Innocenzi *et al.* 2002).

Pouco se conhece sobre a biologia de *A. ynca* (Mirizola-Filho 2002), portanto, visando desenvolver estudos sobre sua biologia, ecologia e comportamento, este trabalho pretende descrever diferenças morfológicas que sejam distintas entre os sexos e que sirvam na diferenciação sexual durante as atividades de campo e laboratório.

MATERIAIS E MÉTODOS

Insetos adultos de *A. ynca* foram coletados no município de Quissamã, Estado do Rio de Janeiro, no período de março a setembro de 2004. Os insetos coletados foram mortos em solução de álcool 70%, em laboratório.

Os estudos foram realizados no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia do Centro de Ciência e Tecnologia Agropecuária da Universidade

Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro. Adultos de *A. ynca* coletados no campo foram acondicionados dentro de gaiolas de acrílico (30 X 30 X 30 cm) com dieta artificial de cana-de-açúcar. Assim que se formava um casal, possíveis machos e fêmeas foram separados em recipientes diferentes até a confirmação dos sexos. Esta, por sua vez, foi feita da seguinte maneira: após separar 60 indivíduos de cada sexo, os possíveis machos e fêmeas tiveram seus sexos confirmados ao se observar a presença ou ausência do oitavo tergito abdominal, conforme característica utilizada para diferenciar outros Curculionidae (Sarro et al. 2004).

A avaliação das características morfológicas externas foi realizada sob lupa estereoscópica com capacidade de aumento de até 40 vezes. Procuraram-se características que servissem na diferenciação dos sexos dos indivíduos dessa espécie, tais como o tamanho do corpo, sua coloração, o comprimento do rostro e da cabeça, a forma das antenas e das pernas, e variações nos segmentos torácicos e abdominais (Duan *et al.* 1999). Para a medida do comprimento, considerou-se a distância entre a extremidade anterior da cabeça e a posterior dos élitros, e para a largura, a maior distância entre os lados do corpo (Anjos 1992) (Figura 1). As medidas de comprimento e largura dos insetos foram coletadas com o auxílio de um paquímetro digital e os dados submetidos à análise de variância (ANOVA).

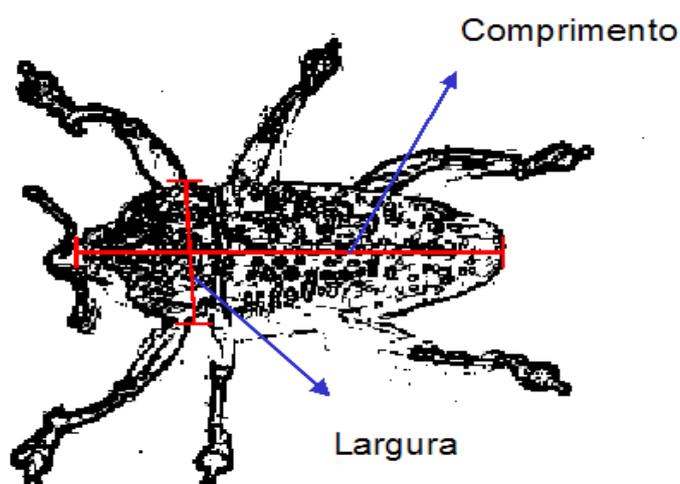


Figura 1 – Esquema mostrando como foram obtidas as medidas corporais de *Amerrhinus ynca*.

RESULTADOS

Três caracteres morfológicos podem ser utilizados para diferenciar os sexos de adultos de *A. ynca* no campo e no laboratório: (i) a conformação do 1º e do 2º esternitos abdominais, (ii) a forma da margem posterior do 5º esternito e (iii) a disposição e forma do último tergito abdominal.

Adultos de *A. ynca* apresentam, na parte ventral, cinco esternitos abdominais visíveis. Os dois primeiros não apresentam mobilidade e são maiores que os demais. Entretanto, nas fêmeas deste gorgulho, os dois primeiros esternitos abdominais apresentam um formato convexo enquanto nos machos os mesmos esternitos são de ligeiramente côncavos a planos (Figura 2).

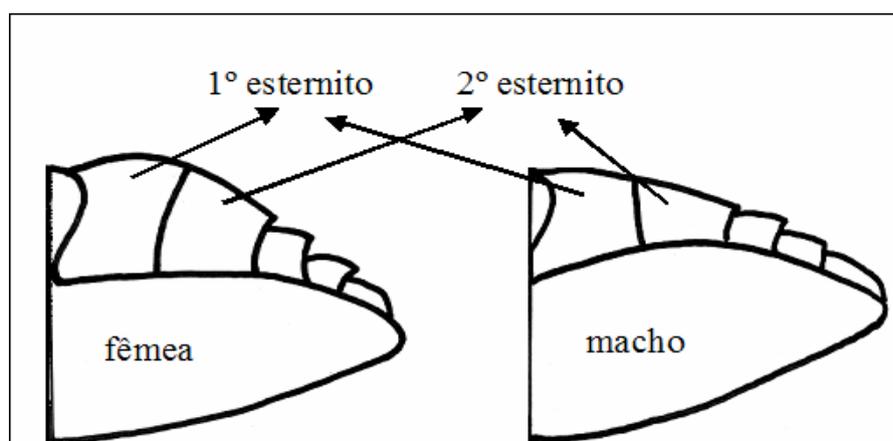


Figura 2 - Esquema da vista lateral do abdômen de ambos os sexos de *Amerrhinus ynca*, mostrando a diferença anatômica existente entre os dois primeiros segmentos abdominais.

Constatou-se que a margem da extremidade posterior do 5º esternito das fêmeas de *A. ynca* apresenta um entalhe mediano, enquanto nos machos esta característica não foi observada, ou seja, neles a extremidade se apresenta de forma totalmente arredondada (Figura 3).

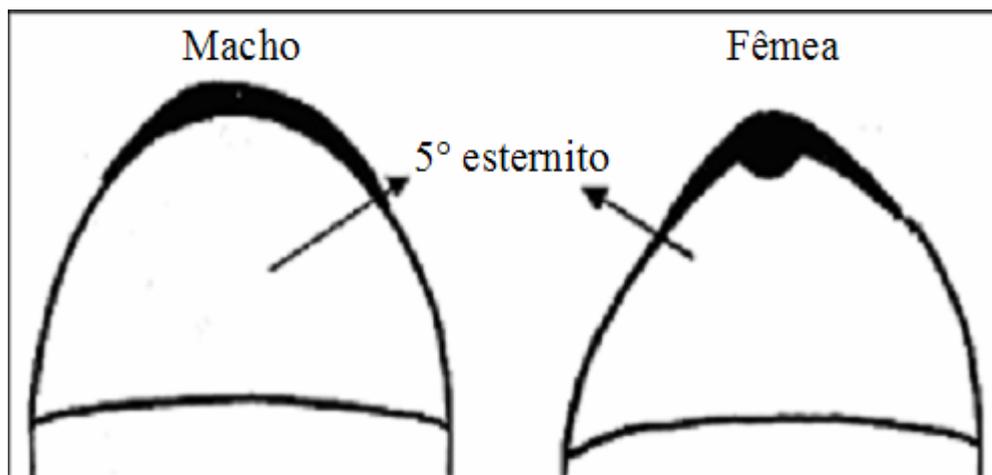


Figura 3 – Esquema da vista ventral do final do abdômen de ambos os sexos de *Amerrhinus ynca*, mostrando a diferença existente na margem posterior do quinto esternito.

A terceira característica observada se encontra na parte dorsal do abdômen (Figura 4). Observou-se que em fêmeas adultas de *A. ynca* o oitavo tergito abdominal é recoberto pelo sétimo, ao passo que nos machos o oitavo tergito é visível. Sarro *et al.* (2004), ao estudarem a morfologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal, 1836), obtiveram os mesmos resultados, e suas observações serviram de base no momento de se decidir entre os sexos dos adultos de *A. ynca*. Além disso, o oitavo tergito dos machos de *A. ynca* é mais curto do que o sétimo tergito. Observou-se ainda que a extremidade final do abdômen, formada pelo oitavo tergito nos machos e pelo pigídio nas fêmeas, também apresenta diferenças, sendo que nas fêmeas esta extremidade é mais afinada quando comparada com a dos machos (Figura 4).

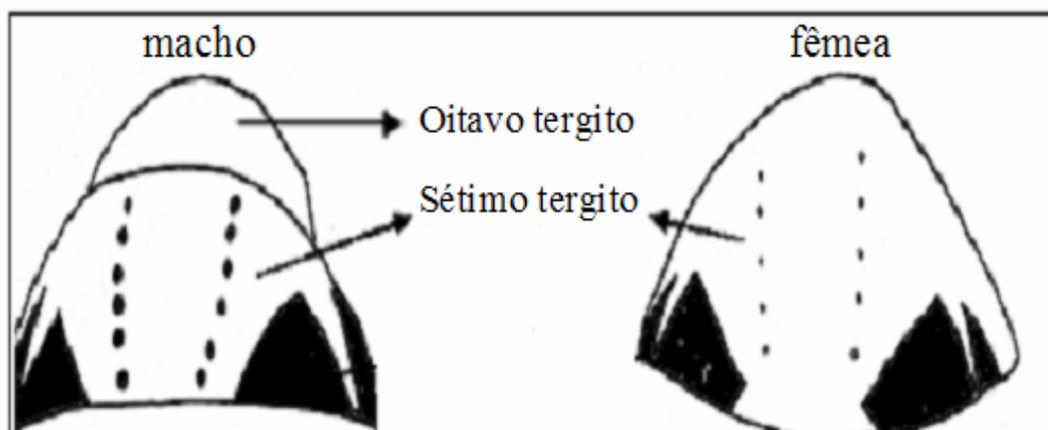


Figura 4 – Esquema da vista dorsal do abdômen, mostrando a diferença entre machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* quanto à disposição dos tergitos abdominais.

As médias do comprimento e largura do corpo de adultos de *A. ynca*, bem como as suas amplitudes, encontram-se na tabela 1. As médias de comprimento e largura diferem estatisticamente para ambos os sexos, sendo as fêmeas maiores que os machos. Entretanto, as medidas corporais não podem ser utilizadas para separar os adultos, uma vez que as amplitudes se sobrepõem, tanto em relação à largura, quanto em relação ao comprimento do corpo.

Tabela 1 – Morfometria corporal de adultos, machos e fêmeas, de *Amerrhinus ynca*.

Adultos	Comprimento do corpo ¹ (amplitude) (mm)	largura do corpo ² (amplitude) (mm)	Número de exemplares
Macho	17,49 ± 0,20a (13,44 - 20,14)	7,29 ± 0,73a (5,33 - 8,43)	60
Fêmea	18,70 ± 0,12b (16,35 - 20,85)	8,00 ± 0,41b (6,76 - 8,74)	60

^{1, 2}, Médias dos comprimentos e larguras seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si (ANOVA; P = 0,05).

DISCUSSÃO

A diferença morfológica entre os dois primeiros esternitos abdominais de machos e fêmeas de *A. ynca* também foi observada no gênero *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae) nas espécies *C. nenuphar* (Herbst, 1797) (Thomson 1932), *C. neomexicanus* Fall, 1913 (Bodenham *et al.* 1976) e *C. schoofi* Papp, 1978 (Teddars & Payne 1986). Já para a tribo Molytini (Coleoptera: Curculionidae), Craw (1999) também observou diferenças sexuais na margem do quinto esternito abdominal, que é menor e mais transversal nos machos e maior, mais comprido e mais arredondado, nas fêmeas. Em fêmeas de *Ganglionus mitigatus* Franz, 2001 (Coleoptera: Curculionidae), Franz & O'Brien (2001) observaram que a margem posterior do oitavo esternito abdominal é que é distintamente emarginada.

O recobrimento do oitavo tergito abdominal em fêmeas parece ser uma característica comum entre alguns besouros da família Curculionidae, tendo sido relatada em *C. neomexicanus* Fall, (Bodenham *et al.* 1976), *Phrydiuchus tau* Warner, 1969 (Wilson *et al.* 1993) e *Pissodes strobi* (Peck, 1817) (Harman & Harman 1972).

Estudos sobre a morfometria corporal de adultos de *Conotrachelus schoofi*, desenvolvidos por Tedders & Payne (1986) mostraram que as fêmeas são em média ligeiramente maiores que os machos e que as variações no tamanho do corpo se sobrepõem, tornando-se uma característica distintiva não confiável. Já para *H. coriaceus*, Sarro *et al.* (2004) não encontraram diferenças corporais entre os adultos (machos e fêmeas) trazidos do campo. Os autores observaram apenas diferenças na largura do corpo de indivíduos vindos do campo em relação àqueles criados em laboratório.

Não foram encontradas, para *A. ynca*, diferenças na coloração nem na forma das pernas e antenas. Duan *et al.* (1999), após examinarem centenas de adultos de *Anthonomus pomorum* Linneaus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae), também não observaram diferenças discriminatórias entre machos e fêmeas em relação a cor e morfologia das pernas e antenas. Para *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), Innocenzi *et al.* (2002) observaram algumas vezes diferenças entre os sexos pela posição das antenas e pela curvatura das tíbias, mas concluíram que a diferença intra-sexual destas características não permite uma discriminação

confiável. Já em *Mauritinus seferi* Bondar, 1960 (Coleoptera: Curculionidae), Barbosa & Valente (2003) observaram que machos adultos deste gorgulho apresentam no centro distal da face interna da protíbia uma franja de longas setas castanho-amareladas, que é ausente nas fêmeas e que serve, portanto, como característica discriminatória dos sexos. Existem outras diferenças morfológicas associadas ao aparato responsável pela produção de som em *A. ynca* que serão tratadas com maiores detalhes no quarto trabalho desta dissertação.

RESUMOS E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer um método de sexagem de adultos de *Amerrhinus ynca* que permita a realização de estudo sobre sua biologia, ecologia e comportamento. Para isso, adultos de *A. ynca* capturados em um plantio comercial de coco foram levados para o laboratório e, após observação de casais em cópula, possíveis machos e fêmeas foram separados e a confirmação de sua identidade sexual se deu ao observar a presença ou ausência do oitavo tergito abdominal. em cópula. Em seguida, machos e fêmeas (n=60) foram sacrificados e a sua morfologia externa foi observada sob lupa estereoscópica com aumento de até 40 vezes e com um paquímetro digital foram medidos o comprimento e a largura corporal. Foram encontradas três características morfológicas distintas entre os sexos de adultos de *A. ynca*: (i) os dois primeiros esternitos abdominais nas fêmeas apresentam um formato convexo enquanto que nos machos os mesmos esternitos são ligeiramente côncavos, (ii) a margem posterior do 5^o esternito nas fêmeas apresenta um entalhe mediano, enquanto que nos machos é totalmente arredondada e (iii) o oitavo tergito abdominal nas fêmeas é recoberto pelo sétimo e, nos machos, é visível. Médias de comprimento e largura do corpo foram maiores nas fêmeas que nos machos.

Portanto, os sexos dos adultos de *A. ynca* podem ser facilmente diferenciados pela verificação da morfologia dos dois primeiros esternitos abdominais, forma da margem posterior do quinto esternito, tamanho e forma do penúltimo tergito abdominal. Dentre estes, os dois primeiros caracteres são os mais adequados por apresentarem confiabilidade e praticidade, não provocando

danos nem alterando o comportamento dos insetos durante a verificação das características. As medidas morfométricas desses coleópteros, por sua vez, não servem para a diferenciação dos sexos, uma vez que suas amplitudes se sobrepõem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjos, N. (1992) *Taxonomia, ciclo de vida e dinâmica populacional de Costalimaita ferruginea (Fabr., 1801) (Coleoptera: Chrysomelidae), praga de Eucalyptus spp. (Myrtaceae)*. Tese (Doutorado em Entomologia). Piracicaba.-SP, Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 165 p.
- Barbosa, M. L. L. & Valente, R. M. (2003) *Mauritinus seferi* Bondar, 1960: bionomy, description of immature stages and redescription of adult (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (1):81-88.
- Bodenham, J.; Stevens, R. E. & Thatcher, T. O. (1976) A cone weevil, *Conotrachelus neomexicanus*, on Ponderosa Pine in Colorado: life history, habits, and ecological relationships (Coleoptera: Curculionidae). *The Canadian Entomologist*, 108:693 – 699.
- Bondar, G. (1940) *Insetos Nocivos e Moléstias do Coqueiro (Cocos nucifera) no Brasil*. Salvador:Tipografia Naval, 156 p.
- Craw, R. C. (1999) Molytini (Insecta: Coleoptera: Curculionidae: Molytinae). *Fauna of New Zealand* 39:68p. Disponível em: <<http://www.landcareresearch.co.nz/research/biodiversity/invertebratesprog/faunaofnz/extracts/FNZ39/fnz39mor.asp>>, acesso em: março de 2005.
- Duan, J. J.; Weber, D. C.; Hirs, B. A. & Dorn, S. (1999) A new character for sex differentiation of adults of *Anthonomus pomorum* L. (Col., Curculionidae). *Journal Applied Entomology*. 123:319-320.
- Ferreira, J. M. S.; Lima, M. F.; Santana, D. L. Q. & Moura, J. I. L. (1998) Pragas do coqueiro. In: Sobrinho, R. B.; Cardoso, J. E. & Freire, F. C. (eds.). *Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial*. Brasília: Embrapa-SPI, p. 81-118.
- Franz, N. M. & O'Brien, C. W. (2001) *Ganglionus*, a new genus of Derelomini (Coleoptera: Curculionidae) associated with *Carludovica* (Cyclanthaceae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94 (6):835-850.
- Gomes, R. P. (1992) *O Coqueiro da Bahia*. 6. ed. São Paulo: Nobel, 111 p.

- Harman, D. M. & Harman, A. L. (1972) Stridulatory mechanisms in the White Pine Weevil, *Pissodes strobi*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65:1076 – 1079.
- Innocenzi, P. J.; Hall, D. R.; Cross, J. V. & Green, S. V. (2002) Sexing adults of the strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* (Col., Curculionidae). *Journal Applied Entomology*, 126:159-160.
- Mirizola-Filho, L. A. (2002) *Cultivo de coco anão*. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 322p.
- Moura, J. I. L. & Vilela, E. F. (1998) *Pragas do Coqueiro e Dendezeiro*. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 124 p.
- 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). *Neotropical Entomology*, 33 (1):7-12.
- Tedders, W. L. & Payne, J. A. (1986) Biology, life history, and control of *Conotrachelus schoofi* (Coleoptera: Curculionidae) on Pecans. *Journal of Economic Entomology*, 79:490-496.
- Thomson, J. R. (1932) Sex differentiation of adults of *Conotrachelus nenuphar*. *Journal of Economic Entomology*, 25:807-810.
- Wilson, L. M.; Henry, C. S.; Johnson, J. B. & McCaffrey, J. P. (1993) Sound production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86:621 – 630.

COMPORTAMENTO DE CORTE E ACASALAMENTO DE *AMERRHINUS YNCA* SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RESUMO

A chave para se entender a biologia de uma espécie é conhecer o seu comportamento reprodutivo. Assim é possível identificar e manipular pontos vulneráveis dentro deste processo os quais permitirão que medidas de controle e monitoramento sejam desenvolvidas com o propósito de reduzir a ação de organismos competidores, como os insetos-praga. *Amerrhinus ynca* é um curculionídeo de importância econômica para algumas regiões do Brasil, e pouco se conhece sobre sua biologia, por isso o objetivo deste trabalho foi investigar e descrever seu comportamento de corte e acasalamento. Casais de *A. ynca* foram observados de forma direta e através de filmagem. Registrou-se a frequência dos atos comportamentais envolvidos no comportamento de acasalamento e a duração da cópula, corte e pós-cópula. Acasalamentos ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase. Os machos iniciaram a monta 119 ± 75 min após a formação dos grupos, permanecendo em corte durante $3 \pm 2,5$ min. A cópula durou 51 ± 49 min. Os atos mais frequentes dos machos durante a pré-cópula foram a estridulação e a estimulação do corpo da fêmea com as pernas anteriores. Durante a cópula o ato mais observado foi a estimulação do protórax da fêmea com o primeiro par de pernas e a raspagem com o rostro no pronoto das fêmeas. As fêmeas de *A. ynca* acasalaram múltiplas vezes e em geral com vários machos. Após a primeira cópula os machos apresentaram comportamento

de guarda da fêmea, permanecendo sobre seu dorso por períodos que variaram de 40 min a 33 horas. *A. ynca* é uma espécie poliândrica que apresenta uma seqüência comportamental de pré-cópula e cópula similar à de outras espécies da família Curculionidae. Os machos permanecem sobre o dorso da fêmea evitando que elas sejam copuladas por outros machos.

ABSTRACT

Courtship and mating behavior of the *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae)

Understanding the biology of species and knowing their sexual behavior one can identify and manipulate vulnerable points that make possible controlling and monitoring in order to reduce the action of competitor organisms, as the insect-pests. The objective of this work was to investigate and describe the behavioral acts involved in the precopulation, copulation and poscopulation as well as the system mating of this insect. Couples of *A. ynca* were analyzed through direct observation and images were also obtained by filming. In both cases frequency and duration of acts involved in mating behavior were registered. Mating happened under photophase as well as under scotophase. The males began mounting the females 119 ± 75 min after the formation of the couples and they stayed courting them during $3 \pm 2,5$ min. The copulation lasted 51 ± 49 min. Most frequent behavior acts among the males during the precopulation were stridulation and stimulation of the female's body with the front legs. During copulation the most observed behavioral act was stimulation of the protorax of the female with the first pair of legs and the scratching of the pronotum of the female with the rostrum. The females of *A. ynca* mated multiple times and in general with several males. After the first copulation the males presented guarding behavior of the female, staying on its back for periods that varied from 40 min to 33 h probably to avoid the sperm competition. *A. ynca* is a polyandrous species that presented a behavioral sequence of precopulation and copulation similar to those of other curculionidae species.

INTRODUÇÃO

A chave para se entender a biologia de uma espécie é conhecer o seu comportamento reprodutivo. Assim é possível identificar e manipular pontos vulneráveis dentro deste processo os quais permitirão que medidas de controle e monitoramento sejam desenvolvidas com o propósito de reduzir a ação de organismos competidores (Lloyd 1979), como os insetos-praga. Por exemplo, os estudos sobre o comportamento de acasalamento são fundamentais para o desenvolvimento de técnicas de atração e esterilização utilizadas para reduzir níveis de infestação de insetos-praga (Wojcik 1969).

Associados ao comportamento de acasalamento, principalmente durante o processo de corte, estão a emissão e a recepção de sucessivos estímulos que irão gerar no receptor um padrão elaborado e apropriado de respostas (Viana & Vilela 1996). Todo este processo é moldado e controlado pela relação de custos e benefícios intimamente ligada à competição intra e intersexual (Daly 1978) e que varia de acordo com o sistema de acasalamento (Suzuki *et al.* 2005). Por exemplo, fêmeas de muitas espécies de animais geralmente acasalam com vários machos (Olsson *et al.* 1994). A poliandria provavelmente evoluiu porque os benefícios de múltiplos acasalamentos em fêmeas poliândricas excedem os custos ou porque os machos manipulam a interação no sentido de seu sucesso reprodutivo (Campbell 2005).

As interações entre machos e fêmeas geralmente não terminam com a cópula (Wiley 1997). Neste ponto, tem-se o conflito sexual que ocorre quando características que aumentam o sucesso reprodutivo de um dos sexos levam à redução no sucesso do outro sexo (Stockley 1997). Assim, fêmeas podem se beneficiar de diversas maneiras pela discriminação entre machos potenciais, antes, durante e depois do acasalamento (Wedell 1996). Os machos devem "persuadir" as fêmeas para que elas usem o seu esperma melhor do que o de qualquer outro macho (Wiley 1997).

Estudos sobre a biologia e o comportamento reprodutivo em Curculionidae já foram realizados em diversas espécies, como *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Bartlett *et al.* 1968), *Conotrachelus nenuphar* (Herbst, 1797) (Johnson & Hays 1969), *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Walgenbach & Burkholder 1987), *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Viana &

Vilela 1996), *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 (Carbone & Rivera 1998), *Pissodes strobi* (Peck) (Lewis *et al.* 2002), *Sitophilus oryzae* Lineaus (Campbell 2005) e *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal, 1836) (Duarte *et al.* 2002). Em *Amerrhinus ynca* é a primeira vez que se estuda o comportamento de corte e acasalamento, por isso o objetivo deste trabalho foi investigar e descrever os atos comportamentais envolvidos na pré-cópula, cópula e pós-cópula deste inseto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Adultos de *Amerrhinus ynca* coletados num plantio comercial de coco localizado no município de Quissamã, RJ, foram transportados para o Laboratório de Entomologia e Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense. No laboratório, os insetos foram separados por sexo e mantidos até a realização dos experimentos em caixas de acrílico (30 x 30 cm) com alimento (cana-de-açúcar). Os insetos foram mantidos a 25 ± 2 °C, fotoperíodo de (12:12h) luz-escuro, com escotofase iniciada às 20 horas. O comportamento de acasalamento foi analisado através de observações diretas e por imagens obtidas através de filmagem.

As imagens utilizadas na observação do comportamento de acasalamento foram obtidas com a filmagem focal contínua dos insetos, utilizando-se micro-câmeras monocromáticas com luz infravermelha, para filmar durante escotofase. Estas micro-câmeras foram acopladas a um computador para digitalizar as imagens e seu funcionamento foi gerenciado através do programa de monitoramento de imagens "Geovision GV 600". Foram observados cinco casais mantidos juntos dentro de uma caixa, cujas paredes inferiores foram constituídas de vidro (30 X 20 X 10 cm), e as paredes superiores de isopor (25 cm de altura com uma inclinação de 45°) com uma tampa de vidro (30 X 20 cm) (Figura 1). Os insetos foram identificados com tinta à base de água no ventre e no dorso e filmados continuamente durante 36 horas. As imagens foram analisadas utilizando-se o programa Windows Media Player© v. 10.0 em um computador Windows XP®. Durante as análises foram observados os atos envolvidos no comportamento de acasalamento e algumas variáveis associadas às interações entre os indivíduos (Tabela 1).

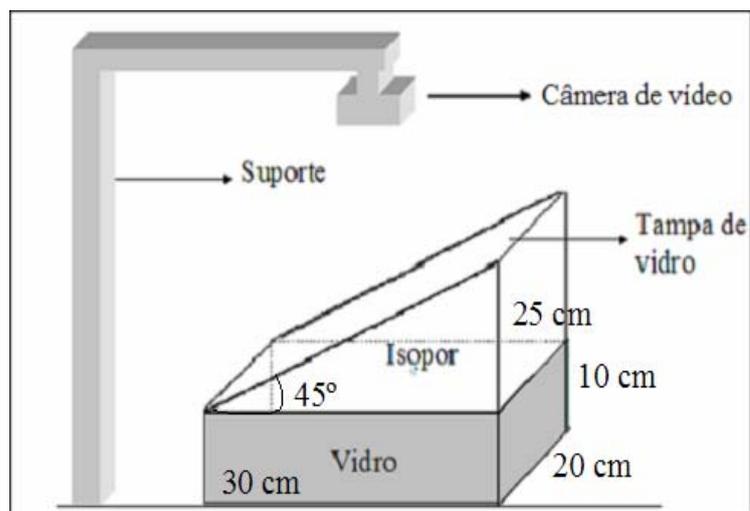


Figura 1 – Esquema da arena utilizada para filmar os casais de *Amerrhinus ynca*.

A observação direta do comportamento de corte e acasalamento de *A. ynca* foi realizada com 30 casais, mantidos em caixas Gerbox[®] (10 x 10 x 5 cm) durante 5 horas. Durante este período foram registrados os atos comportamentais associados ao processo de acasalamento. Os insetos foram observados em seis módulos com cinco casais por observação, durante três dias. As observações foram feitas em sala climatizada com temperatura de 25° C, alternando manhã e tarde. Os atos comportamentais (Tabela 1) foram anotados em planilhas confeccionadas para este fim, nas quais foi registrada a frequência de cada ato comportamental, além do início e fim da corte, cópula e pós-cópula.

Foi elaborado um etograma dos atos comportamentais envolvidos no processo de acasalamento, e apresentada a frequência de cada ato em 30 casais observados. Optou-se pela observação direta porque através das imagens foi impossível determinar o momento exato do início e término da cópula, pois, dependendo da posição da fêmea na arena de filmagem, não era possível quantificar alguns atos comportamentais.

Tabela 1 – Descrição dos atos comportamentais e variáveis envolvidas no comportamento de acasalamento de *Amerrhinus ynca*.

Ato comportamental	Descrição
Monta normal	O macho sobe na fêmea tocando a cabeça e o pronoto com as antenas.
Monta em giro	O macho sobe na fêmea tocando a parte final do abdômen com as antenas.
Antenação	Movimento intenso das antenas.
Estridulação	Produção de som ao friccionar os élitros contra o abdômen.
Estimular o protórax da fêmea com as pernas anteriores	O macho esfrega, utilizando um espinho localizado na tíbia das pernas anteriores, as laterais do protórax da fêmea.
Estimular o abdômen da fêmea com as pernas medianas e posteriores.	O macho esfrega as laterais do abdômen da fêmea utilizando as pernas medianas e posteriores para estimulá-la.
Tentativas de cópula	O macho expõe a genitália para tentar penetrar a fêmea.
Raspar com o rosto.	O macho raspa o rosto sobre o pronoto da fêmea em movimentos de vai-e-vem.
Variáveis	Descrição
Tempo de disponibilidade da fêmea	Tempo desde o momento em que um macho desce do dorso da fêmea até o momento em que outro ou o mesmo macho inicia uma nova monta.
Monta de pós-cópula	Tempo que o macho permanece sobre o dorso da fêmea, após a primeira cópula, até a sua descida.
Latência	Tempo desde o início das observações até o início da monta do macho sobre o dorso da fêmea.
Duração da corte	Tempo desde o início da monta até o início da cópula.
Duração da cópula	Tempo desde o início da penteração até a retirada do edeago do macho.
Duração da pós-cópula	Tempo desde o fim da cópula até o momento em que o macho desce da fêmea ou inicia uma nova seqüência comportamental de corte.

RESULTADOS

Os acasalamentos de *Amerrhinus ynca* ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase. Dos 30 casais, 90 % iniciaram o acasalamento e foram bem sucedidos. Os machos iniciaram a monta $119,19 \pm 75,91$ min após o início

das observações e permaneceram $2,67 \pm 2,59$ min cortejando as fêmeas até iniciarem a cópula, que teve uma duração de $50,98 \pm 49,45$ min (Tabela 2).

Tabela 2 – Média e amplitude dos tempos de início da monta, duração da corte e da cópula em *Amerrhinus ynca*

	Média \pm desvp (min)	Amplitude (min)
Latência	$119,19 \pm 75,91$	10,00 – 288,00
Duração da corte	$2,67 \pm 2,59$	0,50 – 11,00
Duração da cópula	$50,98 \pm 49,45$	4,00 – 163,00

Após a cópula, 81% dos machos permaneceram em cima das fêmeas, 8% abandonaram a fêmea e não acasalaram novamente e 11% se afastaram da fêmea, mas voltaram a acasalar novamente. Daqueles que permaneceram em cima da fêmea após a primeira cópula, 36 % chegaram a copular mais uma vez, 36% copularam mais duas vezes, 5% copularam mais quatro vezes e 23% não copularam novamente, apesar de terem sido observados novos cortejos (Figura 2).

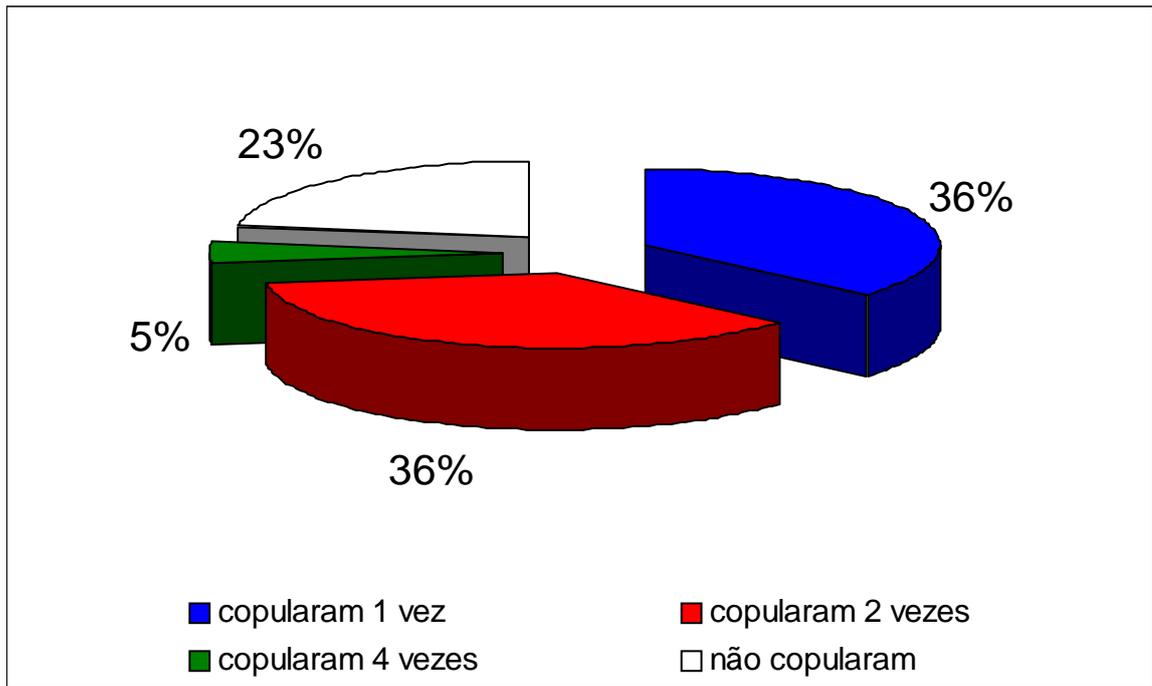


Figura 2 – Porcentagem de casais que copularam (uma, duas e quatro vezes) e que não copularam, dos 22 machos que permaneceram sobre a fêmea após a primeira cópula.

Das observações obtidas indiretamente, através de imagens de vídeos, verificou-se que os machos de *A. ynca* permaneceram sobre as fêmeas. $8,81 \pm 9,30$ horas, sendo que o menor tempo foi de 37,2 min e o maior de 33,7 horas (Figura 3). Este valor maior corresponde à fêmea 04 que não trocou de parceiro, até o final das observações o macho ainda permanecia em cima dela. Durante este período, os machos chegaram a uma média de $2,07 \pm 1,43$ cópulas.

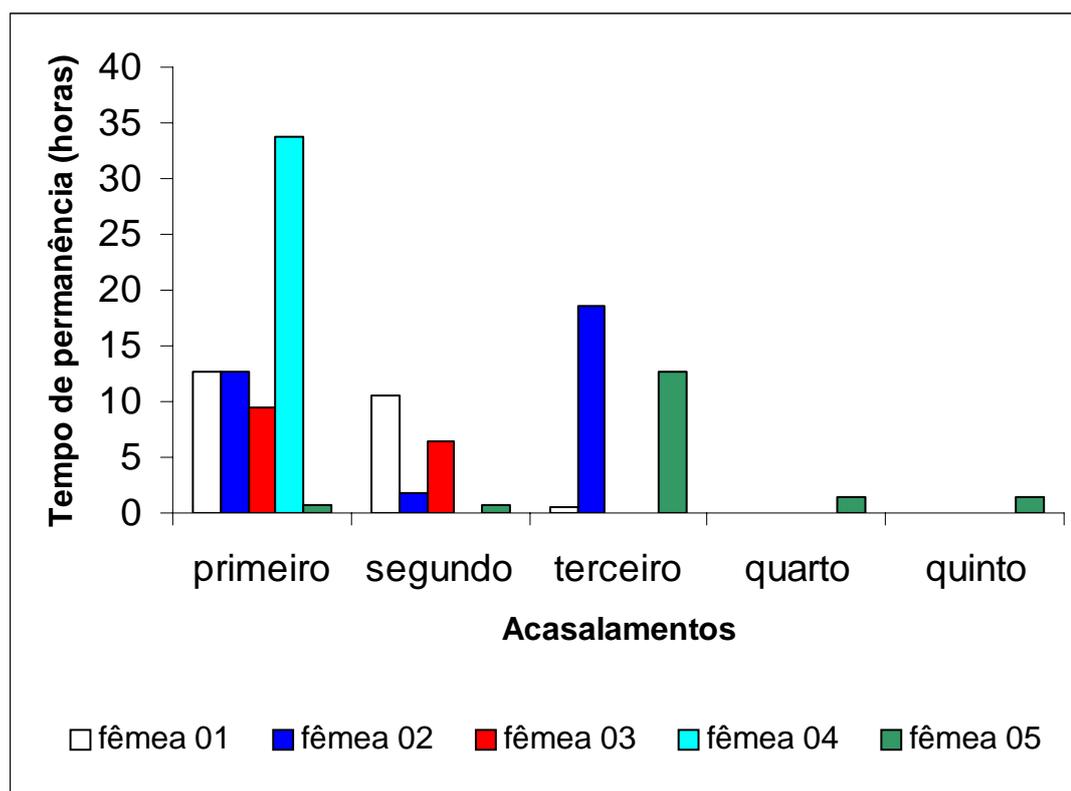


Figura 3 – Tempo de permanência dos machos de *Amerrhinus ynca* sobre o dorso das fêmeas após a primeira cópula.

Quatro das cinco fêmeas de *A. ynca* trocaram de parceiro mais de uma vez ou voltaram a ser montadas pelo mesmo macho mais de uma vez (Tabela 3). O tempo médio que a fêmea ficou disponível a uma nova monta variou entre 0,27 e 14,77 horas (Tabela 4).

Tabela 3 – Quantidade de vezes que as fêmeas de *Amerrhinus ynca* trocaram de parceiros e quantas vezes ela voltou a ser montada pelo mesmo macho. A letra X representa os parceiros e a quantidade de monta

FÊMEA	MACHO					TOTAL DE MONTAS
	1	2	3	4	5	
1	X				X X	3
2	X X	X	X			4
3		X	X			2
4				X		1
5	X		X X X X			5

Tabela 4 – Tempo de disponibilidade das fêmeas de *Amerrhinus ynca* para um novo acasalamento

Fêmea	Tempo de predisposição (horas)			
	1 ^a a 2 ^a monta	2 ^a a 3 ^a monta	3 ^a a 4 ^a monta	4 ^a a 5 ^a monta
1	1,83	0,85	-	-
2	0,07	1,89	-	-
3	14,77	-	-	-
4	-	-	-	-
5	0,27	0,06	1,25	1,65

A seqüência dos atos comportamentais envolvidos na pré-cópula, cópula, e pós-cópula está representada no etograma da figura 4. Assim que o macho encontra a fêmea, ele a toca com as antenas e com os tarsos das pernas anteriores. Este primeiro contato pode se dar por qualquer lado do corpo da fêmea, mas a monta ocorre em maior frequência pelas laterais. Há duas possibilidades de monta, uma em que o macho sobe na fêmea tocando sua cabeça com o rosto e as antenas, e outra em giro, na qual o macho monta no sentido contrário a cabeça da fêmea tocando primeiro o final do abdômen. Logo após e independentemente do tipo de abordagem, o macho dá início à corte, durante o qual ele desenvolve vários atos comportamentais não sucessivos como a produção de som ao friccionar os élitros contra o abdômen; estimular as laterais do protórax da fêmea com as pernas anteriores e as laterais do abdômen com as pernas medianas e posteriores, usando um espinho localizado na extremidade final da tibia; expor sua genitália e fazer de uma a várias tentativas de cópula. Algumas fêmeas são receptivas e aceitam a monta e a corte passivamente, mas outras se movem erguendo o corpo enquanto caminham. Quando isso ocorre, os machos seguram as fêmeas com suas pernas medianas e posteriores, ao mesmo tempo em que estridulam e esfregam as laterais do protórax da fêmea com as pernas anteriores tentando penetrá-las com seu edeago.

Durante a cópula os machos seguram as fêmeas com os três pares de pernas, flexionando seu abdômen de forma rítmica. Durante este período outros atos comportamentais podem se exibidos pelos machos, como raspar o rosto no pronoto da fêmea e estimular as laterais do protórax e do abdômen da fêmea. Os

dois últimos atos comportamentais ocorrem frequentemente após a introdução da genitália do macho, mas podem ocorrer em espaços de tempo maiores ou associados com o ato de raspar o rosto sobre o pronoto da fêmea. Este ato, por sua vez, pode ocorrer de uma a três vezes, em uma seqüência de três a cinco raspadas por vez, durante o período de copulação.

Assim que o macho finaliza a cópula ele pode novamente estridular e esfregar as pernas anteriores nas laterais do protórax da fêmea, possivelmente sinalizando o final da cópula. Alguns machos descem em seguida da fêmea e outros permanecem sobre seu dorso por um longo período.

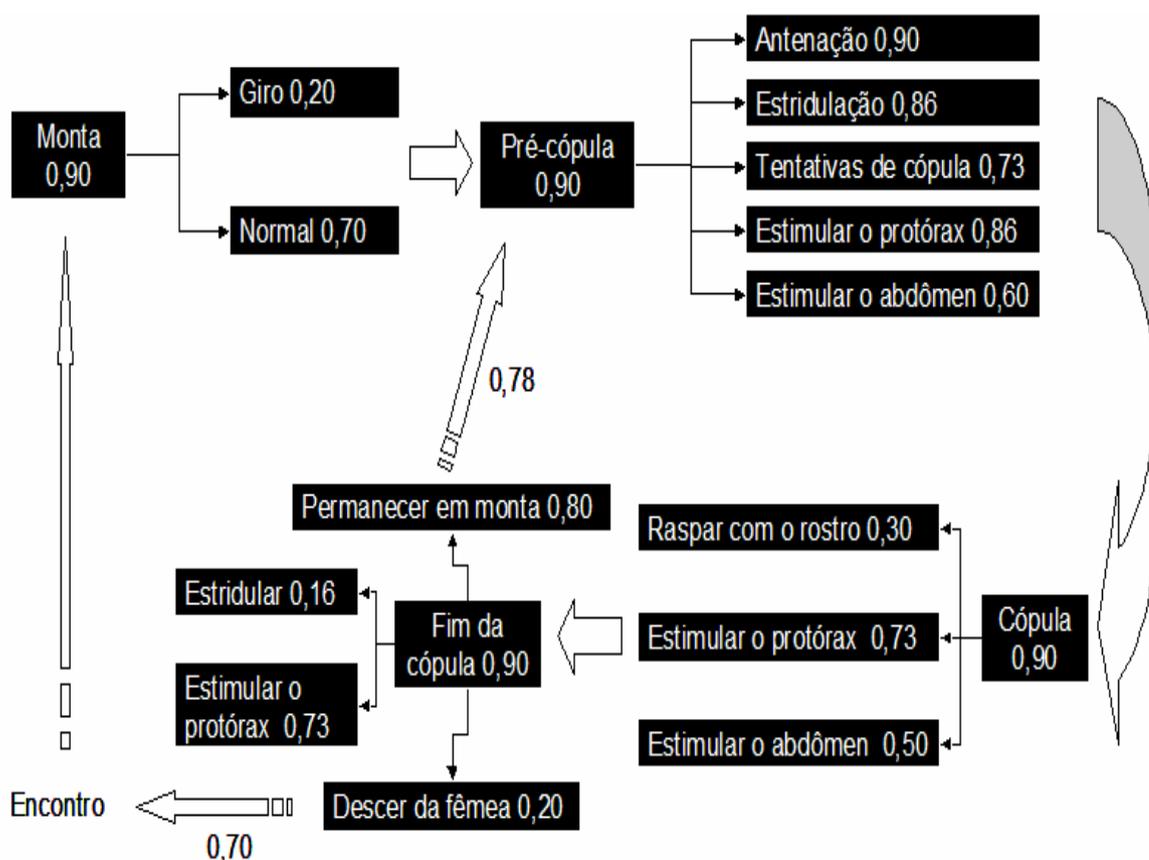


Figura 4 – Etograma dos atos comportamentais envolvidos na monta, pré-cópula, cópula e no final da cópula dos machos de *Amerrhinus ynca*. Os valores indicados na figura representam a freqüência com que os atos ocorreram nos 30 casais.

Os atos comportamentais que os machos mais desempenharam durante o processo de cortejamento foram a estridulação, o ato de estimular a fêmea com

as pernas anteriores, seguidos da exposição da genitália e a tentativa de cópula e, por fim, a estimulação do abdômen com as pernas medianas e posteriores (Figura 5). Entretanto, houve uma grande variação na frequência com que estes atos ocorreram entre os 30 casais observados.

Durante a cópula, o ato comportamental mais observado foi o comportamento de estimular as laterais do protórax da fêmea com as pernas anteriores, seguido da estimulação das laterais do abdômen com as pernas posteriores e do comportamento de raspar o rosto sobre o pronoto das fêmeas (Figura 6). A frequência destes atos comportamentais também variou entre os casais observados.

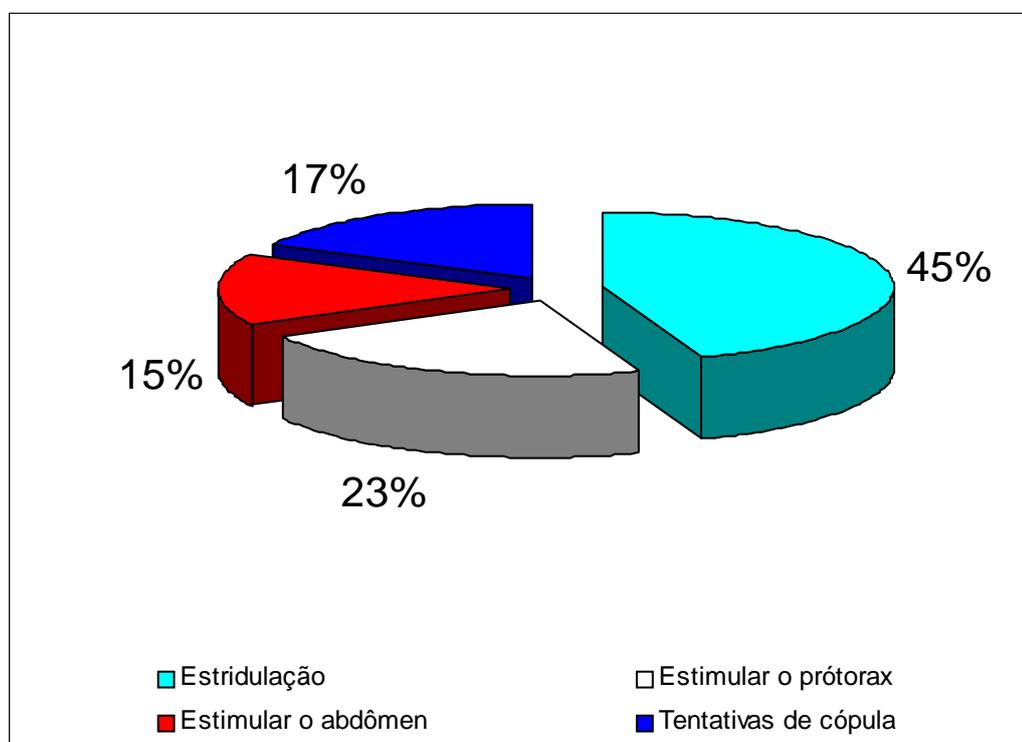


Figura 5 – Porcentagem dos atos comportamentais desempenhados por machos de *Amerrhinus ynca* e que mais ocorrem durante a corte.

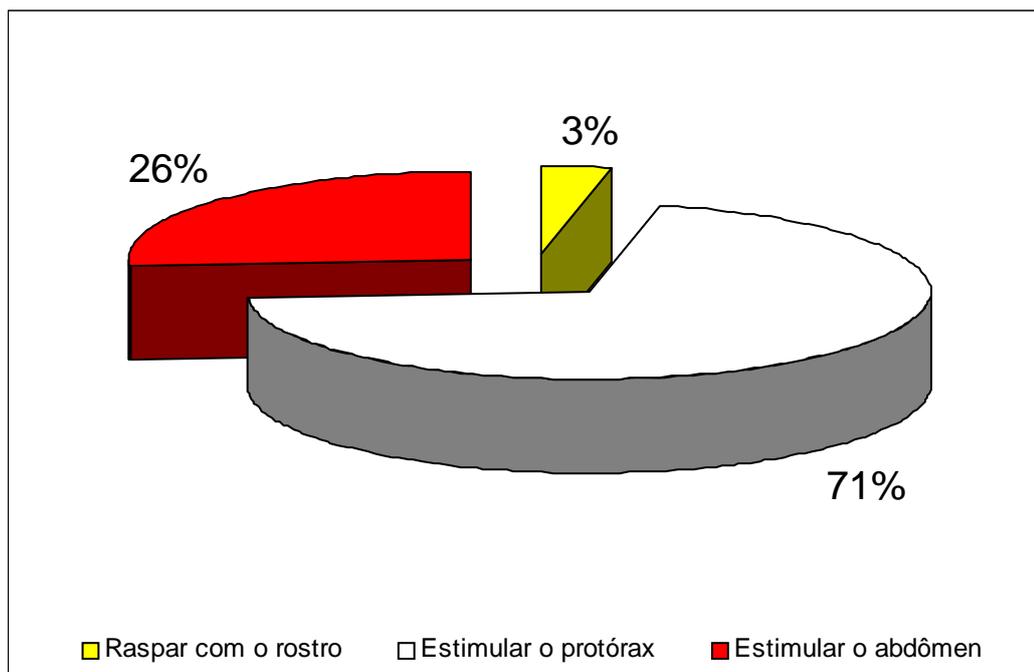


Figura 6 – Porcentagem dos atos comportamentais desempenhados por machos de *Amerrhinus ynca* e durante a cópula.

DISCUSSÃO

Amerrhinus ynca apresentou uma grande amplitude quanto à duração da cópula. Essa variação corrobora o observado em outros Curculionidae como *Sitophilus zeamais* (Walgenbach & Burkholder 1987); *Sitophilus granarius* Linneaus, 1758 (Wojcik 1969); *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal, 1836) (Duarte *et al.* 2002); *Cosmopolites sordidus* (Viana & Vilela 1996) e *Anthonomus grandis* (Bartlett *et al.* 1968). Esta grande variação na duração da cópula em *A. ynca* possivelmente está relacionada com a heterogeneidade dos indivíduos, uma vez que estes foram coletados no campo sem se conhecer as idades nem seu estado fisiológico e de maturação.

Os comportamentos de pré-cópula exibidos por *A. ynca* são similares aos observados em outros gêneros da família Curculionidae. Em *S. granarius* (Wojcik 1969) e *S. zeamais* (Walgenbach & Burkholder 1987) os machos abordam as fêmeas a partir de qualquer posição e, em contato, eles a montam imediatamente. Carbone & Rivera (1998) observaram que, durante a tentativa de cópula, os machos de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) estimulam as

laterais do tórax da fêmea com as pernas anteriores expondo sua genitália. Entretanto, Cortero *et al.* (2004) observaram que machos de *Trichobaris championi* Barber (Coleoptera: Curculionidae), após o contato frontal ou lateral, mudam rapidamente de posição para ter contato por trás e então sobem na fêmea segurando-a com as pernas anteriores e posteriores ao mesmo tempo em que esfregam com as pernas medianas as laterais do abdômen da fêmea.

Durante a cópula o posicionamento dos machos de *S. granarius* é similar àquele de machos de *A. ynca* e eles também raspam o rostro sobre o pronoto das fêmeas (Wojcik 1969). Em *S. zeamais* o comportamento dos machos é similar aos descritos anteriormente (Walgenbach & Burkholder 1987). Entretanto, no curculionídeo, *Rhynchophorus cruentatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Curculionidae), o fato de raspar a fêmea utilizando a ponta distal do pronoto foi observado em machos desta espécie como um ato que antecede a monta, e ao invés de raparem o pronoto eles rapam o élitro da fêmea (Vanderbilt *et al.* 1998). Os autores argumentam que este comportamento pode ser utilizado para apaziguar a fêmea ou para discriminar entre os hidrocarbonetos cuticulares heteroespecíficos liberados pela cutícula da fêmea.

Os movimentos rítmicos do abdômen dos machos de *A. ynca* durante a cópula também foram observados por Walgenbach & Burkholder (1987) em *S. zeamais*. Segundo os autores este movimento pode estar associado à transferência de espermatóforos para a espermateca da fêmea.

Os machos de *A. ynca*, logo após iniciarem a cópula e durante a cópula, executam atos comportamentais similares aos observados durante a corte (estimulação do protórax e do abdômen utilizando os três pares de pernas). Segundo Rodriguez & Eberhad (1994) este tipo de comportamento, conhecido como corte copulatória, é comum e provavelmente está associado ao sucesso reprodutivo dos machos, uma vez que eles, através destes atos, estimulam as fêmeas a usarem seu esperma de preferência àquele de outros machos para a fertilização dos ovos. Em *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) machos com mais atividade de corte copulatória conseguem maior sucesso de paternidade enquanto acasalam com fêmeas já acasaladas (Edvardsson & Arnqvist 2005).

As fêmeas de *A. ynca* são altamente poliândricas, e podem copular com outro parceiro imediatamente após uma cópula. A ocorrência de acasalamentos

múltiplos e de poliandria também foi observada em outros Curculionidae. Em *S. zeamais* (Walgenbach & Burkholder 1987) e *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae) (Johnson & Hays 1969), as fêmeas foram observadas acasalando várias vezes com o mesmo macho e com machos diferentes. Campbell (2005) verificou que, apesar de múltiplos acasalamentos serem freqüentemente algo custoso para várias fêmeas, em *S. oryzae* elas lucram com os benefícios de múltiplos acasalamentos, por aumentarem o tempo de oviposição. Duarte *et al.* (2002) também observaram múltiplos acasalamentos em fêmeas de *H. coriaceus*. Segundo Arnqvist & Nilsson (2000), a ocorrência de múltiplos acasalamentos afeta o sucesso reprodutivo das fêmeas, seja pelo ato em si (estimulando a produção de ovos), pela presença de esperma (estimulando a produção de ovos e aumentando a fertilidade) ou por substâncias acessórias que são transferidas juntamente com a ejaculação tornando-as férteis. Entretanto, múltiplos acasalamentos também podem atuar negativamente no sucesso reprodutivo e a manutenção evolutiva deste sistema está associada ao equilíbrio entre os custos e os benefícios de múltiplos acasalamentos para as fêmeas (Arnqvist 1989). Segundo Birkhead (1998), quando uma fêmea é inseminada por mais de um macho, o resultado de paternidade pode ser consequência da combinação de qualquer um dos seguintes processos: competição por esperma, aborto diferencial ou escolha crítica de fêmeas.

O prolongamento do acasalamento, através da permanência do macho sobre o dorso da fêmea pode ser consequência de uma disputa inter ou intra-sexual ligada à seleção sexual. Carbone & Rivera (1998) observaram que os machos de *G. scutellatus* permanecem sobre a fêmea por um tempo muito longo, que pode variar de 42 minutos a 55 horas. Este comportamento também foi observado em *H. coriaceus* (Duarte *et al.* 2002), *C. sordidus* (Viana e Vilela 1996), *R. cruentatus* (Vanderbilt *et al.* 1998), *Ectopis ferrugalis* Broun, 1881 (Coleoptera: Curculionidae) (Hutcheson 1991), *S. granarius* (Wojcik 1969) e *Diaprepes abbreviatus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) (Harari *et al.* 2003).

Este comportamento pós-copulatório poderia ser justificado pela tentativa do macho de prevenir novas cópulas da fêmea com machos competidores antes de ovipositar, prevenindo ou reduzindo o risco de competição por esperma, ou mesmo permitiria ao macho preencher a espermateca com esperma (Carbone & Rivera 1998). Segundo Viana & Vilela (1996), os machos de *C. sordidus* guardam

as fêmeas após a cópula em resposta à presença de competidores, uma vez que a frequência com que os machos permanecem sobre as fêmeas, quando na presença de outros machos, era maior do que quando os machos estavam sozinhos. Em *A. ynca*, não se fez esta comparação, mas foi possível observar que tanto machos isolados quanto na presença de outros machos exibem este tipo de comportamento. Entretanto, deve-se fazer novos testes para procurar compreender este tipo de comportamento com observações de campo e laboratório. Esse comportamento pós-cópula, exibido pelos machos, segundo Arnqvist (1989) pode ser prejudicial à fêmea, aumentando seu gasto com tempo e energia e reduzindo, por exemplo, sua eficiência de forrageamento. Para Arnqvist (1988), a manutenção desse tipo de comportamento ao longo da evolução provavelmente esteve associada a um benefício contrabalanceado, uma vez que os machos, enquanto guardam as fêmeas, gastam tempo e energia que poderiam ser usados para encontrar e acasalar com outras fêmeas. Em *D. abbreviatus*, Harari *et al.* (2003) verificaram que os machos enquanto guardam as fêmeas, prolongando o acasalamento, incorrem em custos de oportunidade, acasalando com um número reduzido de fêmeas, mas eles fertilizam aproximadamente 75% dos ovos e reduzem suas chances de um novo acasalamento.

A produção de som através da estridulação também foi observada fazendo parte do comportamento de corte de alguns Curculionidae. Em *Phrydiuchus tau* Warner, 1969 (Coleoptera: Curculionidae), Wilson *et al.* (1993) observaram que os machos estridulam ao se aproximarem das fêmeas e, durante a pré-cópula, voltam a estridular enquanto acariciam a cabeça da fêmea com os tarsos das pernas anteriores. Os autores não observaram estridulação de corte nas fêmeas. Em *A. ynca*, durante as observações do comportamento de acasalamento, também não se ouviu qualquer emissão de som por parte das fêmeas, entretanto, foram observados movimentos do abdômen da fêmea (similar ao produzido por machos ao friccionarem o élitro contra o abdômen) antes da monta e durante o cortejamento do macho. Provavelmente estes movimentos de abdômen estejam associados à produção de um som não audível. Segundo Hyder & Oseto (1989), em *Smicronyx fulvus* LeConte, 1876 e *Smicronyx sordidus* LeConte, 1876 (ambos Coleoptera: Curculionidae) a estridulação de corte produzida por machos pode estar associada à atração da fêmea e a estridulação de corte da fêmea provoca uma resposta para o acasalamento. Em *Euscepes*

postfasciatus (Fairmaire, 1849) (Coleoptera: Curculionidae) a produção de som pelos machos parece ser um passo da seqüência comportamental que levará à cópula, e as fêmeas respondem a este sinal permanecendo estacionárias (Yasuda & Tokuzato 1999).

RESUMOS E CONCLUSÕES

A chave para se entender a biologia de uma espécie é conhecer o seu comportamento reprodutivo. Assim é possível identificar e manipular pontos vulneráveis dentro deste processo os quais permitirão que medidas de controle e monitoramento sejam desenvolvidas com o propósito de reduzir a ação de organismos competidores, como os insetos-praga.

Amerrhinus ynca é um curculionídeo de importância econômica para algumas regiões do país, e pouco se conhece de sua biologia, por isso o objetivo deste trabalho foi investigar e descrever seu comportamento de corte e acasalamento. Para isso, casais de *A. ynca* foram observados de forma direta, quantificando-se a freqüência de atos comportamentais e variáveis temporais como a duração da cópula, pré-cópula e pós-cópula, também foram observados através de filmagem, a qual permitiu avaliar as interações entre os indivíduos.

A partir dos resultados verificou-se que: os acasalamentos ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase; os machos iniciaram a monta 119 ± 75 min após a formação dos grupos, permanecendo em corte durante $3 \pm 2,5$ min; a cópula durou 51 ± 49 min; os atos mais freqüentes dos machos durante a pré-cópula foram a estridulação e a estimulação do corpo da fêmea com as pernas anteriores; durante a cópula o ato mais observado foi a estimulação do protórax da fêmea com o primeiro par de pernas e a raspagem com o rosto no pronoto das fêmeas; as fêmeas acasalaram múltiplas vezes e em geral com vários machos e após a primeira cópula os machos apresentaram comportamento de guarda da fêmea, permanecendo sobre seu dorso por períodos que variaram de 40 min a 33 h.

Amerrhinus ynca apresentou, portanto, uma seqüência comportamental de pré-cópula, cópula e pós-cópula similar àquela de outras espécies da família Curculionidae. As fêmeas acasalam com mais de um macho, e várias vezes com

o mesmo macho, caracterizando um sistema poliândrico de acasalamento. Os machos produzem um som durante a fase de pré-cópula e cópula e permanecem sobre a fêmea por períodos longos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnqvist, G. & Nilsson, T. (2000) The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60:145 – 164.
- Arnqvist, G. (1988) Mate guarding and sperm displacement in the water strider *Gerris lateralis* Schumm (Heteroptera: Gerridae). *Freshwater Biology*, 19:269 – 274.
- Arnqvist, G. (1989) Multiple mating in water strider: mutual benefits or intersexual conflict? *Animal Behaviour*, 38:749 – 756.
- Birkhead, T. R. (1998) Cryptic female choice: criteria for establishing female sperm choice. *Evolution*, 52(4):1212 – 1218.
- Bartlett, A. C.; Mattix, E. B. & Wilson, N. M. (1968) Multiple matings and use of sperm in the boll weevil, *Anthonomus grandis*. *Annals of the Entomological Society of America*, 61:1148 – 1155.
- Campbell, J. F. (2005) Fitness consequences of multiple mating on female *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Behavior*, 34:833 – 843.
- Carbone, S. S. & Rivera, A. C. (1998) Sperm competition, cryptic female choice and prolonged mating in the *Eucalyptus* Snout Beetle, *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Etologia*, 6:33 – 40.
- Cortero, H. G. C.; Tovar, J. C.; Martinez, N. B. & Collado, J. L. (2004) Comportamento de alimentación, cortejo, cópula y oviposición de *Trichobaris championi* Barber (Coleoptera: Curculionidae). *Agrociência*, 38:365 – 373.
- Daly, M. (1978) The cost of mating. *The American Naturalist*, 112:771 – 774.
- Duarte, A. G.; Benvenuto, I. D.; Amorim, S. C. R.; Lima, I. S. & Ferreira, J. M. S. (2002) Comportamento de acasalamento de *Homalinotus coriaceus*, Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) em laboratório. In.: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura 2002 Belém-PA. Disponível em: <tche.br/sbfruti/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=14> acesso em: abril de 2006.
- Edvardsson, M. & Arnqvist, G. (2005) The effects of copulatory courtship on differential allocation in the Red Flour Beetle *Tribolium castaneum*. *Journal of Insect Behavior*, 18:313 – 322.

- Harari, A. R.; Landolt, P. J.; O'Brien, C. W. & Brockmann, H. J. (2003) Prolonged mate guarding and sperm competition in the weevil *Diaprepes abbeviatus* (L.). *Behavioral Ecology*, 14(1):89 – 96.
- Hutcheson, J. (1991) Notes of the ecology of *Ectopsis ferrugalis* (Curculionidae). *New Zealand Entomologist*, 14:41 – 44.
- Hyder, D. E. & Oseto, C. Y. (1989) Structure of the stridulatory apparatus and analysis of the sound produced by *Smicronyx fulvus* and *Smicronyx sordius* (Coleoptera, Curculionidae, Erirrhinae, Smicronychini). *Journal of Morphology*, 201:69 – 84.
- Johnson, A. W. & Hays, S. B. (1969) Laboratory mating behavior of the Plum Curculio. *Journal of Economic Entomology*, 62:438 – 440.
- Lewis, K. G.; Liewlaksaneeyanawin, C.; Alfaro, R. I.; Ritland, C.; Ritland, K. & El-Kassaby, Y. A. (2002) Sexual reproduction in the pine weevil (*Pissodes strobi* [Peck] [Coleoptera: Curculionidae]): implications for population genetic diversity. *The Journal of Heredity*, 93:165 – 169.
- Lloyd, J. E. (1979) Mating behavior and natural selection. *The Florida Entomologist*, 62:17 – 34 .
- Olsson, M.; Gullberg, A.; Tegelström, H.; Madsen, T. & Shine, R. (1994) Can female adders multiply? *Nature*, 369:528.
- Rodriguez, R. L. & Eberhard, W. G. (1994) Male courtship before and during copulation in two species of *Xyonysius* Bugs (Hemiptera: Lygaeidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 67:37 – 45.
- Stockley, P. (1997) Sexual conflict resulting from adaptations to sperm competition. *Trends Ecology Evolution*, 12:154 – 159.
- Suzuki, S.; Nagano, M. & Trumbo, S. T. (2005) Intrasexual competition and mating behavior in *Ptomascopus morio* (Coleoptera: Silphidae Nicrophotine). *Journal of Insect Behavior*, 18:233 – 242.
- Vanderbilt, C. F.; Giblin-Davis, R. M. & Weissling, T. J. (1998) Mating behavior and sexual response to aggregation pheromone of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: curculionidae). *The Florida Entomologist*, 81:351 – 360.
- Viana, A. M. M. & Vilela, E. F. (1996) Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25:347 – 350.
- Walgenbach, C. A. & Burkholder, W. E. (1987) Mating behavior of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 80:578 – 583.
- Wedell, N. (1996) Mate quality affects reproductive effort in a paternally investing species. *The American Naturalist*, 148:1075 – 1088.
- Wiley, R. H. (1997) Coevolution of the sexes. *Science*, 275:1075 – 1076.

- Wilson, L. M.; Henry, C. S.; Johnson, J. B. & Mccaffrey, J. P. (1993) Sound production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86:621 – 630.
- Wojcik, D. P. (1969) Mating behavior of 8 stored-product beetles (Coleoptera: Dermestidae, Tenebrionidae, Cucujidae, and Curculionidae). *The Florida Entomologist*, 52:171 – 197.
- Yasuda, K. & Tokuzato, M. (1999) Sound production during mating and disturbance in the West Indian Sweet Potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 34:443 –447.

**BIOENSAIOS COM ODORES DE COESPECÍFICOS E DA PLANTA
HOSPEDEIRA DE *AMERRHINUS YNCA* SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE).**

RESUMO

A comunicação é de extrema importância para a adaptação dos animais, destacando-se por permitir a interação entre as espécies. Aos sinais químicos envolvidos na comunicação entre os seres vivos dá-se o nome de semioquímicos. Este trabalho foi realizado com a finalidade de se verificar a existência de semioquímicos atraentes, que atuem nas interações intra e interespecíficas de *Amerrhinus ynca*. Os bioensaios foram feitos utilizando-se três tipos de olfatômetros: um olfatômetro em Y conectado a um fluxo de ar e outros dois olfatômetros tipo arena com dupla escolha sem fluxo de ar. As fontes de estímulo utilizadas foram: (i) machos de *A. ynca*, (ii) fêmeas de *A. ynca*, (iii) cana-de-açúcar, (iv) inflorescência jovem de coqueiro (v) partes do coco e (vi) combinações de alguns deles. Foram realizados testes até se obter a resposta de 20 insetos, nos três tipos de olfatômetros; não se repetiram os insetos em testes com um mesmo estímulo. Os insetos machos e fêmeas, testados individualmente ou em grupo não reponderam aos estímulos em nenhum dos olfatômetros utilizados. A cana-de-açúcar foi o único estímulo que provocou uma atividade maior dos insetos nos olfatômetros, mas as respostas a odores não foram significativas. Ambos os sexos também responderam mais ao estímulo e ao controle quando se utilizou a inflorescência como estímulo nos três tipos de

olfatômetro. As combinações que mais estimularam a locomoção foram a cana-de-açúcar + machos e inflorescência + machos.

ABSTRACT

Bioassays with conspecifics and host plants odor of *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae)

Communication has extreme importance to the adaptation of animals; it allows the interaction among species. Chemical signs involved in the communication among alive beings are named semiochemical. This work was accomplished with the purpose of verifying the existence of attractive semiochemicals that act in the intra and interespecific interactions of *Amerrhinus ynca*. The bioassays were conducted using three types of olfactometers, an olfactometer in "Y" connected to a flow of air and two other arena olfactometers with double choice chambers but without air flow. The sources of stimuli were: (i) males of *A. ynca*, (ii) females of *A. ynca*, (iii) sugar cane, (iv) young inflorescence, (v) fruit and (vi) combinations of some of them. Not all the stimuli were tested in the three types of olfactometers. Tests were accomplished until obtaining the behavioral response of 20 insects, in the three types of olfactometers. The same insects were never reused with a same stimulus. When both males and females were tested together or separated, insects did not give any responses, staying still in the three types of olfactometers. The sugar cane, used in the bioassays in the olfactometers type I and type II, was the stimulus that provoked the highest activity of insects, but failed to present a choice for this stimulus. Both sexes also responded to the stimulus and to the control mostly when inflorescence was used in the three types of olfactometers. The combinations of stimuli that mostly stimulated males and females of *A. ynca* were sugar cane + males, and inflorescence + males. The data presented here were not sufficient to confirm the presence of chemical medators of interactions intraspecific due to the high percentile of non-response. The results with vegetable tissues (sugar cane, inflorescence and fruit) evidenced the greatest stimulation, suggesting a possible attractiveness to volatiles liberated by the host plant.

INTRODUÇÃO

A comunicação é um dos componentes comportamentais de grande importância para a adaptação dos animais, por permitir a interação entre as espécies. Lewis & Gower (1980) definem comunicação como a transmissão de sinal ou sinais entre dois indivíduos, favorecendo a seleção tanto da produção quanto da recepção do sinal ou sinais. Aos sinais químicos envolvidos na comunicação entre os seres vivos dá-se o nome de **semioquímicos**, os quais são responsáveis pela transmissão de informações biologicamente importantes que asseguram a tais indivíduos oportunidades de sobrevivência e de preservação da espécie (Paiva & Pedrosa-Macedo, 1985).

Em curculionídeos, a presença de sinais químicos envolvidos na comunicação, sua identificação e isolamento, foram bastante estudados em diversas espécies como em *Anthonomus eugenii* Cano (Eller *et al.* 1994), *Curculio caryae* Horn, 1873 (Hedin *et al.*, 1997), *Pissodes strobi* (Peck, 1817) (Booth *et al.* 1983), *Conotrachelus nenuphar* (Herbst, 1797) (Eller & Bartelt, 1996), *Sitophilus granarius* Linnaeus, 1758 (Phillips *et al.* 1987), *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764 (Jaffé *et al.* 1993), entre outros. A utilização de armadilhas iscadas com feromônio e cairomônio, como técnica de monitoramento e controle dos níveis populacionais de algumas destas espécies, tem demonstrado resultados satisfatórios e essas armadilhas já são empregadas em campo com sucesso.

Em *Amerrhinus ynca*, o uso de semioquímicos em armadilhas de captura permitiria monitorá-lo na cultura, possibilitando, além de seu controle mais eficiente, a redução no número de aplicações de inseticidas, contribuindo assim para a melhoria na rentabilidade do produtor e para a redução da poluição ambiental. Dentro deste contexto, este trabalho foi realizado com a finalidade de verificar a existência de semioquímicos que atuem nas interações intra e interespecíficas de *A. ynca*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Adultos de *A. ynca* coletados num plantio comercial de coco localizado no município de Quissamã, RJ, nos meses de outubro de 2005 a janeiro de 2006, foram levados ao Laboratório de Entomologia e Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense. No laboratório, os insetos foram separados por sexo e mantidos até a realização dos experimentos em caixas de acrílico (30 x 30 cm) com alimento (cana-de-açúcar). Os insetos foram mantidos a 25 ± 2 °C, e fotoperíodo de 12:12h.

Para se verificar a presença de sinais químicos envolvidos no comportamento de *A. ynca*, foram utilizados três tipos de olfatômetro:

l) **Olfatômetro em "Y"** → olfatômetro de duas vias similar ao utilizado em testes olfativos com outros curculionídeos (Weissling *et al.* 1994; Ruiz-Montiel *et al.* 2003; Tafoya *et al.* 2003). O olfatômetro foi 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 ml de água destilada onde, por meio do borbulhamento, o ar era novamente purificado e umedecido. O fluxo de ar utilizado nos testes foi regulado, com ajuda de um fluxômetro, em 30 ml/s. As extremidades dos braços secundários do olfatômetro foram conectadas a câmaras de vidro (2l) contendo o estímulo olfativo ou ar puro como controle (Figura 1).



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

II) **Olfatômetro tipo arena** → constituído por duas câmaras-testes contendo o estímulo ou o ar puro como controle, interligadas à câmara principal e sem fluxo de ar. Cada câmara-teste era constituída por duas caixas Gerbox (10 X 10 X 5 cm) coladas e ligadas à câmara principal por braços de borracha transparente (6 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro). Quando o estímulo utilizado foi inseto (macho ou fêmea ou os dois juntos) foi colocada no meio das duas caixas uma tela de filó, para impedir que os insetos entrassem na câmara principal. A câmara principal era constituída por um copo de plástico transparente invertido com oito cm de comprimento X dois cm de espessura com maior diâmetro igual a 10,5 cm e menor diâmetro igual a sete cm (Figura 2).

III) **Olfatômetro de câmara múltipla** → constituído por um recipiente de vidro (30 X 15 X 15 cm) dividido em três partes (câmaras) de 10 cm de comprimento cada uma. As divisórias eram de plástico duro de cor amarela, coladas à parede de vidro. Cada parede de plástico tinha uma abertura na parte mediana superior de 3,5 cm de comprimento X 1,5 cm de altura, por onde os insetos passavam. Os insetos eram colocados no meio da câmara central e os estímulos ou controle nas câmaras laterais. O recipiente era tampado por uma tampa de vidro e não havia fluxo de ar (Figura 3).

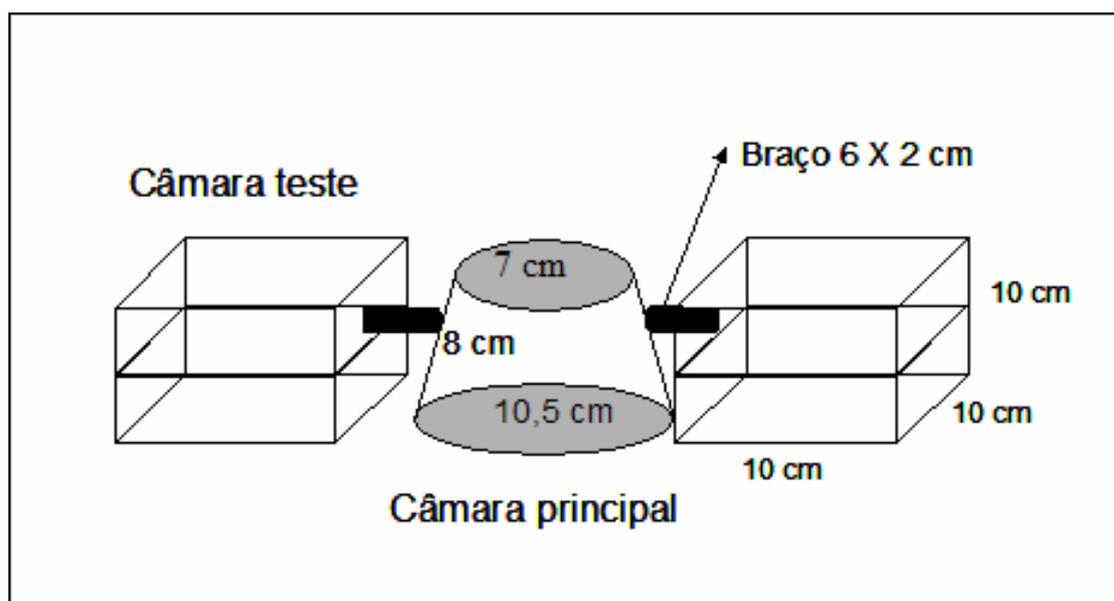


Figura 2 – Esquema do olfátometro tipo II.

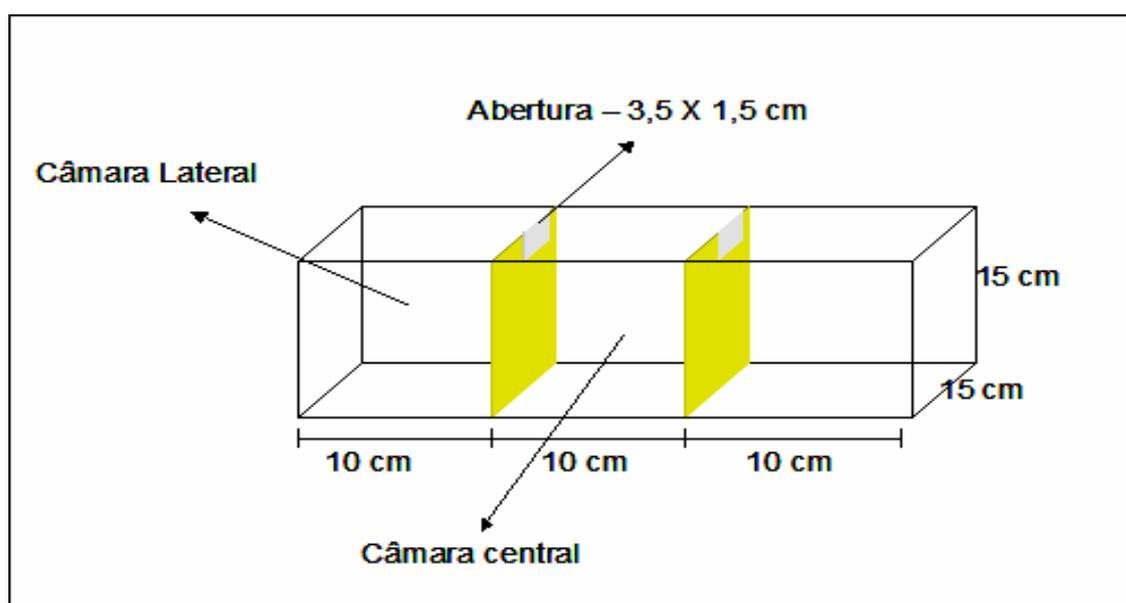


Figura 3 – Esquema do olfátometro tipo III.

Estímulos: as fontes de estímulo utilizadas foram: 1- machos de *A. ynca*, 2- fêmeas de *A. ynca*, 3- cana-de-açúcar, 4- inflorescência jovem do coqueiro e 5 - pedaços de coco. As combinações de estímulos, as quantidades e o tipo de olfátometro utilizados são descritos na Tabela 1. As inflorescências, frutos e cana-de-açúcar utilizados como estímulo olfativo foram coletados um dia antes da realização dos bioensaios e transportadas em caixa térmica até o laboratório.

Para reduzir a deterioração do material vegetal, este foi mantido em geladeira a 10 ± 2 °C e umidade relativa $80 \pm 5\%$ e retirados 30 minutos antes do início dos testes. A cana-de-açúcar utilizada foi deixada fermentando por 24, 48 e 72 horas antes de cada teste. Os insetos utilizados nos testes com estímulos vegetais tiveram sua fonte de alimento retirada 24 horas antes dos bioensaios.

Tabela 1 – Fonte, quantidade de estímulo e tipo de olfatômetro utilizados nos teste de atração de *Amerrhinus ynca*.

Fonte de Estímulo	Quantidade do Estímulo	Tipo de Olfatômetro
Inflorescência	80 g	I, II e III
Fruto	200 g	I
Machos	10 machos de <i>A. ynca</i>	I, II e III
Fêmeas	10 fêmeas de <i>A. ynca</i>	I, II e III
Machos + Fêmeas	20 indivíduos de cada sexo	I e II
Machos + Inflorescência	20 machos + 80 g de inflorescência	I e III
Cana-de-açúcar	80 g	I e III

Os bioensaios com utilização do olfatômetro tipo I foram realizados em três períodos do dia (a partir das 08h00min, 14h00min e 20h00min horas) com exceção daqueles em que se utilizou cana-de-açúcar como estímulo, os quais foram iniciados às 19:00 horas. Os demais bioensaios com utilização dos olfatômetro II e III tiveram início às 8:00 horas. A cada 30 minutos antes do início de cada bioensaio, com os três tipos de olfatômetros, 20 gorgulhos de cada sexo eram transferidos para a sala de testes mantida a 26 ± 2 °C, $75 \pm 5\%$ UR e 250-300 lux (correspondente à luz ambiente com lâmpadas fluorescentes). A cada cinco insetos testados invertia-se a posição das câmaras-testes.

No olfatômetro tipo I (em "Y"), após a colocação da fonte de odor nas câmaras de vidro, o compressor de ar era ligado. Com a estabilização do fluxo de ar (30 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 foram registrados. O tempo máximo de duração dos testes, baseado em experimentos similares com outros curculionídeos (*Rhynchophorus cruentatus* (Fabricius, 1775), (Weissling *et al.* 1994) e *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Ruiz-Montiel *et al.* 2003)) foi estabelecido em 5 minutos.

Com os olfatômetros tipo II e III o tempo máximo foi de 30 minutos e os insetos eram colocados no centro da câmara principal, um por vez. A cada cinco insetos testados a posição das câmaras-testes foi invertida.

No olfatômetro tipo III para os testes com insetos como fonte de estímulo, estes eram colocados dentro de uma caixa Gerbox (10 X 10 X 5cm) tampada com tecido de filó, a qual era colocada em uma das câmaras laterais. Este procedimento evitou que os insetos circulassem pelo olfatômetro.

Foram realizados testes até se obter a resposta de 20 insetos, nos três tipos de olfatômetros, e não se repetiram os insetos em testes com um mesmo estímulo. Após cada sessão de testes, todo o material foi colocado em solução Extran® por duas horas, depois lavado em água corrente, para se evitar qualquer resíduo de odor.

Verificou-se em teste preliminar de tendenciosidade que os insetos são foto trópicos. Para minimizar este efeito, nos testes feitos durante a fotofase com o olfatômetro tipo I, foi colocada uma lâmpada de 40 Watts em frente à bifurcação do olfatômetro a uma distância de 50 cm. Nos demais olfatômetros os testes foram realizados dentro do túnel de vento, o que impedia a penetração direta da luz.

RESULTADOS

a) Olfatômetro em "Y"

Através dos testes realizados com o olfatômetro em Y não foi possível verificar atração de nenhum dos estímulos testados. Os insetos não responderam aos odores dos próprios insetos. Tanto odores de machos quanto de fêmeas, separadamente (Figura 4 e 5) ou colocados juntos (Figura 6), não provocaram o comportamento de caminhamento no olfatômetro. Quando o estímulo foi macho, o

período da noite foi o que apresentou maior percentual de não resposta tanto de machos quanto de fêmeas (70% de insetos não responderam). Entretanto, machos e fêmeas caminharam mais no olfatômetro em direção ao estímulo (15% para ambos os sexos) e ao controle (25% para machos e 40% para fêmeas) no período da tarde (Figura 4).

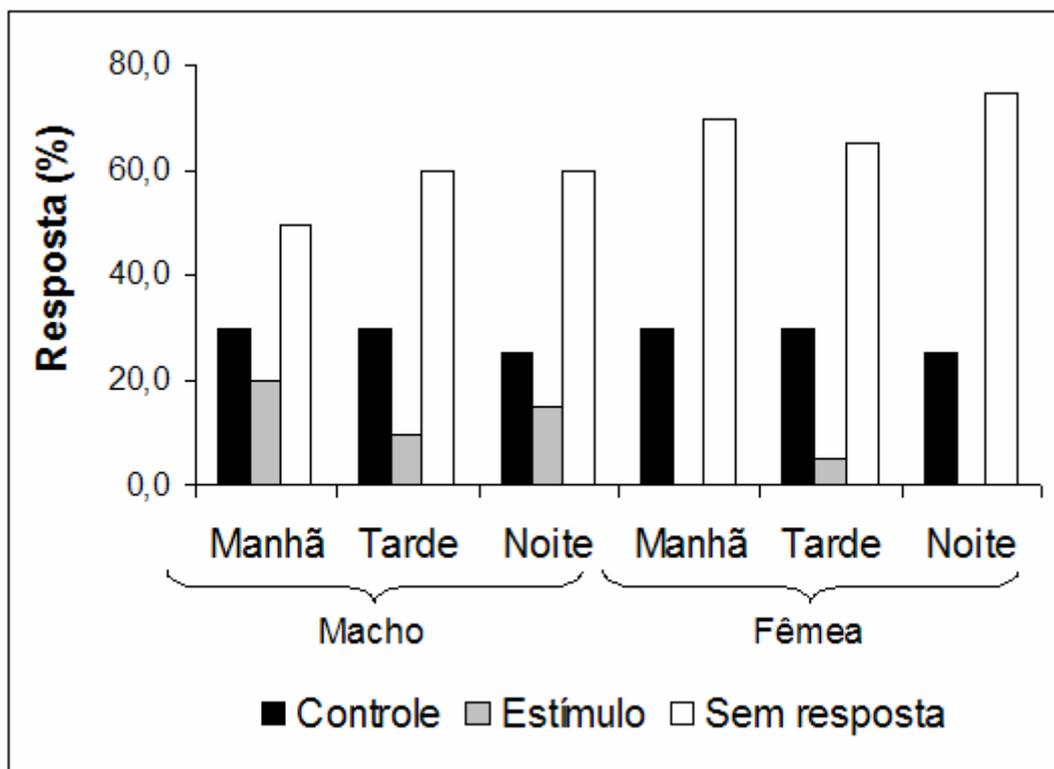


Figura 4 – Respostas de caminhada de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se machos como fonte de estímulo em diferentes períodos do dia.

Os testes utilizando-se fêmeas como estímulo também apresentaram um alto percentual de não-respostas nos diferentes períodos do dia, tanto para machos (50% para o período da manhã e 65% para tarde e noite) quanto para fêmeas (70%, 65% e 75%, respectivamente) (Figura 5).

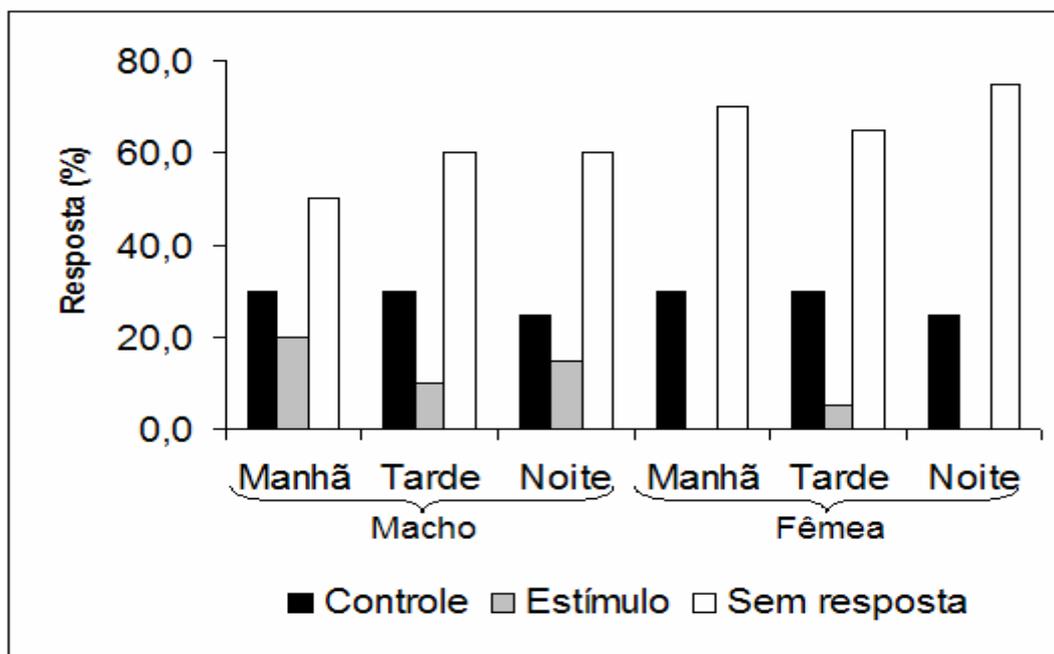


Figura 5 – Respostas de caminhada de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se fêmeas como fonte de estímulo em diferentes períodos do dia.

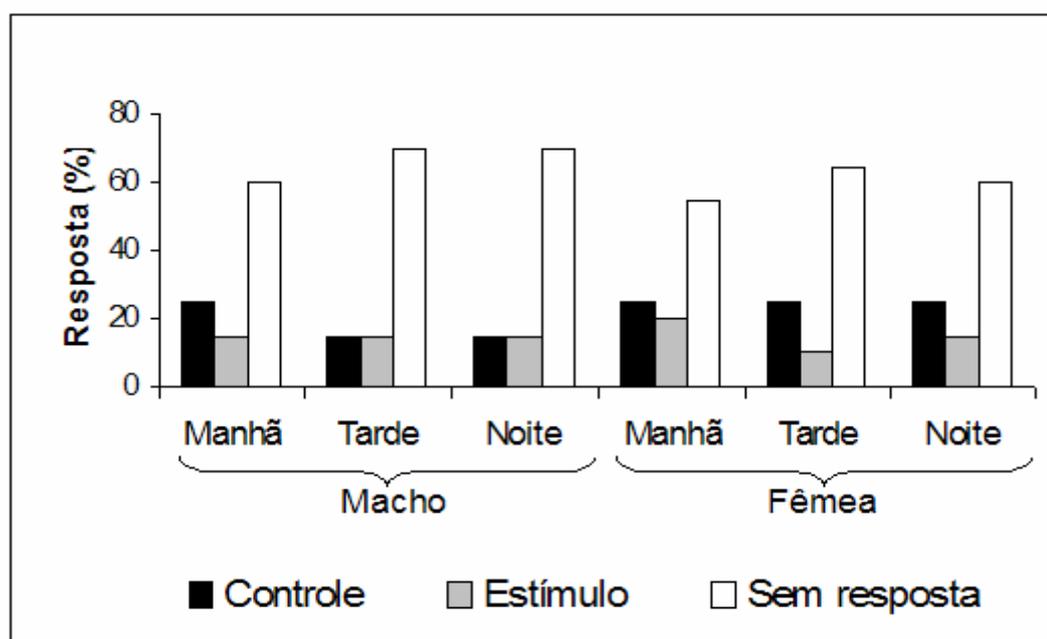


Figura 6 – Respostas de caminhada de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se como fonte de estímulo machos e fêmeas juntos.

Já nos testes com cana-de-açúcar, houve maior atividade dos insetos dentro do olfatômetro. A porcentagem de insetos (machos e fêmea) que responderam ao controle foi maior do que nos demais tratamentos. O estímulo que atraiu um número maior de insetos foi cana-de-açúcar com 24 horas de fermentação (Figura 7).

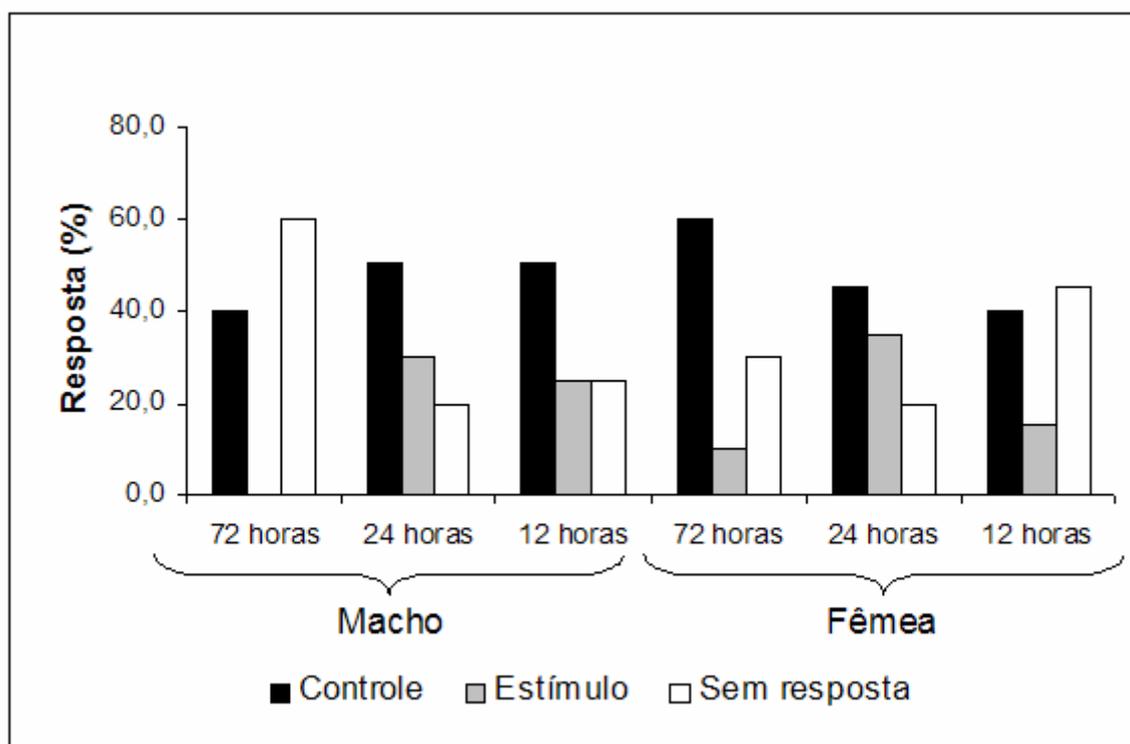


Figura 7 – Respostas de caminhamento de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se diferentes estágios de fermentação da cana-de-açúcar como estímulo.

Quando se testou a inflorescência em diferentes períodos do dia o percentual de não resposta também foi o maior (Figura 8). As fêmeas responderam mais durante a noite e os machos à tarde.

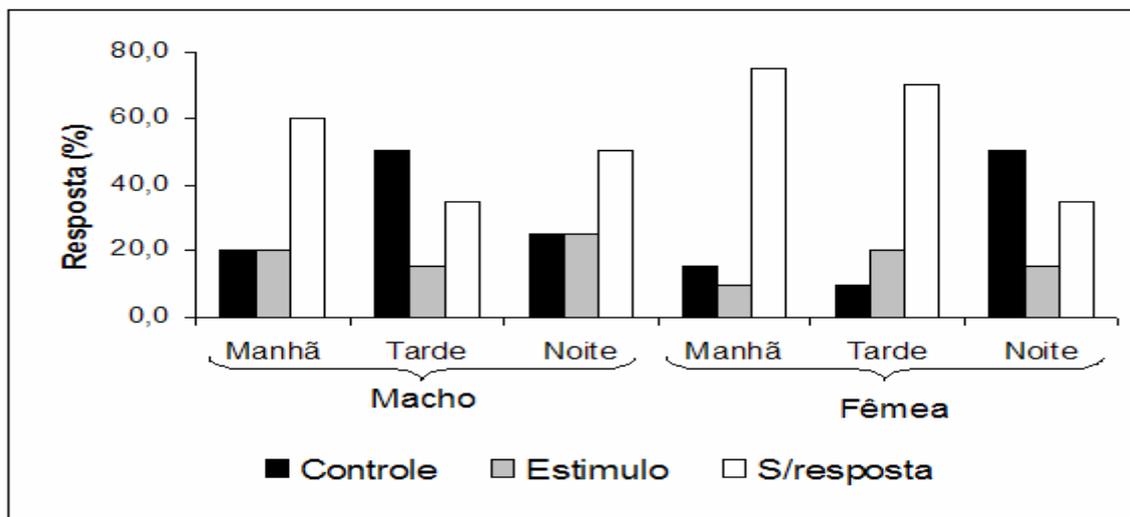


Figura 8 – Respostas de caminhamento de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y", utilizando-se inflorescência como estímulo em diferentes períodos do dia.

Quando a fonte de estímulo foi inflorescência, mais machos movimentaram mais, porém em direção ao controle (Figura 9). As fêmeas, entretanto, foram pouco estimuladas e o percentual de não-resposta foi maior para os três períodos do dia em relação aos demais (Figura 9).

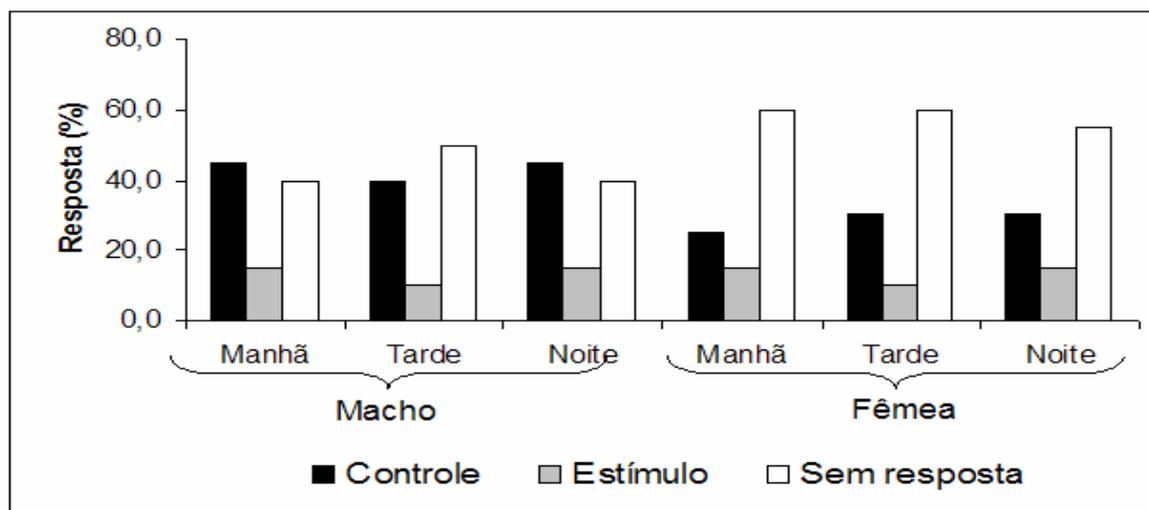


Figura 9 – Respostas de caminhamento de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se como estímulo inflorescência + machos.

Os testes com fruto maduro foram feitos apenas em um período do dia (manhã) e ambos os sexos foram estimulados a responderem seja positivamente (estímulo) ou negativamente (controle) na presença desta fonte de estímulo (Figura 10).

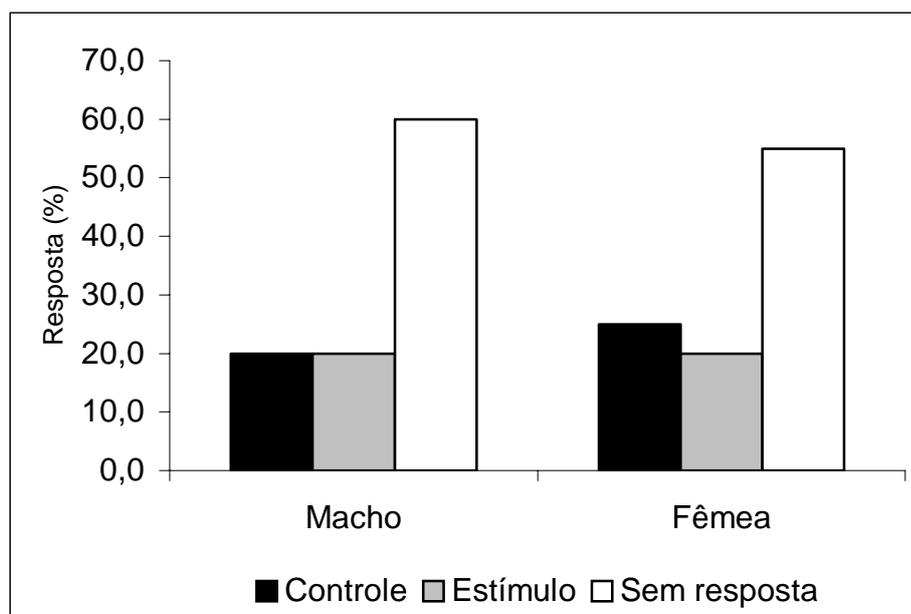


Figura 10 – Resposta de machos e fêmeas de *Amerrhinus ynca* em olfatômetro em "Y" utilizando-se como estímulo fruto maduro.

b) Olfatômetro tipo arena

No modelo de olfatômetro tipo II também não foi possível verificar atração de nenhum dos estímulos testados. Os insetos não responderam aos odores dos insetos, tanto machos quanto fêmeas, separados ou colocados juntos, não provocaram o comportamento de caminhamento no olfatômetro, sendo que 70% das fêmeas e 60% dos machos não responderam a estes estímulos (Figura 11). Os insetos também não responderam ao estímulo inflorescência do coqueiro. Quando houve uma resposta, a maioria dos insetos preferiu o controle: 35% dos machos e 30% das fêmeas (Figura 11).

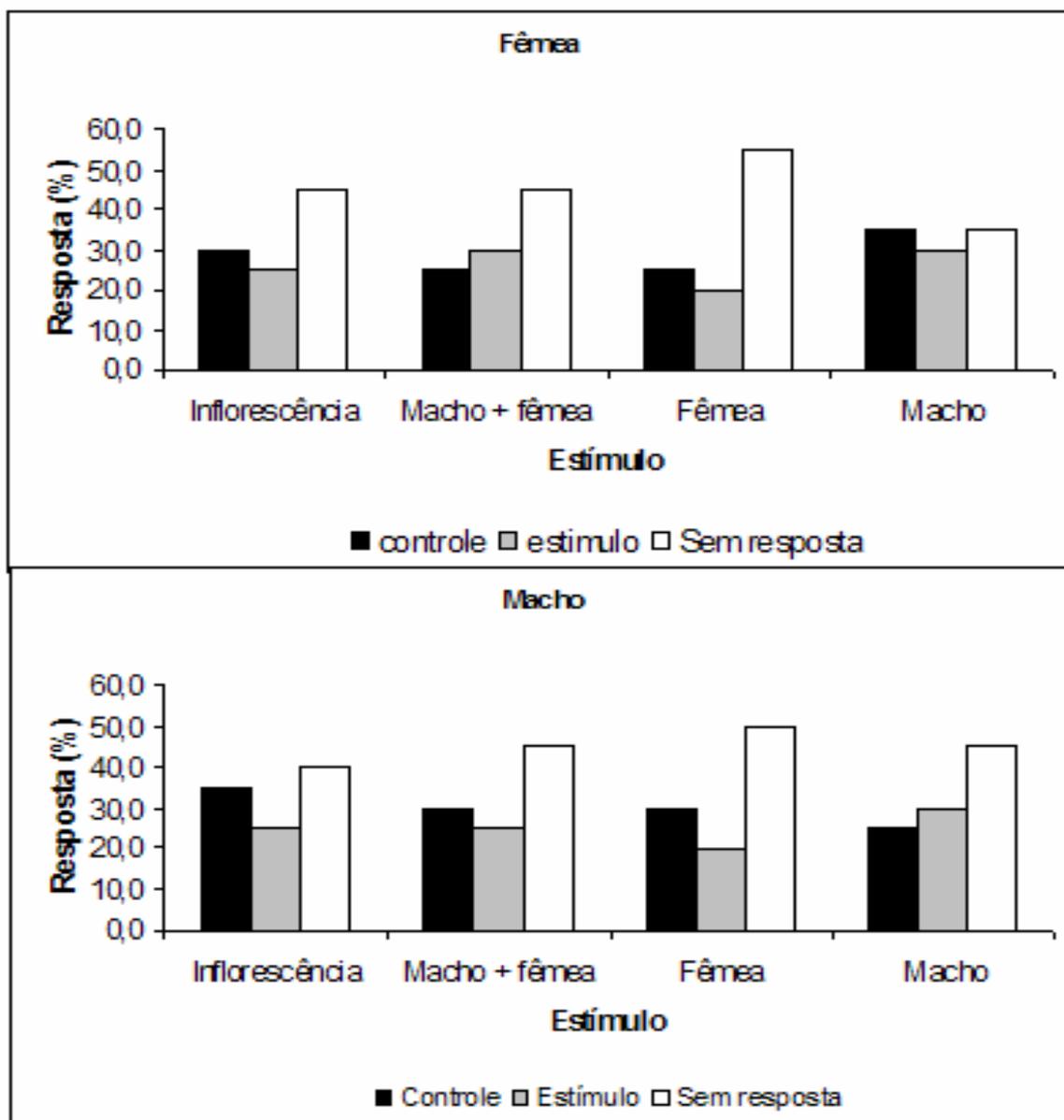


Figura 11 – Respostas de adultos de *Amerrhinus ynca* aos testes em olfatômetro tipo arena aos diferentes tipos de estímulos. Acima, respostas de fêmeas e, abaixo, respostas de machos.

c) Olfatômetro de câmara múltipla

Nos testes com o olfatômetro tipo III novamente se constatou o mesmo comportamento. Os insetos não responderam aos odores de machos ou fêmeas coespecíficos (Figura 12).

Apesar de 45% dos insetos não terem dado nenhum tipo de resposta, machos e fêmeas mostraram um pouco mais de atividade quando se utilizou

inflorescência e cana-de-açúcar como estímulo (Figura 12). A inflorescência atraiu 35% de machos e 30% de fêmeas e o controle 20% e 25%, respectivamente. (Figura 12). Quando se usou cana-de-açúcar, 45% dos machos responderam positivamente ao estímulo, 20% ao controle e 35% não responderam. Nas fêmeas o percentual de resposta ao estímulo foi de 40%, contra 15% de resposta ao controle e 45% de não resposta (Figura 12).

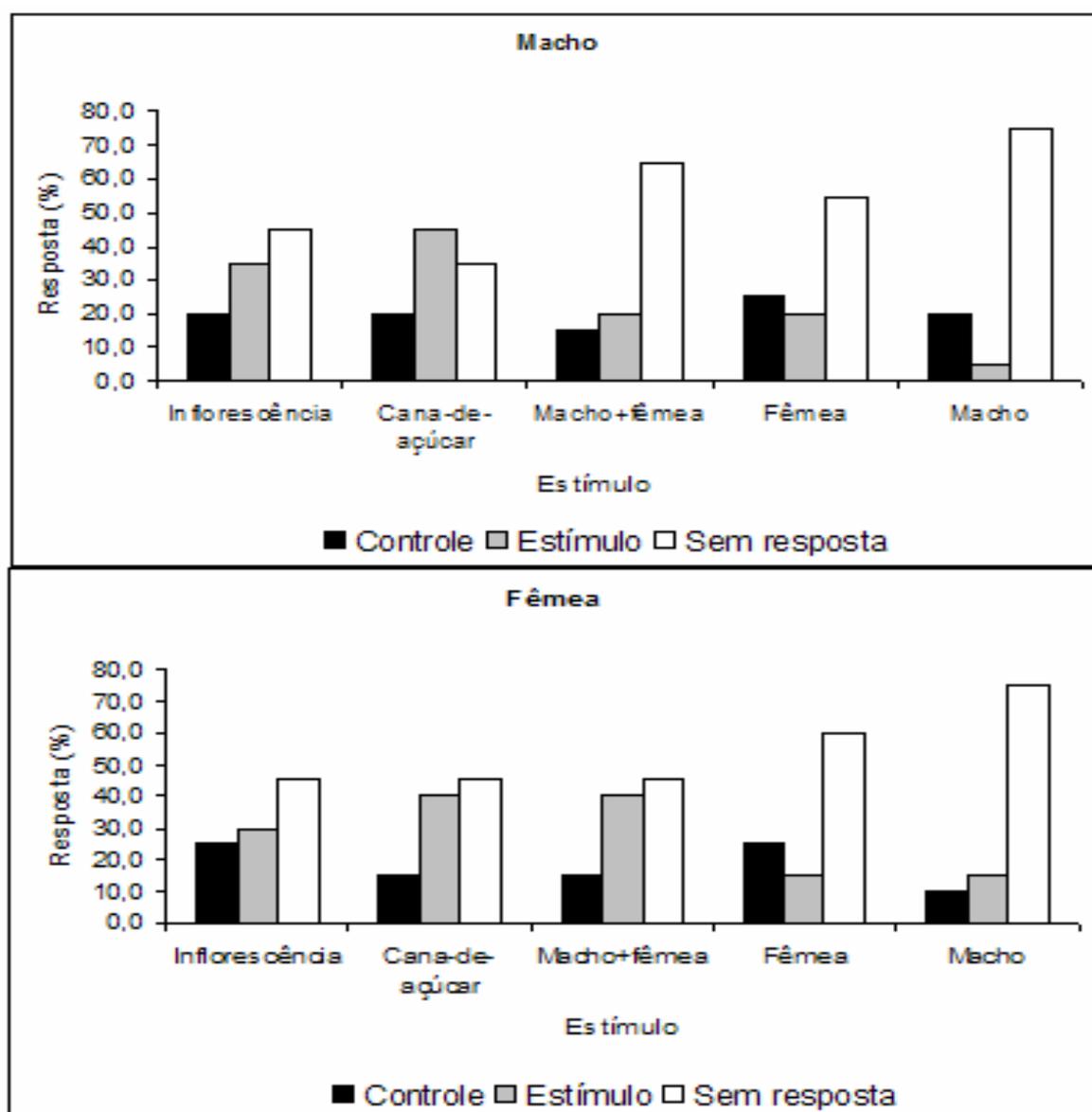


Figura 12 – Respostas de adultos de *Amerrihinus ynca* aos testes em olfatômetro de câmara múltipla com diferentes estímulos. Acima, respostas de machos e, abaixo, respostas de fêmeas.

DISCUSSÃO

Neste trabalho foram utilizados três tipos de dispositivos olfatométricos na tentativa de se verificar a presença de alguma substância química mediadora de interações dentro da espécie (feromônio sexual ou de agregação) ou entre espécies, principalmente voláteis liberados pela planta hospedeira (caioromônios). Entretanto, os dados aqui obtidos não foram suficientes para confirmar a presença de substâncias químicas mediadoras de interações interespecíficas. O baixo percentual de resposta demonstra que os dispositivos olfatométricos utilizados não foram capazes de evidenciar algum tipo de resposta olfativa desta espécie. Vários fatores podem ter contribuído, como a metodologia utilizada, as condições físicas do ambiente de teste, como fluxo de ar, luminosidade, temperatura e umidade relativa, que podem não ter sido bem ajustadas às necessidades da espécie. Ou, talvez, esses insetos utilizem outros mecanismos associados à sinalização acústica e/ou visual em sua comunicação.

De fato, nos dispositivos olfatométricos II e III, o percentual de estimulação (respostas positivas + negativas) foi maior quando os sexos foram utilizados como fonte de estímulo do que nos bioensaios com o olfatômetro tipo I. Possivelmente isto ocorreu por causa da produção de som que pode ter atraído seus coespecíficos mais do que uma possível substância química, ou ambos agem em sinergismo. Outros testes devem ser feitos excluindo-se este sinal acústico em ambos os sexos.

Leskey & Prokopy (2001) verificaram após colarem o élitro das fêmeas de *C. nenuphar*, eliminando a produção de som, que este não influenciou na atratividade de possíveis fontes de odores. Entretanto, no cerambicídeo *Dectes texanus texanus*, Crook *et al.* (2004), ao estudarem seu comportamento de acasalamento, verificaram que o feromônio sexual (material lipossolúvel), liberado pelas fêmeas e presente na sua cutícula, provavelmente não atua em distâncias maiores do que poucos centímetros, sendo que outros estímulos, visuais ou acústicos, são utilizados para a localização dos parceiros. Alguns homópteros movem-se entre as plantas e utilizam a comunicação através de vibrações para encontrar seus coespecíficos, entretanto, em certos casos, a comunicação química através de feromônio exerce uma função de atração à longa distância

(Cokl & Virant-Doberlet, 2003). Já em algumas mariposas é comum a utilização de um sistema de sinalização acústica em associação com a liberação de feromônios para atração de coespecíficos (Conner 1999).

Os odores das partes vegetais (cana-de-açúcar, inflorescência e fruto) provocaram uma maior atividade dos insetos, sugerindo um possível efeito sobre sua locomoção, apesar da cana-de-açúcar e do fruto maduro não serem fontes naturais de alimento para adultos de *A. ynca*. Compostos voláteis liberados pela planta hospedeira e que exercem atratividade já foram documentados em várias espécies de curculionídeos. Segundo Gunawardena *et al.* (1998), ambos os sexos de *Rhynchophorus ferrugineus* são atraídos por compostos liberados pelos tecidos de sua planta hospedeira. Alguns desses, liberados pelos tecidos danificados da planta hospedeira de *R. palmarum*, como o acetato de etil e o etanol, também exercem uma função de orientação nesses gorgulhos, provavelmente a curtas distâncias, além de potencializar a atração do feromônio de agregação (Jaffé *et al.* 1993). Em *Anthonomus grandis*, α -pineno, limoneno, β -cariofileno e alguns sesquiterpenos presentes nos botões florais e nas folhas do algodão, atraem, segundo Minyard *et al.* (1969), os gorgulhos em uma mistura complexa. Em *C. nenuphar*, Butkewich & Prokopy (1993) sugerem que tais gorgulhos são capazes de detectar a grandes distâncias os odores liberados por vários frutos de suas plantas hospedeiras e que estes estímulos químicos podem ser utilizados em armadilhas para monitorar sua atividade em pomares. Possivelmente voláteis liberados pelas flores masculinas (provavelmente presentes na cana-de-açúcar e no fruto maduro do coqueiro) possam exercer em adultos de *A. ynca* atração até o sítio de alimentação. Outros testes devem ser realizados tentando se eliminar possíveis interferências físicas do ambiente e procurando se obter maior suporte na biologia, ecologia e comportamento de *A. ynca*, na tentativa de desvendar a presença de substâncias voláteis atrativas liberadas pela planta hospedeira.

RESUMOS E CONCLUSÕES

A comunicação é de extrema importância para a adaptação dos animais, destacando-se por permitir a interação entre as espécies e dentro da espécie.

Este trabalho foi realizado com a finalidade de se verificar, através de testes em laboratório, a existência de substâncias químicas liberadas por coespecíficos e pela planta hospedeira que atraem adultos de *A. ynca*.

Os bioensaios foram feitos utilizando-se três tipos de olfatômetros: um olfatômetro em Y conectado a um fluxo de ar e outros dois olfatômetros tipo arena com dupla escolha sem fluxo de ar. As fontes de estímulo utilizadas foram: (i) machos de *A. ynca*, (ii) fêmeas de *A. ynca*, (iii) cana-de-açúcar, (iv) inflorescência jovem de coqueiro (v) partes do coco e (vi) combinações de alguns deles. Foram realizados testes até se obter a resposta de 20 insetos, nos três tipos de olfatômetros; não se repetiram os insetos em testes com um mesmo estímulo.

Através desse trabalho foi possível verificar que: os insetos machos e fêmeas, testados individualmente ou em grupo, não responderam aos estímulos em nenhum dos olfatômetros utilizados; a cana-de-açúcar foi o único estímulo que provocou uma atividade maior dos insetos nos olfatômetros, mas as respostas a odores não foram significativas; ambos os sexos também responderam mais ao estímulo e ao controle quando se utilizou a inflorescência como estímulo nos três tipos de olfatômetro e; as combinações que mais estimularam a locomoção foram a cana-de-açúcar + machos e inflorescência + machos.

Portanto, neste trabalho foram utilizados três tipos de dispositivos olfatométricos na tentativa de evidenciar possíveis odores de coespecíficos e de tecidos vegetais que promovessem alguma resposta comportamental em *A. ynca*. Entretanto, os dados aqui apresentados não foram suficientes para confirmar a presença de substâncias químicas mediadoras de interações intra-específicas devido ao alto percentual de não-resposta. Já os resultados com partes vegetais (cana-de-açúcar, inflorescência e fruto) estimularam uma maior locomoção dos insetos, sugerindo uma possível atratividade a voláteis liberados pela planta hospedeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Booth, D. C.; Phillips, T. W.; Claesson, A.; Silverstein, R. M.; Lanier, G. N. & West, J. R. (1983) Aggregation pheromone components of two species of *Pissodes* weevils (Coleoptera: Curculionidae): isolation, identification, and field activity. *Journal of Chemical Ecology*, 9:1 – 12.

- 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 adult (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 19:825 – 835.
- Cokl, A. & Virant-Doberlet, M. (2003) Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology*, 48:29 – 50.
- Conner, W. E. (1999) 'Un chant d'appel amoureux': acoustic communication in moths. *The Journal of Experimental Biology*, 202:1711 – 1723.
- 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. *Annals of the Entomological Society of America*, 97:600 – 604.
- Eller, F. J. & Bartelt, R. J. (1996) Grandisoic acid, a male-produced aggregation pheromone from the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar*. *Journal of Natural Products*, 59:451 – 453.
- Eller, F. J.; Bartelt, R. J.; Shasha, B. S.; Schuster, D. J.; Riley, D. G.; Stansly, P. A.; Mueller, T. F.; Shuler, K. D.; Johnson, B.; Davis, J. H. & Sutherland, C. A. (1994) Aggregation pheromone for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae): identification and field activity. *Journal of Chemical Ecology*, 20:1537 – 1555.
- Gunawardena, N. E.; Kern, F.; Janssen, E.; Meegoda, C.; Schafer, D.; Vostrowsky, O. & Bestmann, H. J. (1998) Host attractants for red weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*: identification, electrophysiological activity, and laboratory bioassay. *Journal of Chemical Ecology*, 24:425 – 437.
- Hedin, P. A.; Dollar, D. A.; Collins, J. K.; Dubois, J. G.; Mulder, P. G.; Hedger, G. H.; Smith, M. W. & Eikenbary, R. D. (1997) Identification of male pecan weevil pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 23:965 – 977.
- Jaffé, K.; Sanchez, P.; Cerda, H.; Hernandez, J. V.; Jaffé, R.; Urdaneta, N.; Guerra, G.; Martinez, R. & Miras, B. (1993) Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): attraction to host plants and to a male-produced aggregation pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 19:1703 – 1720.
- Leskey, T. C. & Prokopy, R. J. (2001) Adult Plum Curculio (Coleoptera: Curculionidae) attraction to fruit and conspecific odors. *Annals of the Entomological Society of America*, 94:275 – 288.
- Lewis, B. & Gower, M. (1980) *Biology of communication*. London: Blackie, 239 p.
- Minyard, J. P.; Hardee, D. D.; Gueldner, R. C.; Thompson, A. C.; Wiygul, G. & Hedin, P. A. (1969) Constituents of the Cotton Bud: compounds attractive to the Boll Weevil. *Journal Agriculture Food Chemical*, 17:1093 – 1097.
- Paiva, M. R. & Pedrosa-Macedo, J. H. P. (1985) *Feromonas de Insetos*. Curitiba: GTZ, 94 p.

- Phillips, J. K.; Miller, S. P. F.; Andersen, J. F.; Fales, H. M.; & Burkholder, W. E. (1987) The chemical identification of the granary weevil aggregation pheromone. *Tetrahedron Letters*, 28:6145 – 6146.
- Ruiz-Montiel, C.; González-Hernández, H.; Leyva, J.; Llanderal-Cazares, C.; Cruz-Lopez, L. & Rojas, J. C. (2003) Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 96:1126 – 1131.
- Tafoya, F.; Lopez-Collado, J.; Stanley, D.; Rojas, J. C. & Cibrian-Tovar, J. (2003) Evidence of an aggregation pheromone in males of *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 32:484 – 487.
- Weissling, T. J.; Giblin Davis, R. M.; Gries, G.; Gries, R.; Perez, A. L.; Pierce, H. D. Jr.; & Oehlschlager, A. C. (1994) Aggregation pheromone of palmetto weevil, *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20:505 – 515.

ANATOMIA DO APARATO ESTRIDULATÓRIO, ANÁLISE DO SOM E PAPEL DA ESTRIDULAÇÃO NO COMPORTAMENTO DE CORTE E ACASALAMENTO. DE *AMERRHINUS YNCA* SAHLBERG, 1823 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RESUMO

Os insetos que utilizam a comunicação acústica nas relações interindividuais podem produzir suas emissões sonoras através de distintos meios, a estridulação é o mais difundido. Em Curculionidae a estridulação se dá através da fricção do plectrum do abdômen com a *pars stridens* localizada nos élitros. Este trabalho descreve a morfologia do aparato estridulatório de *Amerrhinus ynca*, analisa as suas emissões sonoras e investiga o papel da estridulação no seu comportamento de corte. Os sons foram gravados com gravador digital e analisados com ajuda do software Canary. Para verificar o papel da estridulação no comportamento de acasalamento de *A. ynca* foram realizados quatro tratamentos: (i) casais não manipulados, (ii) casais em que ambos os sexos tiveram parte de seus élitros direito e esquerdo removidos, (iii) casais nos quais apenas o macho teve parte de seus élitros removidos e (iv) casais nos quais apenas as fêmeas tiveram seus élitros direito e esquerdo removidos. A parte dos élitros que foi removida corresponde ao local onde se encontram as *partes stridentes*. Os casais foram observados durante cinco horas. Foram analisadas a frequência de monta e cópula, a frequência dos atos comportamentais, a duração do período de latência, pré-cópula, cópula e pós-cópula. A *pars stridens* de *A.*

ynca está localizada na região ventral da extremidade posterior dos élitros direito e esquerdo. Nos machos ela é constituída de fileiras de cristas de altura e espaçamentos variáveis. Nas fêmeas as cristas são menos acentuadas e estão distribuídas de forma irregular. Machos e fêmeas apresentaram dois *plectra* localizados no sétimo esternito abdominal, debaixo de cada *pars stridens*. Verificou-se que machos e fêmeas emitem sons por estridulação. Os machos estridularam durante o comportamento de corte. As fêmeas também apresentaram movimento similar ao estridulatório, mas um espectro específico não foi registrado. Os machos apresentaram estridulações quando foram perturbados através de pressões nas laterais do abdômen. A característica temporal e espectral destes sons foi distinta da observada durante a corte. As fêmeas também estridularam quando perturbadas e o espectro de emissão do som foi diferente do observado nos machos. Nos tratamentos nos quais as fêmeas tiveram sua *pars stridens* removida a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Já os machos gastaram mais tempo tentando cortejar as fêmeas, quando sua *pars stridens* foi retirada. Evidenciou-se a existência de aparato estridulatório em *A.ynca*, morfologicamente diferente nos dois sexos. Nos machos foi possível diferenciar dois tipos de sons, uma estridulação associada possivelmente a encontros com outros machos e uma estridulação de corte. A remoção da *par stridens* interfere no acasalamento aumentando o número de montas e reduzindo o número de cópula, além de alterar a duração da pré-cópula, cópula e pós-cópula.

ABSTRACT

Anatomy of the stridulatory apparatus, analysis of the sound and role of stridulation in courtship and mating behavior of *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae)

Insects that use the acoustic communication in the inter-specific relationships can produce their sound emissions through different means. Stridulation is the most spread one. In Curculionidae stridulation happens through the friction of the

plectrum of the abdomen with the *pars stridens* located in the elytra. This work describes the morphology of the stridulatory apparatus of *Amerrihinus ynca*; it analyzes the sound emissions and investigates the role of stridulation in courtship behavior. The sounds were recorded with digital tape recorder and analyzed by means of the Canary software. In order to verify the role of stridulation on the mating behavior of *A. ynca*, four treatments were accomplished: (i) manipulated couples, (ii) couples in which both sexes had part of their right and left elytra removed, (iii) couples in which only the male had part of its elytra removed (iv) couples in which only the female had part of its elytra removed. The part of the elytra that was removed corresponded to the place of *pars stridens* location. The couples were observed for five hours. The frequency of mount and copulation; the frequency of the behavioral acts; the duration of the latency period, pre-copulation, copulation and post-copulation, were analyzed. The *pars stridens* of *A. ynca* is located in the ventral area of the posterior extremity of the right and left elytra. In males it is constituted of arrays of ridges of variable height and spacing. In the females, the ridges are less prominent and are distributed in an irregular way. Males and females presented two *plectra* located in the seventh abdominal sternite, under each *pars stridens*. It was verified that males and females emit sounds by stridulation. Males stridulated during the courtship behavior. Females also presented a movement similar to the stridulatory one, but a specific spectrum was not registered. Males presented stridulation when they were disturbed by pressures on the lateral parts of the abdomen. The temporary and spectral characteristic of these sounds was different from that observed during courtship. Females also stridulated when they were disturbed and the spectrum of sound emission was different from that observed in males. In the treatments in which females had their *partes stridentes* removed the percentage of couples that coupled (mount and copulation) was reduced. Males spent more time and energy trying to court the females, when their *partes stridentes* were removed. It was evidenced the existence of stridulatory apparatus in *A. ynca*, morphologically different in both sexes. In males it was possible to differentiate two types of sounds, a disturbance stridulation and a courtship stridulation. The removal of the *pars stridens* interferes in the mating behavior by increasing the number of mounts and reducing the number of copulation, besides altering the duration of the pre-copulation, copulation and post-copulation.

INTRODUÇÃO

A comunicação é baseada na transmissão de uma mensagem, através de sinais, de uma fonte emissora até um receptor. Estes sinais podem ser químicos, visuais, táteis ou auditivos. Os sistemas de comunicação que utilizam o canal acústico para a transmissão e recepção de sinais, têm como princípio a análise dos parâmetros temporais e de frequência destes sinais (Landa 2000).

Muitos sons e sinais produzidos por insetos são espécie - específicos e utilizados principalmente para a localização, reconhecimento e formação de pares (Cokl & Virant-Doberlet, 2003). O som, enquanto sinalizador de uma informação, é representado pelas suas características estruturais, tais como o seu espectro e padrão de modulação de amplitude, o que vai permitir ao receptor analisar e localizar a mensagem mesmo quando vários sinais chegam simultaneamente de diferentes fontes (Pollack 2000).

A estridulação, comum entre os besouros, pode ser definida como o processo por meio do qual o som ou vibração é produzido pela fricção de duas partes do corpo que se movem uma contra a outra (Cokl & Virant-Doberlet 2003). Em Curculionidae a produção de som se dá pelo método de estridulação élitro-abdominal, descrita por Durmortier, em 1963, e que consiste na fricção do *plectrum* presente no abdômen sobre a *pars stridens* localizada nos élitros (Durmortier 1963). Este mecanismo pode ser encontrado em várias espécies do gênero *Conotrachelus* (Gibson 1967), *Pissodes* (Harman & Kranzler 1969), *Smicronyx* (Hyder & Oseto 1989), *Phrydiuchus* (Wilson *et al.* 1993), entre outros (Durmortier 1963).

A produção de som através da estridulação pode estar associada tanto a interações inter e intra-específicas quanto a interações intra-sexuais. Segundo Haskell (1974), para as duas primeiras interações, ambos os sexos produzem uma estridulação específica e envolvida primariamente no comportamento de defesa e alarme, que pode ser denominada estridulação de distúrbio. Já a estridulação de corte é utilizada na comunicação intra-sexual, relacionada com os comportamentos de corte e acasalamento.

O objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia das estruturas associadas à produção de som, analisar o som produzido e investigar o seu papel no comportamento de acasalamento de *Amerrhinus ynca*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os insetos foram coletados em coqueirais comerciais no município de Quissamã, localizado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, e transportados para o Laboratório de Entomologia e Fitopatologia. No laboratório, os insetos foram mantidos dentro de potes de vidros (capacidade 3.250 ml) com tampas teladas contendo fragmentos de cana-de-açúcar como alimento. A criação foi mantida em sala com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de (12:12h) luz-escuro.

Anatomia do aparato estridulatório - Para descrever a anatomia do aparato estridulatório de *A. ynca* foram feitas observações em microscópio eletrônico e em lupa estereoscópica com aumento de 40 vezes. A presença da *pars stridens* nos élitros direito e esquerdo e do *plectrum* no abdômen de machos e fêmeas foi confirmada pelas observações sob lupa estereoscópica utilizando-se cinco indivíduos de cada sexo.

O detalhamento da estrutura localizada nos élitros direito e esquerdo de ambos os sexos foi feito sob microscopia eletrônica de alta resolução. Para tal fim se utilizou um indivíduo de cada sexo, o qual teve seus élitros retirados e mantidos em dessecador por 48 horas, e submetidos a uma fina aplicação de ouro. Já as observações do *plectrum* nos tergitos do abdômen foram feitas diretamente com o uso de lupa estereoscópica. Tanto nas observações em microscopia eletrônica quanto naquelas com lupa estereoscópica foram utilizados insetos que morreram logo após o acondicionamento no laboratório.

Análise do som produzido - Uma imagem de vídeo, produzida em uma câmera digital Sony® capaz de sincronizar som e imagem, foi utilizada para verificar de que forma os insetos produziam o som. Nessa observação, um único indivíduo macho foi perturbado, pressionando-se as laterais de seu abdômen com o polegar e o dedo indicador, o tempo suficiente para que se conseguissem várias imagens de sua estridulação.

Posteriormente foram registrados os sons de distúrbio produzidos por machos e fêmeas e o de corte produzido pelos machos durante o processo de

acasalamento. O som foi gravado utilizando-se um gravador digital Sony® MZ-R70 e um microfone condensador Sennheiser (MM6/K6P).

A estridulação de distúrbio foi registrada ao se pressionar a lateral do abdômen de sete indivíduos de cada sexo (n=7) selecionados aleatoriamente da população vinda do campo. Cada registro individual durou 60 segundos. Já a estridulação de corte produzida por machos de *A. ynca* durante o acasalamento foi gravada a partir de sete casais (n=7) mantidos individualizados dentro de caixas Gerbox® (10X10X5 cm). A gravação teve início assim que o macho entrava em contato com a fêmea. Caso ocorresse a monta, a gravação continuava até o início da cópula, caso contrário era interrompida até uma nova tentativa de monta. Os sons de corte e de distúrbio foram gravados nos finais de semana para se evitar ao máximo a interferência de sons externos, uma vez que não havia dentro da Universidade uma sala acusticamente apropriada.

No Laboratório de Ciências Ambientais, setor de bioacústica da Universidade Estadual do Norte Fluminense, as gravações foram digitalizadas em um computador Mac Os⁹, utilizando-se o software de pesquisa bioacústica Canary (versão 1.2). A digitalização foi feita a uma taxa amostral de 44100 Hz e transferida em formato de 16 bits por amostra. O gravador utilizado na digitalização foi o mesmo utilizado nas gravações, garantindo-se assim igualdade de velocidade e reprodução entre coleta e processamento de sons. Após a digitalização dos sons gravados (14 sons de distúrbio e sete de corte) seus respectivos oscilogramas e espectrogramas foram criados utilizando-se o Canary (Figuras 1 e 2).

As análises das variáveis acústicas (Tabela 1) foram feitas da seguinte maneira: para os sons produzidos por machos (distúrbio e corte) foram escolhidos aleatoriamente, e sempre que possível, cinco cantos dentro do intervalo de tempo total da gravação (para o som de distúrbio o tempo total de gravação foi de 60 segundos). Foram analisados o primeiro pulso destes cinco cantos e, sempre que possível, mais cinco pulsos escolhidos aleatoriamente. Nem sempre foi possível selecionar cinco pulsos, porque alguns cantos eram compostos por três ou quatro pulsos e em alguns casos havia menos de cinco cantos por tempo de gravação.

A grande dificuldade encontrada no momento de analisar os sons produzidos pelas fêmeas foi o fato de que elas estridulam praticamente dentro da faixa de ruído ambiental (± 2 kHz). Assim, ao se construir o espectrograma das

sete gravações feitas para as fêmeas, foi muito difícil separar o que era ruído do que era estridulação. Apenas em duas fêmeas foi possível fazer nitidamente esta distinção e proceder às análises. Dessa forma, foram analisados 35 pulsos consecutivos dentro do intervalo de 60 segundos para cada uma das duas gravações.

As variáveis temporais e espectrais dos sons produzidos por machos e fêmeas foram medidas a partir de gráficos do espectrograma (Resolução de frequência = 86,13 Hz, Resolução de tempo = 1,45 ms e FFT Size = 512 pts).

Tabela 1 – Definições das variáveis acústicas medidas para as estridulações de corte (macho) e distúrbio (macho e fêmea) de *Amerrhinus ynca*.

Variáveis	Definição	Sexo analisado
Duração do pulso (ms)	Tempo total de duração do pulso.	Macho e fêmea
Duração total do canto (s)	Tempo total do canto, medido a partir do início do primeiro pulso até o final do último pulso.	Macho
Duração interpulso (ms)	Tempo de duração entre dois pulsos consecutivos.	Macho e fêmea
Frequência máxima (kHz)	Maior frequência do pulso.	Macho e fêmea
Frequência mínima (kHz)	Menor frequência do pulso (padronizada em 1kHz).	Macho e fêmea
Intensidade média (dB)	Intensidade média na porção selecionada do espectrograma.	Macho e fêmea
Taxa de repetição do canto	Frequência de cantos por unidade de tempo.	Macho
Quantidade de pulsos	Quantidade de pulsos do canto.	Macho
Quantidade de cantos	Quantidade de cantos presentes no tempo total de gravação.	Macho

A comparação dos parâmetros dos sons de distúrbio e de corte produzidos pelos machos foi feita utilizando-se 7 cantos e cinco pulsos por canto (excluindo-se o primeiro pulso), totalizando 35 pulsos por indivíduo. Já para se comparar o primeiro pulso com os demais foram utilizados os primeiros pulsos de cada canto mais cinco pulsos distintos do primeiro, escolhidos aleatoriamente, totalizando cinco pulsos por indivíduo para cada tipo de pulso (primeiro e demais

pulsos). Para comparar a estridulação de distúrbio de machos e de fêmeas, foram selecionados aleatoriamente dois machos. Destes, 25 pulsos foram escolhidos aleatoriamente entre os cinco cantos dos dois machos para se comparar os parâmetros espectrais (frequência máxima e intensidade média) e temporais (duração do pulso).

As comparações dos dados observados foram feitas através da análise de variância utilizando-se o software de análise estatística Statistica v. 7.0.

Papel do som no acasalamento - Para se verificar o papel da estridulação no comportamento de acasalamento de *A. ynca* foram realizados quatro tratamentos: (i) casais não manipulados, (ii) casais em que ambos os sexos tiveram parte de seus élitros direito e esquerdo removida, (iii) casais dos quais apenas o macho teve parte de seus élitros removida e (iv) casais dos quais apenas as fêmeas tiveram seus élitros direito e esquerdo removidos. A parte dos élitros que foi removida correspondia ao local onde se encontra a *pars stridens*.

Os casais, mantidos individualizados dentro de caixas Gerbox[®] (10 x 10 x 5 cm) foram observados durante cinco horas. Cada tratamento foi dividido em seis módulos com cinco casais por tempo de observação (n=30). Eles foram observados em sala climatizada (temperatura de 25° C) e durante a fotofase, alternando manhã e tarde.

As variáveis registradas neste experimento foram: a frequência de monta e cópula, a frequência dos atos comportamentais, a duração do período de latência, pré-cópula, cópula e pós-cópula (Tabela 2). Sendo que, para a frequência de monta se considerou toda a monta ocorrida durante as cinco horas de observação e para a frequência de cópula, o número de cópulas que ocorreram desde o início da primeira monta até a descida do macho do dorso da fêmea. Para os dados de frequência dos atos comportamentais foram considerados nas análises aqueles que mais ocorreram durante a primeira pré-cópula (Tabela 2).

Como os machos precisam se fixar na fêmea, agarrando com as pernas posteriores as laterais de seu abdômen, o efeito mecânico da retirada de parte dos élitros pode interferir nos resultados, impedindo-se a permanência dos machos sobre o dorso das fêmeas e dificultando o acasalamento. Por isso, um novo tratamento foi realizado colando-se os élitros das fêmeas no abdômen,

utilizando-se corretivo líquido a base d'água, e impedindo-se que elas produzissem algum tipo de som. Neste caso foram utilizados 30 casais, nos quais foi analisado se houve ou não monta, durante as cinco horas de observação.

As comparações entre os tratamentos foram feitas através do software de análise estatística Statistica© v.7.0, utilizando-se a análise de variância.

Tabela 2 – Descrição dos atos comportamentais de *Amerrhinus ynca* e das variáveis utilizados nas comparações entre os tratamentos.

Variáveis	Descrição
Freqüência de monta	Todas as montas que ocorreram durante as cinco horas de observações.
Freqüência de cópula	Todas as cópulas que ocorreram durante todo o primeiro tempo em que os machos permaneceram sobre o dorso das fêmeas, ou seja, desde o momento da primeira monta até o momento em que os machos descem do dorso da fêmea.
Freqüência dos atos comportamentais	Todos os atos comportamentais que ocorreram durante a primeira pré-cópula.
Latência	Tempo decorrido desde o início das observações até o início da monta.
Duração da pré-cópula	Tempo decorrido desde a monta até o início da cópula.
Duração da cópula	Período que os machos permanecem com seu edeago introduzido dentro da genitália da fêmea.
Duração da pós-cópula	Tempo decorrido desde a retirada do edeago da genitália da fêmea até a descida do macho de seu dorso.
Ato Comportamental	Descrição
Estridulação	Produção de som pela fricção dos élitros contra o abdômen.
Estimular o protórax	Esfregar o espinho localizado nas tíbias das pernas anteriores do macho nas laterais do protórax da fêmea.
Estimular o abdômen	Esfregar o espinho localizado na tíbia das pernas posteriores do macho nas laterais do abdômen da fêmea.
Tentativas de cópula	O macho expõe a genitália e faz tentativas de cópula.

RESULTADOS

Anatomia do aparato estridulatório - O aparato estridulatório de *A. ynca* consiste de uma lixa ou *pars stridens* e de um raspador ou *plectrum*. A *pars stridens* está localizada na região ventral na extremidade posterior dos élitros sob a superfície de cada vértice (Figura 3).

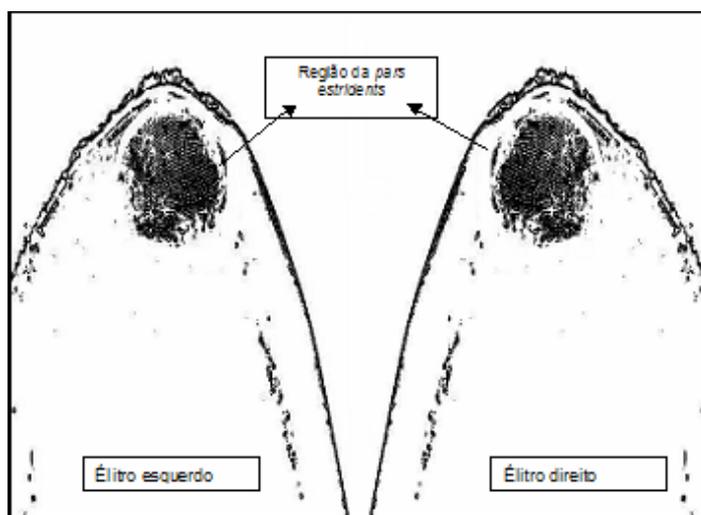


Figura 3 – Posição da *pars stridens* na superfície interna dos élitros direito e esquerdo de ambos os sexos.

Nos machos a *pars stridens* de *A. ynca* é constituída de fileiras de cristas principais distribuídas de tal forma que ela adquire a configuração de uma gota que se prolonga quase que perpendicular ao eixo longitudinal do corpo do inseto (Figura 4A-B). As cristas principais aumentam em altura das bordas para o centro, formando uma região mediana mais elevada (Figura 4C). Entre essas cristas são observadas elevações perpendiculares que formam pequenas cristas secundárias. Os espaços entre as cristas principais formam sulcos que são mais largos próximos da base da *pars stridens* e se tornam mais estreitos à medida que se aproximam de seu ápice, onde é possível observar uma região distinta designada Zona A (Figura 5A). Nesta região os espaços entre as cristas são bem menores, quase unindo uma crista à outra. Uma outra região distinta, designada

Zona B, também foi observada margeando a lateral direita da *pars stridens*. Esta região é formada por pequenas escamas e sua largura aumenta da base para o ápice da *pars stridens* (Figura 5B).

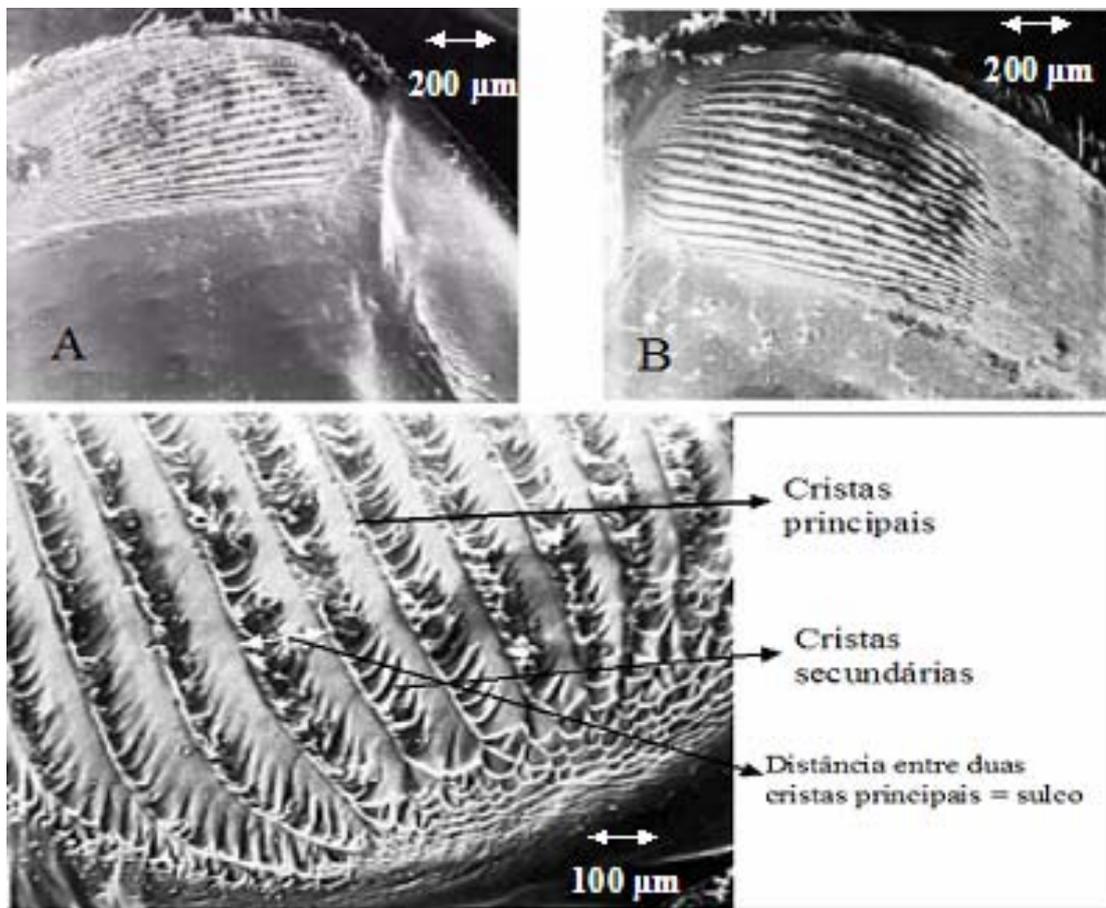


Figura 4 – Vista ventral da *pars stridens* dos élitros esquerdo (A) e direito (B) de machos de *Amerrhinus ynca*. (C) Detalhe da região basal da gota, mostrando as cristas primárias, secundárias e sulco.

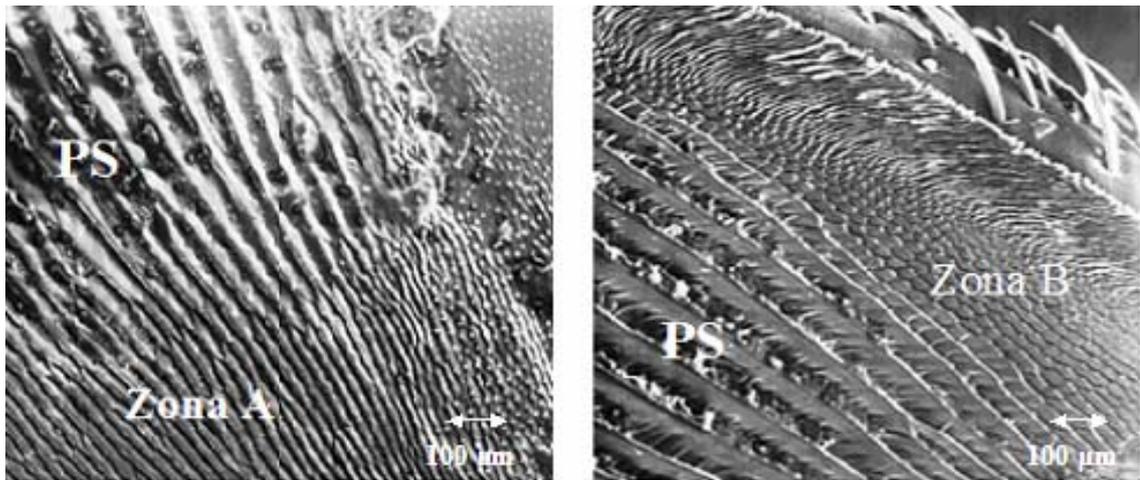


Figura 5 – Vista da *pars stridens* (PS) do élitro direito de machos de *Amerrhinus ynca* mostrando as duas regiões distintas (Zona A e B).

Nas fêmeas de *A. ynca* a *pars stridens* é constituída de fileiras de cristas, mas estas estão distribuídas de forma irregular, são similares em altura e apresentam sulcos de largura homogênea (Figura 6B). Na *pars stridens* das fêmeas não foram observadas cristas secundárias.

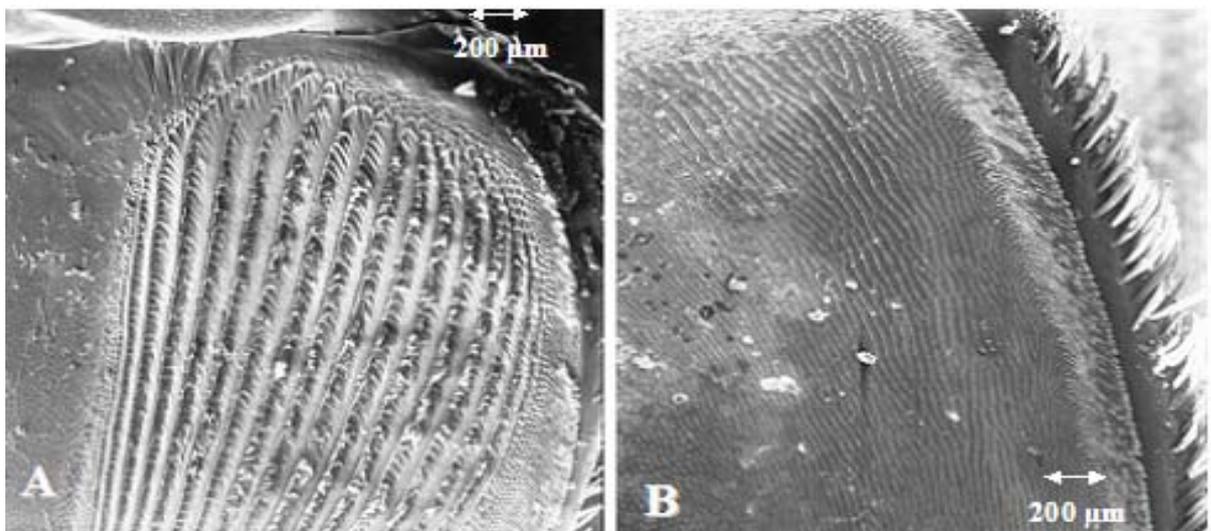


Figura 6 – Vista ventral dos élitros direitos de macho (A) e fêmea (B), mostrando as diferenças estruturais na *pars stridens* de *Amerrhinus ynca*.

Tanto os machos quanto as fêmeas de *A. ynca* apresentam dois *pectra*, equidistantes, localizados na margem anterior do sétimo esternito abdominal, abaixo da *pars stridens* dos élitros esquerdo e direito (Figura 7A). Os *pectra* são constituídos por dentes esclerotizados que se prolongam lateralmente (Figura 7B). Sob a superfície do sétimo tergito abdominal é possível verificar a presença de pontuações que são mais evidentes nos machos do que nas fêmeas (Figura 7A). Estas pontuações também são esclerotizadas, mas não foi observado se elas atuam na produção de som.

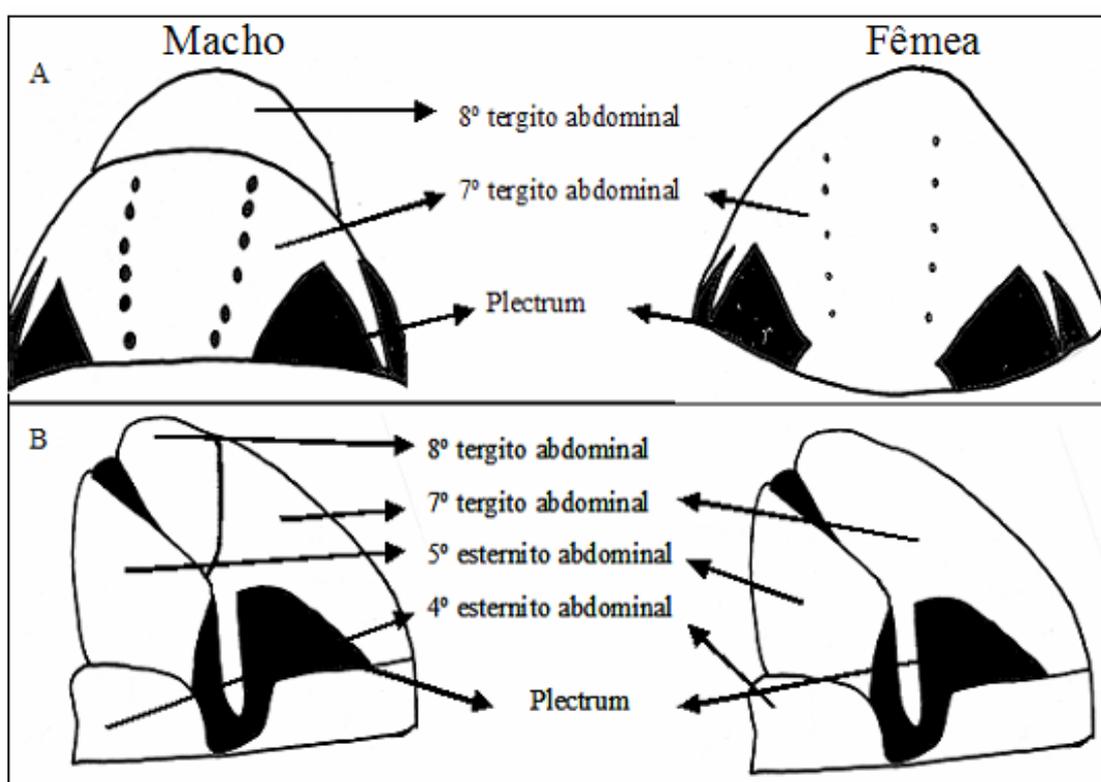


Figura 7 - Desenho esquemático do abdômen de macho e fêmea de *Amerrhinus ynca*. (A) vista ventral mostrando os dois dentes plectrais e as pontuações sobre o penúltimo tergito abdominal do macho e no pigídio da fêmea. (B) vista lateral mostrando o prolongamento dorsolateral do dente plectral.

Análise da produção do som - Através da imagem de vídeo foi possível observar que a produção de som em machos de *A. ynca* coincide com a fricção do *pectrum* contra a *pars stridens*, sendo que o som é produzido ao se movimentar o abdômen em um golpe para frente e outra para trás (Figura 8).

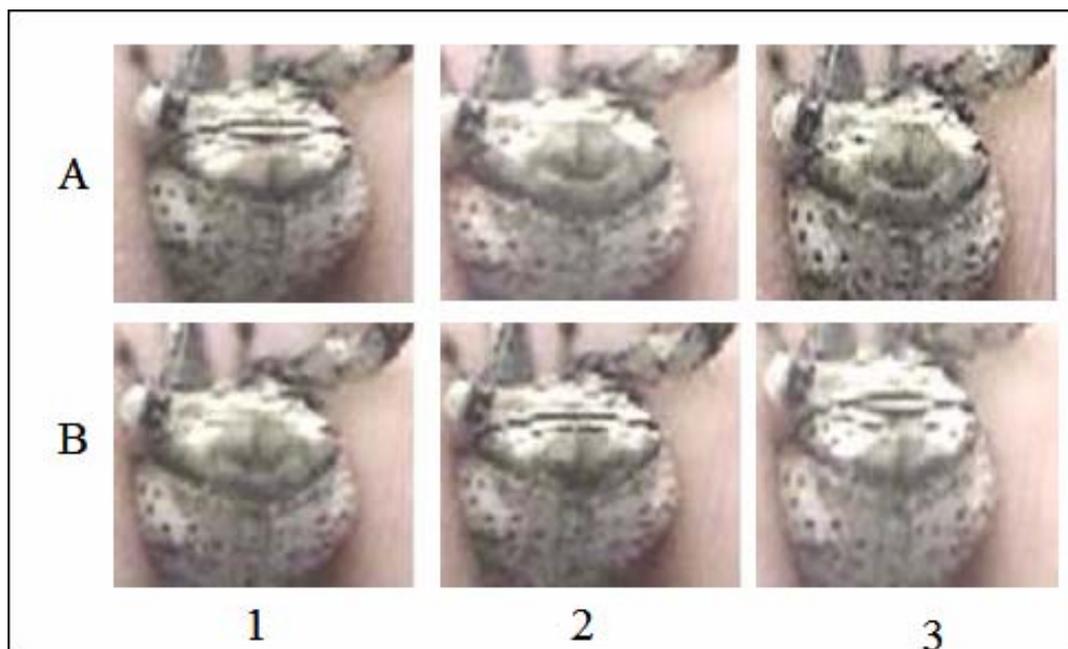


Figura 8 – Seqüência mostrando os movimentos abdominais para frente (A) e para trás (B) envolvidos na produção de som por machos de *Amerrhinus ynca*. Os números indicam a posição inicial (1), intermediária (2) e final (3), das duas seqüências. O movimento completo inicia-se em A1 e termina em B3.

Constatou-se que machos de *A. ynca* produzem dois tipos de som, um de distúrbio e outro de corte. A unidade básica destes sons foi designada de pulso, e o conjunto de pulsos, canto (Figura 9). Já para as fêmeas só foram registrados o som de distúrbio, o qual é formado por apenas um pulso a intervalos irregulares (Figura 11).

Nos machos, a quantidade de pulsos por canto não é fixa, podendo variar de seis a quinze para a estridulação de distúrbio (média= $9,7 \pm 2,2$) e de três a treze para a estridulação de corte (média= $8,8 \pm 2,5$). A quantidade de pulsos/canto não diferiu estatisticamente entre os dois tipos de estridulação (Tabela 4). Já a taxa média de repetição dos cantos foi de $0,26 \pm 0,07$ cantos/segundo para a estridulação de distúrbio e de $1,11 \pm 0,98$ cantos/segundo para a estridulação de corte, o que foi significativamente diferente ($F_{(1, 12)}=5,1603$, $p=0,04231$) (Tabela 4).

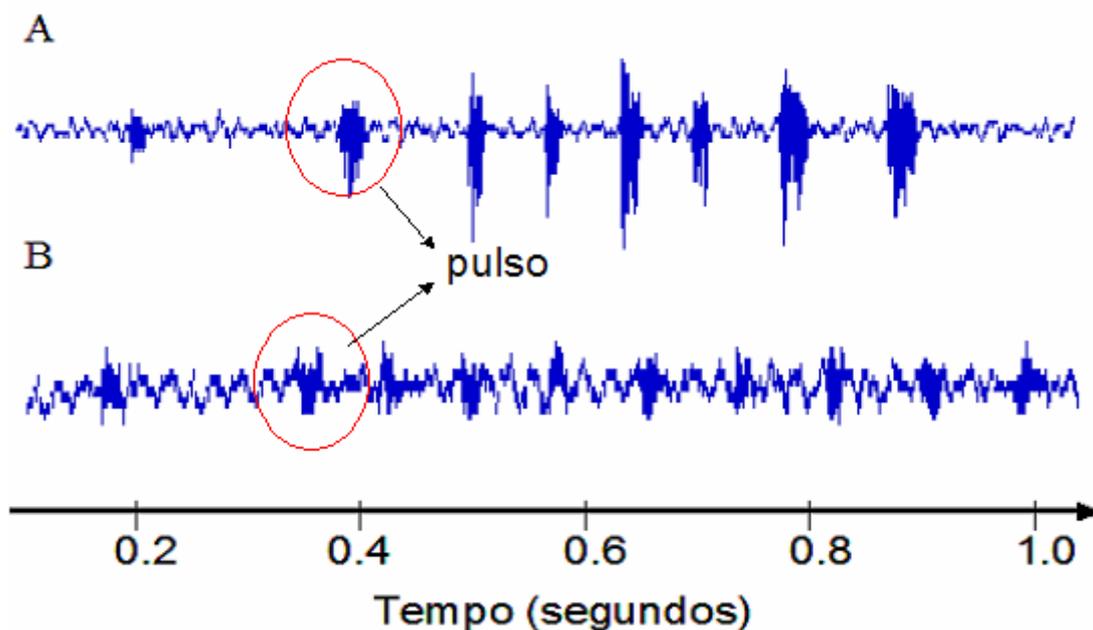


Figura 9 - Oscilograma mostrando a forma das ondas dos cantos de estridulação de distúrbio (A) e de corte (B) produzidos por machos de *Amerrhinus ynca*.

Tabela 4 – Pulsos por canto e taxa de repetição dos cantos de machos de *Amerrhinus ynca*.

Estridulação	Pulsos/canto (n=35)		Cantos/segundo (n=7)	
	Média ¹ ± sd	amplitude	Média ² ± sd*	Amplitude
Distúrbio	9,7 ± 2,2	6,0 – 15,0	0,26 ± 0,07*	0,13 – 0,33
Corte	8,8 ± 2,5	3,0 – 13,0	1,11 ± 0,98*	0,30 – 3,03

* Diferença significativa (ANOVA P < 0,001).

Outra diferença constatada foi que a duração do pulso ($F_{(1, 316)}=6,1592$, $p=0,01$) e a intensidade média ($F_{(1, 316)}=17,658$, $p=0,001$) são maiores na estridulação de distúrbio, enquanto que o alcance máximo da frequência ($F_{(1, 316)}=74,652$, $p=0,00000$), em média, foi maior na estridulação de corte (Tabela 5 e Figura 10). A duração do intervalo entre pulsos não difere entre os dois tipos de estridulação.

Tabela 5 – Parâmetros temporais e espectrais das emissões de som de machos de *Amerrhinus ynca* em situação de distúrbio e de corte.

Tipo de estridulação	Parâmetros temporais		Parâmetros espectrais	
	Duração do pulso (ms) ¹	Duração do interpulso (ms) ¹	Freqüência máxima* (kHz) ¹	Intensidade média* (dB) ¹
Distúrbio	24,84 ± 7,74*	56,65 ± 25,26	11,71 ± 2,84*	-40,58 ± 11,84*
Corte	23,45 ± 3,38*	51,20 ± 16,76	13,73 ± 2,36*	-43,78 ± 5,04*

* Diferença significativa (P<0,01 - ANOVA).

Um intervalo entre o primeiro e o segundo pulso foi maior do que os demais intervalos entre pulsos (Figura 10). Na estridulação de distúrbio o primeiro pulso apresenta todas as variáveis distintas dos demais pulsos (Tabela 6). Sendo que para a estridulação de corte apenas a duração do pulso não foi diferente (Tabela 6).

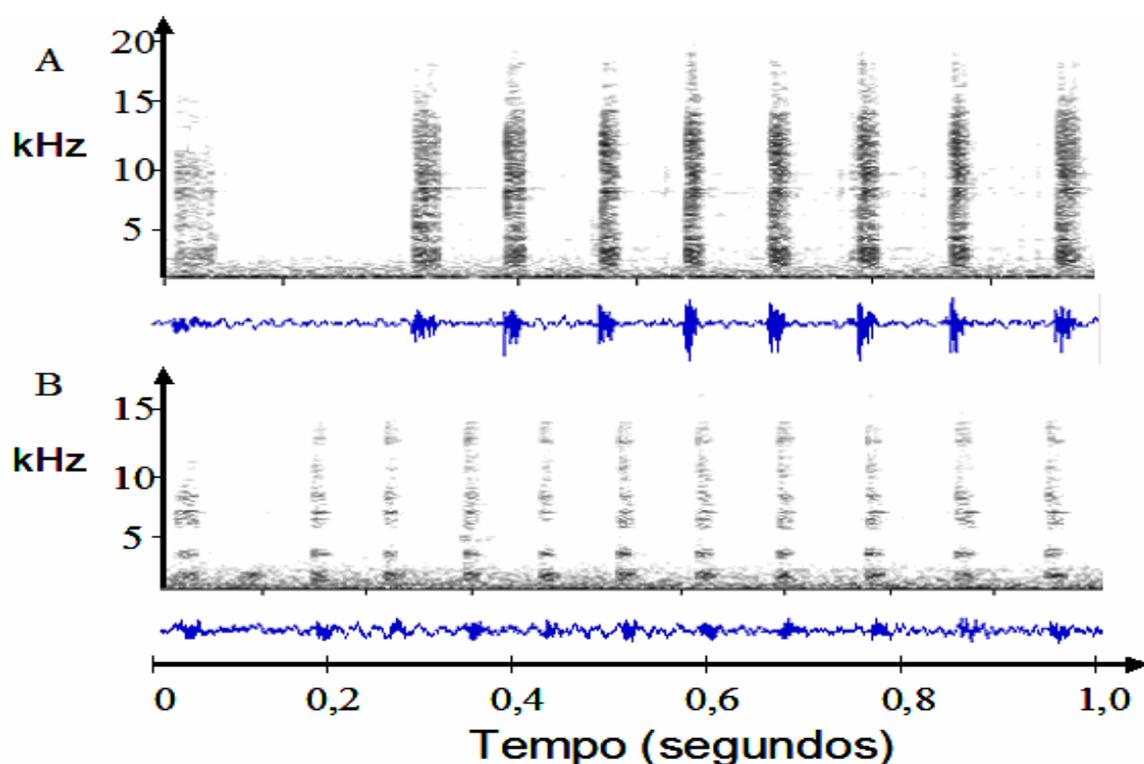


Figura 10 – Oscilograma e espectrograma do canto de estridulação de distúrbio (A) e corte (B) de machos de *Amerrhinus ynca*.

Tabela 6 – Média dos parâmetros temporais e espectrais do primeiro pulso e interpulso em relação aos demais pulsos e interpulsos, para a estridulação de corte e de distúrbio em machos de *Amerrhinus ynca*.

Tipo de estridulação	Parâmetros	Tipo de pulso/interpulso	
		Primeiro	Demais
Distúrbio	Duração do pulso (ms)	36,34 ± 11,83*	24,36 ± 5,67*
	Duração interpulso (ms)	151,56 ± 64,27*	59,42 ± 23,30*
	Frequência máxima (kHz)	8,71 ± 4,26*	11,69 ± 2,84*
	Intensidade média (dB)	-45,68 ± 4,80*	-41,41 ± 6,93*
Corte	Duração do pulso (ms)	25,93 ± 7,17 ^{NS}	23,67 ± 3,35 ^{NS}
	Duração do interpulso (ms)	96,93 ± 46,83*	50,21 ± 21,13*
	Frequência máxima (kHz)	11,74 ± 2,99*	13,63 ± 2,30*
	Intensidade média (dB)	-48,26 ± 4,65*	-44,58 ± 5,10*

* Diferença significativa (P < 0,001, ANOVA).

Para as fêmeas de *A. ynca* só foi possível descrever o som de distúrbio produzido por duas fêmeas. Para as duas fêmeas analisadas apenas a intensidade média não diferiu significativamente (Tabela 7).

Tabela 7 – Média ± desvio padrão dos parâmetros temporais e espectrais do canto produzido pela estridulação de distúrbio de fêmeas de *Amerrhinus ynca*.

Parâmetros	Média ¹ ± desvio padrão	
	Fêmea 01	Fêmea 02
Duração do pulso (ms)	39,4 ± 7,8*	83,3 ± 11,7*
Intervalo entre cantos (s)	0,8 ± 0,7 *	0,6 ± 0,3*
Frequência máxima (kHz)	7,8 ± 3,5*	5,6 ± 4,0*
Intensidade média (dB)	-42,3 ± 2,3	-41,7 ± 3,1

* Diferença significativa (P < 0,05 – ANOVA).

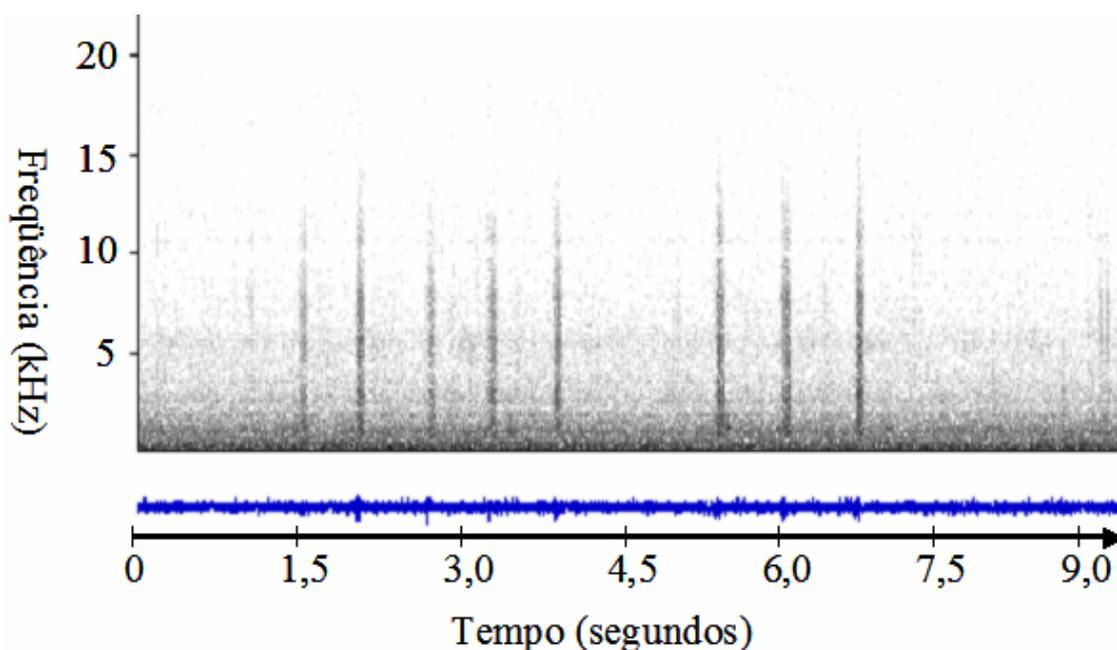


Figura 11 – Oscilograma e espectrograma da estridulação de distúrbio de fêmeas de *Amerrhinus ynca*.

Os parâmetros temporais e espectrais da estridulação de distúrbio produzida pelos machos de *A. ynca* diferem significativamente daqueles produzidos pelas fêmeas. O único parâmetro que não difere significativamente é a intensidade média (Tabela 8). A média da taxa de repetição dos cantos nas fêmeas foi maior do que a dos machos (Tabela 8). Assim, as fêmeas produzem um som de frequência mais baixa com pulsos que duram mais em uma taxa de repetição maior.

Tabela 8 – Diferenças entre a estridulação de distúrbio de machos e fêmeas (N=50).

	Macho	Fêmea
Pulsos por canto	3 a 15	1
Taxa de repetição do canto	0,33 cantos/segundo	1,33 cantos/segundo
Duração do pulso (ms)	27,40 ± 9,19a	63,64 ± 24,24b
Frequência máxima (kHz)	12,07 ± 2,17a	6,89 ± 3,89b
Intensidade média (dB)	-42,87 ± 8,91a	-42,49 ± 2,85a

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,000-ANOVA)

Papel do som no acasalamento - Houve redução no número de casais que copularam quando a *pars stridens* dos machos foi removida. Entretanto, quando a *pars stridens* das fêmeas foi removida tanto o número de montas quanto os de cópulas sofreram reduções (Figura 12). O mesmo ocorreu quando as *partes stridentes* de ambos os sexos foram removidas. Já quando os élitros das fêmeas foram colados, apenas 43% dos machos chegaram a montar pelo menos uma vez.

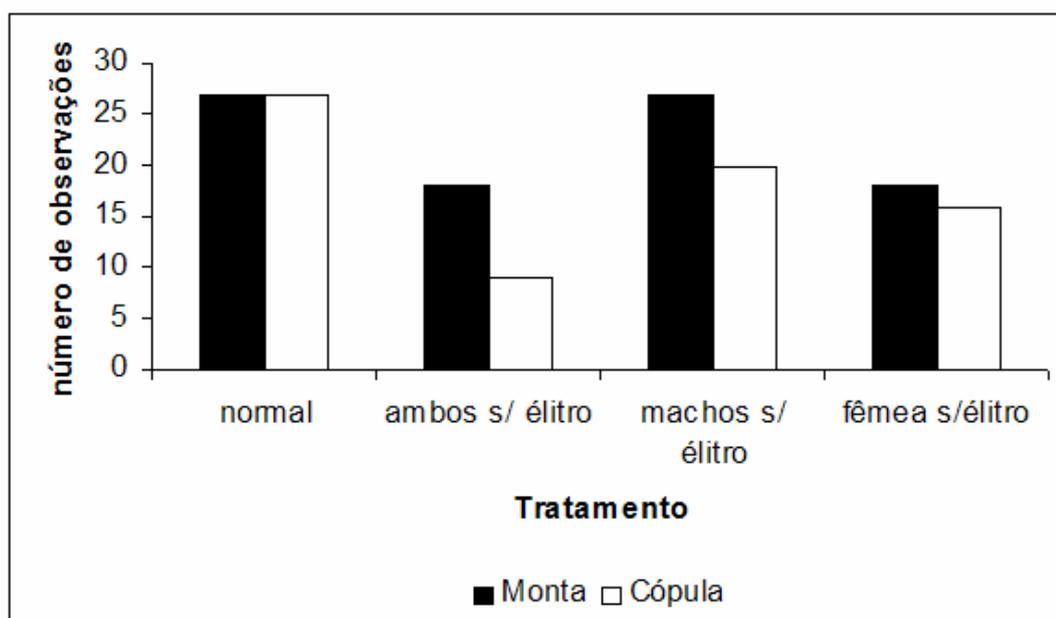


Figura 13 – Quantidade de casais que montaram e copularam pelo menos uma vez (n=30).

As frequências de monta ($F_{3,116}=3,2579$, $p=0,024$) e de cópula ($F_{3,116}=9,2087$, $p=0,000$) foram significativamente diferentes para os quatro tratamentos (Figura 14).

O período de latência e a duração do cortejo nos casais não manipulados diferiram dos demais tratamentos. A duração da cópula foi maior ($F_{3, 110}=8,0667$, $p=0,00007$) e o tempo de guarda das fêmeas também foi maior ($F_{3, 107}=5,1276$, $p=,002$) (Figura 15D) nos casais não manipulados.

Quanto aos atos comportamentais envolvidos no comportamento de pré-cópula (estridulação¹, tentativa e esfregar com as pernas anteriores e posteriores), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, as médias de freqüência destes atos comportamentais foram maiores no tratamento 3 do que nos demais tratamentos (Figura 14).

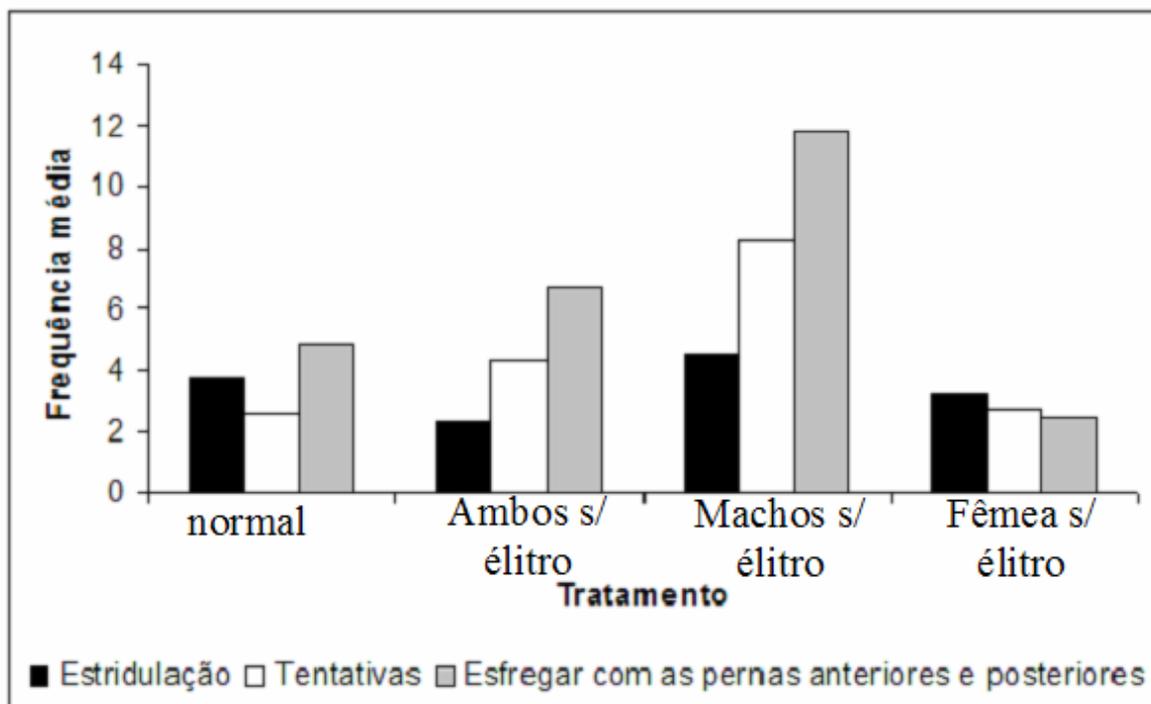


Figura 14 – Frequência média dos atos comportamentais envolvidos no comportamento de pré-cópula dos machos de *Amerrhinus ynca* para os quatro tratamentos.

DISCUSSÃO

Aparato estridulatório - Como em outros curculionídeos, a *pars stridens* de *A. ynca* também se localiza na superfície interna dos élitros. Harman & Harman (1972), ao estudarem o aparato estridulatório de *Pissodes strobi* (Peck, 1817) (Coleoptera: Curculionidae), observaram que tanto o élitro direito quanto o esquerdo de ambos os sexos contém a *pars stridens* e que esta estrutura está

¹ Os movimentos do abdômen dos machos nos tratamentos 2 e 3 foram considerados como estridulatórios, apesar de os machos não terem produzido som.

localizada em sua superfície interna, próxima à sutura apical do vértice, junto com outras áreas distintas que a circundam. Em *Smicronyx fulvus* LeConte, 1876 e *Smicronyx sordidus* LeConte, 1876, Hyder & Oseto (1989) também descreveram a localização da *pars stridens* de ambas as espécies como sendo sob a superfície de cada ápice elitral. O mesmo também ocorre em *Phrydiuchus tau* Warner, 1969 (Coleoptera: Curculionidae) (Wilson *et al.* 1993). Já em quatro espécies do gênero *Conotrachelus* (*C. naso* LeConte, 1876; *C. posticatus* Boheman, 1837; *C. carinifer* Casey, 1892; e *C. nenuphar* (Herbst, 1797)), a *pars stridens* está localizada na borda do élitro esquerdo, estendendo-se sob o direito, e freqüentemente pode ocorrer nos machos uma *pars stridens* menor, sobre a borda do élitro direito (Gibson 1967).

Diferenças entre a *pars stridens* de machos e de fêmeas com relação ao espaçamento e à altura das cristas também foram observadas em outros curculionídeos. Hyder & Oseto (1989) observaram diferenças na altura das cristas de machos e fêmeas de ambas as espécies do gênero *Smicronyx*, sendo que nos machos as cristas são mais altas do que nas fêmeas. Gibson (1967) observou que em *C. posticatus* a *pars stridens* dos machos varia quanto à altura e ao espaçamento das cristas, enquanto nas fêmeas esta variação é aparentemente uniforme. O autor menciona ainda que a variação em altura e espaçamento das cristas da *pars stridens* dos machos aumenta a partir da porção anterior para a posterior. Hyder & Oseto (1989) mencionam uma área mediana da *pars stridens* formada pela variação na altura das cristas nas duas espécies do gênero *Smicronyx*, que ficou caracterizada como a região ótima de produção de som. A mesma variação em altura mencionada por estes autores ocorre na *pars stridens* dos machos de *Amerrhinus ynca*, criando uma região central onde as cristas são mais altas. Provavelmente esta região central também esteja ligada à produção ótima de som em *A. ynca*.

Em curculionídeos o *plectrum* pode estar localizado no sexto ou no sétimo tergito abdominal. Assim como em machos e fêmeas de *A. ynca* o *plectrum* de *Phrydiuchus tau* está localizado, segundo Wilson *et al.* (1993), na margem anterior do sétimo tergito abdominal e consiste de duas estruturas pareadas que se estendem lateralmente. O *plectrum* de ambos os sexos de *P. strobi* também está localizado no sétimo tergito abdominal, entretanto, segundo Harman & Harman (1972), o *plectrum* nesta espécie consiste de duas fileiras de dentes, uma

em cada lado do tergito, sendo que o número de dentes por fileiras varia entre os sexos. Já para *S. fulvus* e *S. sordidus*, existem dois *pectra*, um localizado no sexto tergito abdominal e outro situado na margem anterior do sétimo tergito abdominal de ambos os sexos (Hyder & Oseto 1989). Nas espécies do gênero *Conotrachelus* estudado por Gibson (1967), o *pectrum* está localizado em uma porção mediana do sexto tergito abdominal e é constituído de pares de tubérculos. Segundo esse autor, *C. naso*, *C. posticatus* e *C. carinifer* possuem dois pares de tubérculos e o *pectrum* de machos e fêmeas são similares, ao passo que em *C. nenuphar* o *pectrum* do macho é constituído de apenas um par de tubérculos e as fêmeas são desprovidas desta estrutura estridulatória.

Produção de som - A produção de som em *A. ynca* se dá pela fricção do *pectrum* localizado no sétimo tergito abdominal contra a *pars stridens* do élitro, através de dois movimentos abdominais: um golpe para frente e outro para trás. Em *P. tau* (Wilson *et al.* 1993) e em *Conotrachelus sp.* (Gibson 1967), cada dois pulsos produzidos pela estridulação são resultados de um golpe para frente e outro para trás. Isto pode ser verdadeiro para *A. ynca*, se o número de pulsos por canto for sempre um número par, a não ser que o último pulso produzido seja de intensidade e frequência abaixo da faixa de ruído e não tenha sido detectado neste estudo.

A presença de dois sons distintos também foi observada por Wilson *et. al* (1993) em machos de *P. tau*. Gibson (1967) ao estudar a produção de som em *Conotrachelus* só faz menção à estridulação de distúrbio produzida por *C. naso*, *C. carinifer* e *C. posticatus*. Mas, segundo o autor, as estridulações individuais produzidas por estas três espécies variam fortemente quanto à velocidade e à frequência do som. Hyder & Oseto (1989) também encontraram grande variabilidade no alcance de frequência nas estridulações produzidas por machos de *Smicronyx sordidus* e *Smicronyx fulvus*. Segundo os autores, esta variação está associada à anatomia do aparato estridulatório, principalmente à variação estrutural da *pars stridens*. Outras espécies de coleópteros, como o besouro *Aphodius ater* (Degeer, 1774) (Coleoptera: Scarabaeidae), também exibem uma alta variabilidade individual ao estridular (Hirschberger, 2001).

Diferenças entre o som produzido por machos e fêmeas também foram observadas dentro dos curculionídeos. Em *S. sordidus* e *S. fulvus* os machos

produzem sons com alcance de frequência mais alta do que o das fêmeas (Hyder & Oseto 1989). Em *P. strobi* e *P. approximatus* Hopkins, 1911, além do alcance de frequência, a taxa de repetição do canto também variou entre os sexos, sendo mais rápida nos machos do que nas fêmeas (Harman & Kranzler, 1969). Entre os sexos de *C. naso* e *C. posticatus*, Gibson (1967) observou diferenças quanto à tonalidade dos pulsos produzidos por machos e fêmeas.

Portanto, este trabalho corrobora os demais estudos da comunicação acústica em coleópteros evidenciando que os dois sexos de *A. ynca* produzem sons. Estes sons são diferentes e são produzidos por aparatos estridulatórios morfologicamente distintos, sendo que os machos possuem um aparato com maior capacidade de produção de som que o das fêmeas. Nos machos foi possível diferenciar dois tipos de sons, uma estridulação de distúrbio associada a encontros ou disputas com outros machos e uma estridulação de corte que foi registrada durante o acasalamento.

Papel da estridulação no comportamento de corte e acasalamento - A remoção da *pars stridens* de machos e fêmeas de *A. ynca* afetou o comportamento de corte e acasalamento. Através dos resultados é possível perceber que nos tratamentos em que as fêmeas tiveram sua *pars stridens* removida a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Mesmo quando as fêmeas tiveram seus élitros colados no abdômen a porcentagem de acasalamentos (montas) também sofreu redução. Provavelmente as fêmeas utilizam uma estridulação específica para sinalizar ao macho que aceitam sua corte e, conseqüentemente, a cópula. Entretanto, outros sinais liberados pelas fêmeas, como odores, também podem servir como sinalizadores e agir sinergisticamente com os sinais acústicos. Segundo Haskell (1974), em um padrão de comportamento de corte no qual o inseto utiliza a sinalização sonora para estimulação e discriminação específica, outros estímulos (visuais, olfativos e táteis) também são utilizados, mais como uma regra do que como uma exceção.

Os machos, por sua vez, gastam mais tempo tentando cortejar as fêmeas, quando sua *pars stridens* é retirada. Entretanto, a ausência de som não os impede de copular, mesmo porque outros atos comportamentais podem ser utilizados no cortejamento, como esfregar as pernas anteriores e posteriores nas laterais do corpo da fêmea. De qualquer forma, o fato de a fêmea não ouvir os

sons produzidos pelos machos faz com que eles gastem mais tempo na pré-cópula e menos tempo em cópula e pós-cópula.

RESUMOS E CONCLUSÕES

Os insetos que utilizam a comunicação acústica nas relações interindividuais podem produzir suas emissões sonoras através de distintos meios, a estridulação é o mais difundido. Em Curculionidae a estridulação se dá através da fricção do plectrum do abdômen com a *pars stridens* localizada nos élitros. Este trabalho descreveu a morfologia do aparato estridulatório de *Amerrhinus ynca*, analisou as suas emissões sonoras e investigou o papel da estridulação no seu comportamento de corte.

Os sons foram gravados com gravador digital e analisados com ajuda do software Canary. Para verificar o papel da estridulação no comportamento de acasalamento de *A. ynca* foram realizados quatro tratamentos: (i) casais não manipulados, (ii) casais em que ambos os sexos tiveram parte de seus élitros direito e esquerdo removidos, (iii) casais nos quais apenas o macho teve parte de seus élitros removidos e (iv) casais nos quais apenas as fêmeas tiveram seus élitros direito e esquerdo removidos. A parte dos élitros que foi removida corresponde ao local onde se encontram as *pars stridens*. Os casais foram observados durante cinco horas. Analisou-se a frequência de monta e cópula, a frequência dos atos comportamentais, a duração do período de latência, pré-cópula, cópula e pós-cópula.

A *pars stridens* de *A. ynca* está localizada na região ventral da extremidade posterior dos élitros direito e esquerdo. Nos machos ela é constituída de fileiras de cristas de altura e espaçamentos variáveis. Nas fêmeas as cristas são menos acentuadas e estão distribuídas de forma irregular. Machos e fêmeas apresentaram dois *plectra* localizados no sétimo esternito abdominal, debaixo de cada *pars stridens*. Verificou-se que machos e fêmeas emitem sons por estridulação e que os machos estridulam durante o comportamento de corte e quando são perturbados através de pressões nas laterais do abdômen. A característica temporal e espectral destes sons foi distinta. As fêmeas também apresentaram movimento similar ao estridulatório durante o acasalamento, mas

um espectro específico não foi registrado, apenas foi possível analisar o som produzido quando as fêmeas eram perturbadas e o espectro de emissão do som foi diferente do observado nos machos. Evidenciou-se a existência de aparato estridulatório em *A. ynca*, morfologicamente diferente nos dois sexos. Nos machos foi possível diferenciar dois tipos de sons, uma estridulação associada possivelmente a encontros com outros machos e uma estridulação de corte.

Nos tratamentos nos quais as fêmeas tiveram sua *pars stridens* removida a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Já os machos gastaram mais tempo tentando cortejar as fêmeas, quando sua *pars stridens* foi retirada. A remoção da *par stridens* interfere no acasalamento, aumentando o número de montas e reduzindo o número de cópula, além de alterar a duração da pré-cópula, cópula e pós-cópula.

Este trabalho corrobora, portanto, os demais estudos da comunicação acústica em coleópteros, evidenciando que os dois sexos de *A. ynca* produzem sons e apresentam aparatos estridulatórios morfologicamente distintos. Nos machos foi possível diferenciar dois tipos de sons, uma estridulação de distúrbio associada a encontros ou disputas com outros machos e uma estridulação de corte que foi registrada durante o acasalamento.

A remoção da *pars stridens* interfere no acasalamento, aumentando o número de montas e reduzindo o número de cópulas, além de alterar a duração da pré-cópula, cópula e pós-cópula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cokl, A. & Virant-Doberlet, M. (2003) Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology*, 48:29 – 50.
- Durmortier, B. (1963) Morphology of sound emission apparatus in Arthropod. In: R. G. Busnel (ed.). *Acoustic Behavior of Animals*. New York: Elsevier Publishing Co., 933 p.
- Gibson, L. P. (1967) Stridulatory mechanisms and sound production in *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 60:43 – 54.

- Harman, D. M. & Harman, A. L. (1972) Stridulatory mechanisms in the White Pine Weevil, *Pissodes strobi*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65:1076 – 1079.
- Harman, D. M. & Kranzler, G. A. (1969) Sound production in the White-Pine Weevil, *Pissodes strobi*, and the Northern Pine Weevil, *P. aproximatus*. *Annals of the Entomological Society of America*, 62:134 – 136.
- Haskell, P. T. (1974) Sound production. In.: Morris, R. (ed.) *The physiology of insecta*. New York: Academic Press, p. 353 – 409.
- Hirschberger, P. (2001) Stridulation in *Aphodius* dung beetles: behavioral context and intraspecific variability of song patterns in *Aphodius ater* (Scarabaeidae). *Journal of Insect Behavior*, 14:69 – 88.
- Hyder, D. E. & Oseto, C. Y. (1989) Structure of the stridulatory apparatus and analysis of the sound produced by *Smicronyx fulvus* and *Smicronyx sordius* (Coleoptera, Curculionidae, Errrhiniinae, Smicronychini). *Journal of Morphology*, 201:69 – 84.
- Landa, S. (2000) *Communication*. Saint-Petersburg: Zoological Institute RAS. Beetles (Coleoptera) and Coleopterologists. Disponível em:< <http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/biol41.htm>>. Acesso em: 15 de setembro de 2005.
- Pollack, G. (2000) Who, what, where? Recognition and localization of acoustic signals by insects. *Neurobiology of Behaviour*, 10:763 – 767.
- Wilson, L. M.; Henry, C. S.; Johnson, J. B. & Mccaffrey, J. P. (1993) Sound production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86:621 – 630.

4. RESUMOS E CONCLUSÕES

Amerrhinus ynca é uma coleobroca cujas larvas se alimentam dos tecidos internos da ráquis foliar do coqueiro. Até pouco tempo era considerada praga secundária, mas devido à periodicidade e intensidade dos surtos tem atingido o status de praga primária em algumas regiões. Pouco se conhece de sua biologia, por isso este trabalho teve por objetivo: encontrar e descrever caracteres morfológicos que diferenciem os sexos; descrever a seqüência comportamental associada à corte e ao acasalamento; identificar possíveis semioquímicos envolvidos nas interações intra e interespecíficas; identificar e descrever as estruturas associadas à estridulação; analisar os parâmetros temporais e espectrais dos sons produzidos e verificar o seu papel no comportamento reprodutivo.

Os adultos de *A. ynca* utilizados nos estudos foram coletados em um plantio comercial de coco e levados para o laboratório. Após a confirmação dos sexos procurou-se identificar, através de observações da morfologia externa, caracteres distintos entre machos e fêmeas. O comprimento e a largura do corpo foram medidos. O comportamento de acasalamento e corte foi analisado através de observação direta e por filmagem. Registraram-se em ambos os casos a freqüência e a duração dos atos comportamentais. Os bioensaios para verificar a presença de semioquímicos foram feitos utilizando-se três tipos de olfatômetros, nos quais se utilizou como estímulo insetos coespecíficos e partes do coqueiro. Os sons foram gravados com gravador digital e analisados com ajuda do software Canary. Para verificar o papel da estridulação no comportamento de

acasalamento foram realizadas observações de quatro tipos de casais (com ou sem partes dos élitros).

Foram encontrados três caracteres morfológicos distintos; as fêmeas são maiores que os machos. Os acasalamentos ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase. A monta iniciou-se aos 119 ± 75 min após os casais terem sido colocados em observação. A corte e a cópula duraram em média $3 \pm 2,5$ min e 51 ± 49 min, respectivamente. A produção de som durante a corte, através da estridulação, é o evento mais freqüente entre os machos. As fêmeas de *A. ynca* acasalaram múltiplas vezes e em geral com vários machos. Após a primeira cópula os machos apresentaram comportamento de guarda da fêmea.

Nos testes de atratividade de odores, a maioria dos indivíduos não responderam aos estímulos testados em três tipos de olfatômetros. Machos e fêmeas foram mais estimulados quando se testaram partes vegetais.

Verificou-se que machos e fêmeas emitem sons por estridulação através da fricção de duas estruturas: a *pars stridens* e o *plectrum*. A *pars stridens* está localizada na região ventral da extremidade posterior dos élitros direito e esquerdo e o *plectrum* está localizado no sétimo esternito abdominal de ambos os sexos. O som produzido pelos machos, por estridulação, durante o comportamento de corte, é diferente daquele que produzem quando são perturbados. Observou-se, durante a corte, que as fêmeas movimentam o abdômen de forma similar ao movimento que os machos desempenham ao estridularem. Elas também estridulam quando são perturbadas, mas o som produzido difere daquele dos machos.

No tratamento: fêmeas que tiveram sua *pars stridens* removida, a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Já os machos gastam mais tempo e energia tentando cortejar as fêmeas, quando sua *pars stridens* é retirada.

Assim pode-se concluir que:

- existem diferenças morfológicas entre machos e fêmeas que podem ser utilizadas com segurança para diferenciá-los no campo e no laboratório sem que haja a necessidade de feri-los.

- os acasalamentos ocorreram tanto em fotofase quanto em escotofase e os machos durante a pré-cópula estridulam e estimulam as fêmeas com as

pernas anteriores, e durante a cópula a estimulação do protórax e do abdômen da fêmea com o primeiro par de pernas e a raspagem do pronoto da fêmea com o rostro foram os atos comportamentais mais frequentes. As fêmeas de *A. ynca* acasalaram múltiplas vezes e em geral com vários machos e estes apresentaram o comportamento de guarda da fêmea, permanecendo sobre seu dorso por longos períodos.

- não foi possível verificar a atratividade de machos e fêmeas aos odores testados no três tipos de dispositivos olfatométricos, ou seja, os dados aqui apresentados não foram suficientes para confirmar a presença de substâncias químicas mediadoras de interações intraespecíficas e interespecíficas devido ao alto percentual de não resposta.

- são duas as estruturas associadas à produção de som nesta espécie: a *pars stridens* e o *plectrum*. A primeira estrutura está localizada na região ventral da extremidade posterior dos élitros direito e esquerdo. Nos machos elas são constituídas de fileiras de cristas de altura e espaçamentos variáveis. Nas fêmeas as cristas são menos acentuadas e estão distribuídas de forma irregular. Machos e fêmeas apresentaram dois *plectra* localizados no sétimo esternito abdominal, debaixo de cada *pars stridens*.

- machos e fêmeas emitem sons por estridulação. Os machos estridularam durante o comportamento de corte. As fêmeas também apresentaram movimento similar ao estridulatório, mas um espectro específico não foi registrado. Os machos apresentaram estridulações quando foram perturbados através de pressões nas laterais do abdômen. A característica temporal e espectral destes sons foi distinta da observada durante a corte. As fêmeas também estridularam quando perturbadas e o espectro de emissão do som foi diferente do observado nos machos.

- nos tratamentos nos quais as fêmeas tiveram sua *pars stridens* removida a porcentagem de casais que acasalaram (montas e cópulas) reduziu. Já os machos gastam mais tempo tentando cortejar as fêmeas, quando sua *pars stridens* é retirada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcock, J. (1998) Animal behavior: *In: evolutionary approach*. Editora Sinauer Associates. 6ª ed. p.185-189.
- Alexander, R. D. (1967) Acoustical communication in arthropods. *Annual Review of Entomology*, 12:495 – 526.
- Arnqvist, G. & Nilsson, T. (2000) The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60:145 – 164.
- Arnqvist, G. & Rowe, L. (2002) Antagonistic coevolution between the sexes in a group of insects. *Nature*, 415:787 – 789.
- Arnqvist, G. (1988) Mate guarding and sperm displacement in the water strider *Gerris lateralis* Schumm (Heteroptera: Gerridae). *Freshwater Biology*, 19:269 – 274.
- Arnqvist, G. (1997) The evolution of water strider mating system: causes and consequences of sexual conflicts. *In: Choe, J. C. & Crespi, B. J. (eds.). The evolution of mating systems in insects and arachnids*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 146 – 163.
- Bailey, W. J. (1991) *Acoustic behaviour of insects: an evolutionary perspective*. 1.ed. London: Chapman and Hall. 225 p.
- Bailey, W. J. (2003) Insect duets: underlying mechanisms and their evolution. *Physiological Entomology*, 28:157 – 174.
- Birkhead, T. R. (1998) Cryptic female choice: criteria for establishing female sperm choice. *Evolution*, 52(4):1212 – 1218.
- Bondar, G. (1940) *Insetos Nocivos e Moléstias do Coqueiro (Cocos nucifera) no Brasil*. Salvador:Tipografia Naval, 156 p.

- Booth, D. C.; Phillips, T. W.; Claesson, A.; Silverstein, R. M.; Lanier, G. N. & West, J. R. (1983) Aggregation pheromone components of two species of *Pissodes* weevils (Coleoptera: Curculionidae): isolation, identification, and field activity. *Journal of Chemical Ecology*, 9:1 – 12.
- Breidbach, O. (1986) Studies on the stridulation of *Hylotrupes bajulus* (Coleoptera: Cerambycidae) communication through support vibration morphology and mechanics of the signal. *Behavioural Processes*, 12:169 – 186.
- Buchler, E. R.; Wright, T. B. & Brown, E. D. (1981) On the functions of stridulation by the passalid beetle *Odontotaenius disjunctus* (Coleoptera: Passalidae). *Animal Behavior*, 29:493 – 486.
- Carbone, S. S. & Rivera, A. C. (1998) Sperm competition, cryptic female choice and prolonged mating in the *Eucalyptus* Snout Beetle, *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Etologia*, 6:33 – 40.
- Chang, V. C. S. & G. A. Curtis. (1972) Pheromone production by the New Guinea sugarcane weevil. *Environmental Entomology*, 1:476 – 481.
- Cocroft, R. B. (1999) Parent-offspring communication in response to predators in a subsocial treehopper (Hemiptera: Membracidae: *Umbonia crassicornis*). *Ethology*, 105:553 – 568.
- Cokl, A. & Virant-Doberlet, M. (2003) Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology*. 48:29 – 50.
- Costa, J. M. ; Barreto, A. C. & Filho, J. L. (1973) *Pragas das palmáceas*. Cruz das Almas, Bahia: Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Leste,
- 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. *Annals of the Entomological Society of America*, 97:600 – 604.
- Cross, W. H. & Mitchell, H. C. (1966) Mating behavior of the boll weevil. *Journal of Economic Entomology*, 59:1503 – 1057.
- Cuenca, M. A. G. (1997). Importância econômica do coqueiro. In.: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N. & Siqueira, L. A. (eds.). *A Cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, p. 17 – 56.
- Daly, M. (1978) The cost of mating. *The American Naturalist*, 112:771 – 774.
- Darwin, C. (1871) The Descent of Man: Chapter 10 - Secondary sexual characters of insects. In: The Online Literature Library. Desenvolvido por Knowledge Matters Ltda. Disponível em: <<http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-descent-of-man/chapter-10.html>> Acesso em: agosto de 2005.
- Devries, P. J.; Cocroft, R. B. & Thomas, J. (1993) Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biol. J. Linn. Soc.*, 49:229 – 238.

- Dickens, J. C. & Mori, K. (1989) Receptor chirality and behavioral specificity of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), for its pheromone, (+)-grandisol. *Journal of Chemical Ecology*, 15:517 – 528.
- Durmortier, B. (1963) Morphology of sound emission apparatus in Arthropod. In: R. G. Busnel (ed.). *Acoustic Behavior of Animals*. New York: Elsevier Publishing Co., 933 p.
- Eberhard, W. G. (1991) Copulatory courtship and cryptic female choice in insects. *Biological Reviews*, 66:1 – 31.
- Edvardsson, M. & Arnqvist, G. (2000) Copulatory courtship and cryptic female choice in red flour beetles *Tribolium castaneum*. *Proc. R. Soc. Lond.*, 267:559 – 563.
- Edvardsson, M. & Arnqvist, G. (2005) The effects of copulatory courtship on Differential Allocation in the Red Flour Beetle *Tribolium castaneum*. *Journal of Insect Behavior*, 18:313 – 322.
- Eller, F. J. & Bartelt, R. J. (1996) Grandisoic acid, a male-produced aggregation pheromone from the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar*. *Journal of Natural Products*, 59:451 – 453.
- Eller, F. J.; Bartelt, R. J.; Shasha, B. S.; Schuster, D. J.; Riley, D. G.; Stansly, P. A.; Mueller, T. F.; Shuler, K. D.; Johnson, B.; Davis, J. H. & Sutherland, C. A. (1994) Aggregation pheromone for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae): identification and field activity. *Journal of Chemical Ecology*, 20:1537 – 1555.
- El-Sayed, A. M. (2005) The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. Disponível em:<<http://www.pherobase.net>> Acesso em outubro de 2005.
- Faustini, D. L.; Giese, W. L.; Phillips, J. K.; & Burkholder, W. E. (1982) Aggregation pheromone of the male granary weevil, *Sitophilus granaries* (L.). *Journal of Chemical Ecology*, 8:679 – 687.
- Ferreira, J. M. S. (1987) Proteção fitossanitária do coqueiral: III. Controle de pragas no campo. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 23 p. (Circular Técnico, 7).
- Ferreira, J. M. S.; Lima, M. F.; Santana, D. L. Q. & Moura, J. I. L. (1998) Pragas do coqueiro. In: Sobrinho, R. B.; Cardoso, J. E. & Freire, F. C. (eds.). *Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial*. Brasília: Embrapa-SPI, p. 81 – 118.
- Ferreira, J. M. S.; Lima, M. F.; Santana, D. L. Q.; Moura, J. I. L. & Souza, L. A. (1997). Pragas do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N. & Siqueira, L. A. (eds.) (1997). *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2 ed., Brasília: Embrapa-SPI, p. 189 – 221.
- Ferreira, J. T. B. & Zarbin, P. H. G. (1998) Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*, 7:3 – 6.

- Ferreira, J. T. B. (2001) A estrutura química: código de comunicação. *In*: Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M.C. (eds.) *Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, p. 41 – 44.
- Fontes, H. R.; Cintra, F. L. D. & Filho, O. M. C. (1998) Implantação e manejo da cultura do coqueiro. *In*: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N. & Siqueira, L. A. (editores). *A Cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, p. 99 – 128.
- Forrest, T. G.; Read, M. P.; Farris, H. E. & Hoy, R. R. (1997) A tympanal hearing organ in scarab beetles. *The Journal of Experimental Biology*, 200:601 – 606.
- Giblin Davis, R. M.; Gries, R.; Crespi, B.; Robertson, L. N.; Hara, A. H.; Gries, G.; O' Brien, C.W. & Pierce, H. D., Jr. (2000) Aggregation pheromones of two geographical isolates of the New Guinea sugarcane weevil, *Rhabdoscelus obscurus*. *Journal of Chemical Ecology*, 26:2763 – 2780.
- Giblin-Davis, R. M.; Gries, R.; Gries, G.; Peña-Rojas, E.; Pinzon, I. L.; Pena, J. E.; Perez, A. L.; Pierce, H. D., Jr. & Oehlschlager, A. C. (1997) Aggregation pheromone of palm weevil, *Dynamis borassi*. *Journal of Chemical Ecology*, 23:2287 – 2297.
- Giblin-Davis, R. M.; Peña, J. E.; Oehlschlager, A. C. & Perez, A. L. (1996) Optimization of semiochemical-based trapping of *Metamasius hemipterus sericeus* (Oliver) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 22:1389 – 1410.
- Gibson, L. P. (1967) Stridulatory mechanisms and sound production in *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 60:43 – 54.
- Gomes, R. P. (1992) *O Coqueiro da Bahia*. 6. ed. São Paulo: Nobel, 111 p.
- Gries, G.; Gries, R.; Perez, A. L.; Gonzales, L. M.; Pierce, H. D. Jr.; Oehlschlager, A. C.; Rhainds, M.; Zebeyou, M. & Kouame, B. (1994) Ethyl propionate: synergistic kairomone for African Palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20:889 – 897.
- Gries, G.; Gries, R.; Perez, A. L.; Oehlschlager, A. C.; Gonzales, L. M.; Pierce, H. D.; Kouda, M.; Zebeyou, M. & Nanou, N. (1993) Aggregation pheromone of the African Palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* F. *Naturwissenschaften*, 80:90 – 91.
- Hallett, R. H.; Gries, G.; Gries, R.; Borden, J. H.; Czyzewska, E.; Oehlschlager, A. C.; Pierce, H. D., Jr.; Angerilli, N. P. D. & Rauf, A. (1993) Aggregation pheromones of two Asian Palm Weevils, *Rhynchophorus ferrugineus* and *R. vulneratus*. *Naturwissenschaften*, 80:328 – 331.
- Harari, A. R.; Landolt, P. J.; O'Brien, C. W. & Brockmann, H. J. (2003) Prolonged mate guarding and sperm competition in the weevil *Diaprepes abbreviatus* (L.). *Behavioral Ecology*, 14(1):89 – 96.

- Hardee, D. D.; Cross, W. H. & Mitchell, E. B. (1969) Male boll weevils are more attractive than cotton plants to other boll weevils. *Journal Economic Entomology*, 62:165 – 169.
- Harman, D. M. & Harman, A. L. (1972) Stridulatory mechanisms in the White Pine Weevil, *Pissodes strobi*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65:1076 – 1079.
- Harman, D. M. & Kranzler, G. A. (1969) Sound production in the White-Pine Weevil, *Pissodes strobi*, and the Northern Pine Weevil, *P. aproximatus*. *Annals of the Entomological Society of America*, 62:134 – 136.
- Haskell, P. T. (1974). Sound production. In: Rockstein, M. (ed.) *The Physiology of Insect*. New York: Academic Press. p. 354 – 410.
- Haynes, K. F. & Yeargan, K. V. (1999) Exploitation of intraspecific communication systems: elicit signalers and receivers. *Annals of the Entomological Society of America*, 92:960 – 970.
- Hedin, P. A.; Dollar, D. A.; Collins, J. K.; Dubois, J. G.; Mulder, P. G.; Hedger, G. H.; Smith, M. W. & Eikenbary, R. D. (1997) Identification of male Pecan Weevil pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 23:965 – 977.
- Hoy, R. R. & Robert, D. (1996) Tympanal hearing in insects. *Annual Reviews Entomology*, 41:433 – 450.
- Hyder, D. E. & Oseto, C. Y. (1989) Structure of the stridulatory apparatus and analysis of the sound produced by *Smicronyx fulvus* and *Smicronyx sordius* (Coleoptera, Curculionidae, Eirrhiniinae, Smicronychini). *Journal of Morphology*, 201:69 – 84.
- Innocenzi, P. J.; Hall, D. R. & Cross, J. V. (2001) Components of male aggregation pheromone of Strawberry Blossom Weevil, *Anthonomus rubi* Herbst. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 27:1203 – 1218.
- Jaffé, K.; Sanchez, P.; Cerda, H.; Hernandez, J. V.; Jaffé, R.; Urdaneta, N.; Guerra, G.; Martinez, R. & Miras, B. (1993) Chemical ecology of the Palm Weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): attraction to host plants and to a male-produced aggregation pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 19:1703 – 1720.
- Kasper, J. & Hirschberger, P. (2005) Stridulation in *Aphodius* dung beetles: songs and morphology of stridulatory organs in North American *Aphodius* species (Scarabaeidae). *Journal of Natural History*, 39:91 – 99.
- Kemp, D. J. (2002) Visual mate-searching behaviour in the evening brown butterfly, *Melanitis leda* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae). *Australian Journal of Entomology*, 41:300 – 305.
- Landa, S. (2000) Communication. *Beetles (Coleoptera) and Coleopterologists*. Saint-Petersburg: Zoological Institute RAS. Disponível em:< <http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/biol41.htm>>. Acesso em: setembro de 2005.

- Landolt, P. J. & Phillips, T. W. (1997) Host plant influences on sex pheromone behavior of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 42:371-391.
- Leskey, T. C. & Prokopy, R. J. (2001) Adult plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) attraction to fruit and conspecific odors. *Annals of the Entomological Society of America*, 94:275-288.
- Lewis, B. & Gower, M. (1980) *Biology of communication*. London: Blackie, 239 p.
- Lewis, L. A.; Schineider, S. S & Degrandi-Hoffman, G. (2002) Factors influencing the selection of recipients by workers performing vibration signals in colonies of the honeybee, *Apis mellifera*. *Animal Behaviour*, 63:361 – 367.
- Lloyd, J. E. (1979) Mating behavior and natural selection. *The Florida Entomologist*, 62:17 – 34 .
- Lobanov, A. L. (2002) *Sound*. Saint-Petersburg: Zoological Institute RAS. Beetles (Coleoptera) and Coleopterologists. Disponível em: <<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/biol412.htm>>. Acesso em: setembro de 2005.
- López, A. B. & Oliveira, M. R. V. (2002) Praga quarentenária 7: *Ips* spp (Coleoptera: Scolytidae). *Comunicado Técnico* 62, 1º ed. Brasília: EMBRAPA Distrito Federal.
- Machens, C. K.; Stemmler, M. B.; Prinz, P.; Krahe, R.; Ronacher, B. & Herz, A. V. M. (2001) Representation of acoustic communication signals by insect auditory receptor neurons. *The Journal of Neuroscience*, 21:3215–3227.
- Maisin, N.; Hassan, S. T. S.; Hussein, M. Y. & Sajap, A .S. (1997) Mating behaviour of *Menochilus sexmaculatus* Fabr. (Coleoptera: Coccinellidae). *Malaysian Applied Biology*, 26:57 – 61.
- Manpe, C. D. & Neuzing, H. H. (1966) Function of the stridulating organs of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 59:614 – 615.
- Martikainen, P. (2001) Non-target beetles (Coleoptera) in *Trypodendron* pheromone traps in Finland. *Anz. Schädlingskd*, 74:150 – 154.
- Mason, A. C. (1996) Territoriality and the function of song in the primitive acoustic insect *Cyphoderris monstrosa* (Orthoptera: Haglidae). *Animal Behaviour*, 51:211 – 224.
- Michael, R. R. & Rudinsky, J. A. (1972) Sound production in Scolytidae: sound specificity in male *Dendroctonus* beetles. *Journal of Insect Physiology*, 18:2189 – 2201.
- Miller, D. R. & Heppner, D. (1999) Attraction of *Pissodes affinis* and *P. fasciatus* (Coleoptera: Curculionidae) to pinyol and alpha -pinene in a coastal stand of western white pine and douglas-fir. *Journal of Entomology Society. B.C.*, 96:73 – 76.

- Mirizola-Filho, L. A. (2002). *Cultivo de côco Anão*. Viçosa: Aprenda Fácil, 322 p.
- Moura, J. I. L. & Vilela, E. F. (1998) *Pragas do Coqueiro e Dendzeiro*. 2 .ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 124 p.
- Moura, J. I. L. & Vilela, E. F. (2001) Feromônios no controle de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). In: Vilela, E. F. & Della-Lucia, T. M. C. (eds.). *Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas* 2. ed. Riberão Preto: Holos. p. 145 – 146.
- Moura, J. I. L. (1993) Táticas para o controle de *Amerrhinus ynca*, broca-da-ráquis foliar do coqueiro. *Anais do Congresso Brasileiro de Entomologia*, 14, Piracicaba, SP: SEB, p.611.
- Navarro, D. M. A. F.; Murta, M. M.; Duarte, A. G.; Lima, I. S.; Nascimento, R. R. & Sant'ana, A. E. G. (2002) Aspectos práticos relacionados ao uso do Rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleóptera: Curculionidae) no controle de pragas do coqueiro. Análise de sua eficiência em campo. *Química Nova*, 25:32-36.
- Oehlschlager, A. C.; Pierce, H. D., Jr.; Morgan, B.; Wimalaratne, P.D.C.; Slessor, K. N.; King, G. G. S.; Gries, G.; Gries, R.; Borden, J. H.; Jiron, L. F.; Chinchilla, C. M. & Mexzan, R. G. (1992) Chirality and field activity of rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American Palm Weevil. *Naturwissenschaften*, 79:134 – 135.
- Oehlschlager, A. C.; Prior, R. N. B.; Perez, A. L.; Gries, R., Gries, G., Pierce, H. D., Jr. & Laup, S. (1995). Structure, chirality, and field testing of a male-produced aggregation pheromone of Asian Palm Weevil *Rhynchophorus bilineatus* (Montr.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 21:1619 – 1629.
- Ohya, E. & Kinuura, H. (2001) Close range sound communications of the oak platypodid beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36:317 – 321.
- Paiva, M. R. & Pedrosa-Macedo, J. H. P. (1985) *Feromonas de Insetos*. Curitiba: GTZ, 94 p.
- Parra-Pedrazzoli, A. L.; Cossé, A.; Murata, Y.; Bento, J. M. S.; Vilela, E. F. & Leal, W. S. (2006) Towards the identification and synthesis of the sex pheromone of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Neotropical Entomology*, 35:12 – 18.
- Passos, E. E. M. (1998a) Ecofisiologia do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N. & Siqueira, L. A. (eds.). *A Cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, p. 65-72.
- Passos, E. E. M. (1998b) Morfologia do Coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N. & Siqueira, L. A. (eds.). *A Cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, p. 57-64.

- Pelosi, P. (1996) Perireceptor events in olfaction. *Journal of Neurobiology*, 30:3 – 19.
- Pereira, M. J. B.; Anjos, N. & Eiras, A. E. (1998) Cortejo y cópula en la broca de la semilla de guanábana *Bephratelloides pomorum* (Hymenoptera: Eurytomidae). *Revista de Biología Tropical*, 46:105 – 108.
- Perez, A. L.; Campos, Y.; Chinchilla, C. M.; Oehlschlager, A. C.; Gries, G.; Gries, R.; Giblin-Davis, R. M.; Castrillo, G.; Pena, J. E.; Duncan, R. E.; Gonzalez, L. M.; Pierce, H. D., Jr.; Mcdonald, R. & Andrade, R. (1997) Agregation pheromones and host kairomones of West Indian Sugarcane Weevil, *Metamasius hemipterus sericeus*. *Journal of Chemical Ecology*, 23:869 – 888.
- Perez, A. L.; Gries, G.; Gries, R.; Giblin Davis, R. M. & Oehlschlager, A. C. (1994) Pheromone chirality of African Palm Weevil, *Rhynchophorus phoenicis* (F.) and Palmetto Weevil, *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20:2653 – 2671.
- Phillips, J. K. & Burkholder, W. E. (1981) Evidence for a male-produced aggregation pheromone in the rice weevil. *Journal of Chemical Ecology*, 74:539 – 542.
- Phillips, T. W.; West, J. R.; Foltz, J. L.; Silverstein, R. M. & Lanier, G. N. (1984) Aggregation pheromone of the deodar weevil, *Pissodes nemeorensis* (Coleoptera: Curculionidae): isolation and activity of grandisol and grandisal. *Journal of Chemical Ecology*, 10:1417 – 1423.
- Piñero, J. C. & Prokopy, R. J. (2003) Field evaluation of plant odor and pheromonal combinations for attracting plum curculios. *Journal of chemical Ecology*. 29:2735 – 2748.
- Pirisinu, Q.; Spinelli, G. & Bicchierai, M. C. (1988) Stridulatory apparatus in the Italian species of the genus *Laccobius* Erichson (Coleoptera: Hydrophilidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 17:95 – 101.
- Pollack, G. (2000) who, what, where? Recognition and localization of acoustic signals by insects. *Neurobiology of Behaviour*, 10:763 – 767.
- Prenzel, B. G.; Laidlaw, W. G. & Wieser, H. (1999) Within-tree dynamics of mass attack by *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae) on its host. *The Canadian Entomologist*, 131:635 – 643.
- Renard, J. L.; Mariau, D. & Dollet, M. (1987) Rapport de mission defense dès cultures au Brésil. Paris: Le cocotier. : IRHO, 48 p.
- Rochat, D.; Gonzalez, A. V.; Mariau, D., Villanueva, A. G. & Zagatti, P. (1991) Evidence for male-produced aggregation pheromone in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 17, p.1221 – 1230.
- Schmuff, N. R.; Phillips, J. K.; Burkholder, W. E., Fales, H. M.; Chen, C. W.; Roller, P. P. & Ma, M. (1984) The chemical identification of the rice weevil and maize weevil aggregation pheromone. *Tetrahedron Letter*, 25:1533 – 1534.

- Scott, J. A. (1974) Mate-locating behavior of butterflies. *American Midland Naturalist*, 91:103 – 117.
- Serrano, A. R.; Diogo, A. C.; Viçoso, E. & Fonseca, P. J. (2003) New stridulatory structures in a Tiger Beetle (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae): morphology and sound characterization. *The Coleopterists Bulletin*, 57:161 – 166.
- Slobodchikoff, C. N. & Spangler, H. G. (1979) Two types of sound production in *Eupsophulus castaneus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *The Coleopterists Bulletin*, 33:239 – 244.
- Smith, I. (2003) *The lily leaf beetle* (Coleoptera: Chrysomelidae). Ontario: Laboratory Services Division, University of Guelph. Disponível em: <<http://www.uoguelph.ca/pdc/Factsheets/PDFs/056LilyLeafBeetle.pdf>>. Acesso em: setembro de 2005.
- Sprecher, E. (2003) The status of *Lucanus cervus* in Switzerland. *Annals of the Pan-European Conference on Saproxyllic Beetles*, 2, London: People's Trust for Endangered Species, London, 2003. p. 6-8.
- Stockley, P. (1997) Sexual conflict resulting from adaptations to sperm competition. *Trends Ecology Evolution*, 12:154 – 159.
- Suvanto, L.; Liimatainen, J. O.; Tregenza, T. & Hoikkala, A. (2000) Courtship signals and mate choice of the flies of inbred *Drosophila montana* strains. *Journal of the Evolutionary Biology*, 13:583 – 592.
- Tegoni, M.; Campanacci, V. & Cambillau, C. (2004) Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. *Trend in Biochemical Sciences*, 29 (5):257-264.
- Tillman, J. A.; Seybold, S. J.; Jurenka, R. A. & Blomquist, G. J. (1999) Insect pheromones - an overview of biosynthesis and endocrine regulation. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 29:481–514.
- Tumlinson, J. H.; Gueldner, R. C.; Hardee, D. D.; Thompson, A. C.; Hedin, P. A. & Minyard, J. P. (1971) Identification and synthesis of the four compounds comprising the boll weevil sex attractant. *Journal Organic Chemistry*, 36:2616 – 2621.
- Tumlinson, J. H.; Hardee, D. D.; Gueldner, R. C.; Thompson, A. C.; Hedin, P. A. & Minyard, J. P. (1969) Sex pheromones produced by male boll weevil: isolation, identification, and synthesis. *Science*, 166:1010 – 1012.
- Verdú, J. R. & Galante, E. (2001) Larval morphology and breeding behavior of the genus *Pedaridium* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94:596 – 604.
- Viana, A. M. M. & Vilela, E. F. (1996) Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25:347 – 350.

- Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M. C. (2001) Introdução aos semioquímicos e terminologia. *In: Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M. C. (eds.) Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, p. 9 – 12.
- Vilela, E. F. & Mafra-Neto, A. (2001) Registro de Feromônios Comerciais e Legislação. *In: Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M. C. (eds.) Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, p. 151 – 159.
- Virant-Doberlet, M. & Cokl, A. (2004) Vibrational communication in insects. *Neotropical Entomology*, 33:121 – 134.
- Walgenbach, C. A.; Phillips, J. K.; Faustini, D. L. & Burkholder, W. E. (1983) Male-produced aggregation pheromone of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, and interspecific attraction between three *Sitophilus* species. *Journal of Chemical Ecology*, 9:831 – 841.
- Wedell, N. (1996) Mate quality affects reproductive effort in a paternally investing species. *The American Naturalist*, 148:1075 – 1088.
- Weissling, T. J.; Giblin Davis, R. M. & Scheffrain, R. H. (1993) Laboratory and field evidence for male-produced aggregation pheromone in *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 19:1195 – 1203.
- Weissling, T. J.; Giblin Davis, R. M.; Gries, G.; Gries, R.; Perez, A. L.; Pierce, H. D. Jr.; & Oehlschlager, A. C. (1994) Aggregation pheromone of palmetto weevil, *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20:505 – 515.
- Wilcox, R. S. & Stefano, J. D. (1991) Vibratory signals enhance mate-guarding in a water strider (Hemiptera: Gerridae). *Journal of Insect Behavior*, 4:43 – 50.
- Wiley, R. H. (1997) Coevolution of the sexes. *Science*, 275:1075 – 1076.
- Wilson, L. M.; Henry, C. S.; Johnson, J. B. & Mccaffrey, J. P. (1993) Sound production in *Phrydiuchus tau* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86:621 – 630.
- Yack, J. E.; Smith, M. L. & Weatherhead, P. J. (2001) Caterpillar talk: acoustically mediated territoriality in larval Lepidoptera. *Proceeding of Natural Academy of Sciences of USA*, 98:11371 – 11375.
- Zhang, M.; Crocker, R. L.; Mankin, R. W.; Flanders, K. L. & Brandhorst-Hubbard, J. (2003) Acoustic identification and measurement of activity patterns of white grubs in soil. *Journal Economic Entomology*, 96:1704 – 1710.
- Ziamba, K. & Rutowski, R. (2000) Sexual dimorphism in eye morphology in a butterfly (*Asterocampa leilia*; Lepidoptera: Nymphalidae). *Psyche*, 103:25 – 36.